



# Почвоведение - продовольственной и экологической безопасности страны

VII съезд  
Общества почвоведов  
им. В.В. Докучаева

## МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

### Часть 1



ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА  
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ – ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ**

Тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов  
им. В.В. Докучаева  
и Всероссийской с зарубежным участием научной конференции

Белгород, 15–22 августа 2016 г.

Часть I

Москва – Белгород  
2016

УДК 631.4  
ББК 40.3  
П 65

Ответственные редакторы  
*С.А. Шоба, И.Ю. Савин*

Составители:

*Алифанов В.М., Андроханов В.А., Безуглова О.С., Горячкин С.В.,  
Залибеков З.Г., Иванов А.Л., Иванов И.В., Иванова С.Е., Инишева Л.И., Капелькина Л.П.,  
Кирюшин В.И., Колесникова В.М., Конюшков Е.Д., Кудеяров В.Н., Курганова И.Н.,  
Куст Г.С., Лебедева-Верба М.П., Лукина Н.В., Любимова И.Н., Макаров О.А.,  
Макеев А.О., Масютенко Н.П., Минеев В.Г., Мотузова Г.В., Никитин Е.Д., Пинский Д.Л.,  
Самсонова В.П., Сапожников П.М., Степанов А.Л., Хитров Н.Б., Чижикова Н.П.,  
Чуков С.Н., Шейн Е.В.*

**П 65 Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны:** тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с международным участием научной конференции (Белгород, 15–22 августа 2016 г.). Часть I / Отв. ред.: С.А. Шоба, И.Ю. Савин. – Москва-Белгород: Издательский дом «Белгород», 2016. – 444 с.

**ISBN 978-5-9571-2159-6**  
**ISBN 978-5-9571-2160-2 (Ч. I)**

Освещены теоретические и прикладные проблемы почвоведения, методы исследования и региональные особенности почв и почвенного покрова.

УДК 631.4  
ББК 40.3



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) по проекту № 16-04-20543-г

ISBN 978-5-9571-2159-6  
ISBN 978-5-9571-2160-2 (Ч. I)

© НИУ «БелГУ», 2016  
© Коллектив авторов, 2016

# ОГЛАВЛЕНИЕ

## Симпозиум 1

### ПОЧВЕННЫЕ ФУНКЦИИ И УСЛУГИ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Васенев В.И., Стурфогель Е., Васенев И.И., Щепелева А.С., Саржанов Д.А., Валентини Р. АНАЛИЗ ПОТОКОВ И ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ И ЭКОСИСТЕМНЫХ СЕРВИСОВ ГОРОДСКИХ ПОЧВ .....	28
Верещагина Е.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ О ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ПОЧВ В ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ .....	29
Воробьев Г.Т. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ КАК ПРЕДМЕТ ПОЗНАНИЯ В ПОЧВОВЕДЕНИИ .....	31
Головлева Ю.А. ЭКОНОМИКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ .....	32
Голозубов О.М., Литвинов Ю.А., Кайдалова Н.В. СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ РЕГИОНАЛЬНОГО АГРОХИМЦЕНТРА КАК ПОДСИСТЕМЫ ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ РОССИИ .....	33
Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. БИОСФЕРНАЯ СТРАТЕГИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	35
Красильников П.В. ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ СЕРВИСЫ: ЗНАЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ .....	37
Куст Г.С., Андреева О.В. НЕЙТРАЛЬНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ И ПОЧВЕННЫЕ ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ .....	38
Любова С.В., Блынская Т.А., Любова Н.В. ПЛОДОРОДИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....	40
Мазиров И.М., Боротов Б.Н., Щепелева А.С., Глушков П.К., Визирская М.М. ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОЧВЕННЫЕ ПОТОКИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АГРОЭКОСИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА .....	41

Макаров О.А., Яковлев А.С., Цветнов Е.В., Строков А.С., Ермияев Я.Р. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ПОЧВ .....	43
Митракова Н.В., Еремченко О.З., Беломорская Ю.В. ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ .....	44
Салихов Ш.К., Гимбатова К.Б., Семенова В.В., Шайхалова Ж.О. ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРНЫХ ПОЧВ ПО ЭКСПОЗИЦИЯМ СКЛОНОВ ГУНИБСКОГО ПЛАТО ДАГЕСТАНА .....	45
Тетерюк Л.В., Денева С.В. ЭТАЛОННЫЕ И РЕДКИЕ ПОЧВЫ КАРСТОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ООПТ СРЕДНЕГО ТИМАНА – ОБЪЕКТЫ КРАСНОЙ КНИГИ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ .....	47
Умарова А.Б., Климанов А.В. ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	48
Шестаков И.Е., Ерёмченко О.З., Андреев Д.Н. РАЗВИТИЕ "ПОЧВЕННО-КРАСНОКНИЖНЫХ" РАБОТ В ПЕРМСКОМ КРАЕ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....	49

## Симпозиум 2

### ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ

Агакишибекова С.Ю. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА .....	51
Анциферова О.А. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ ВЛАЖНОСТИ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ В ГОДЫ С РАЗЛИЧНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ .....	52
Бабаев М.П., Джафарова Ч.М., Гасанов В.Г., Гусейнова С.М. ПРИКЛАДНАЯ ГЕНЕТИКО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА .....	54
Багаутдинов Ф. Я., Иванова Т.Н., Галиуллина О.А. ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПАХОТНЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ БШКОРТОСТАН ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ .....	55
Балабко П.Н., Снег А.А. МОРФОЛОГИЯ И МИКРОМОРФОЛОГИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ, ДЛИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ .....	56
Беляев А.Б., Щеглов Д.И., Брехова Л.И., Головешкина И.К. ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗМОВ РАЗЛИЧНЫХ УГОДИЙ ...	57
Бирюкова О.А., Носов В.В., Божков Д.В., Чепко Ж.А. ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ КУКУРУЗА-СОЯ .....	59

Галеева Л.П. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ СОЛОНЦОВЫХ КОМПЛЕКСОВ БАРАБЫ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ИХ ИЗ ПАШНИ В ЗАЛЕЖЬ .....	60
Гамзиков Г.П. УДОБРЕНИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....	61
Голосов В.Н., Ермолаев О.П., Рысин И.И. ПРОЦЕССЫ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ НА ЮЖНОМ МЕГАСКЛОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ: ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ И ФАКТОРЫ, ИХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ .....	62
Гуторова О.А., Шеуджен А.Х. СОДЕРЖАНИЕ И СОСТОЯНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ РАЗНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ .....	64
Давыдова И.Ю., Мажайский Ю.А., Давыдов Е.А. К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ С ПИРОГЕННЫМИ ПОЧВАМИ .....	65
Добротворская Н.И. МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....	67
Драган Н.А. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ КРЫМА .....	68
Елисеева Н.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДГОРИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ .....	69
Ельников И.И., Рогова О.Б. О НОРМИРОВАНИИ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ПОЧВЕ С УЧЕТОМ ЕГО ВЛИЯНИЯ НА СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ .....	71
Жуланова В.Н. ОЦЕНКА СТОИМОСТИ АГРОПОЧВ ТУВЫ .....	72
Зорина С.Ю., Соколова Л.Г. ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ .....	73
Иванов А.И., Иванова Ж.А., Конашенков А.А., Цыганова Н.А., Мажажихов Р.М. НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ОЗЁРНО- ЛЕДНИКОВЫХ РАВНИН И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ .....	75
Иванова Ж.А., Фесенко М.А., Баева С.С., Фрейдкин И.А. СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ УДОБРЕНИЙ .....	76
Ильина Л.П. ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУЛЬВОКИСЛОТ ЛОКАЛЬНО ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА .....	77

Канатова Д.А. ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ .....	78
Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ В СТРАТЕГИИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ .....	80
Карабутов А.П., Уваров Г.И. ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ .....	81
Кирсанов А.Д., Комаров А.А., Суханов П.А., Хомяков Ю.В., Селиванова Т.В. МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ТЕСТОВЫХ ПОЛИГОНАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	82
Клименко Н.Н. ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ВИНОГРАДНИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ БАКТЕРИЗАЦИИ И ЗАДЕРНЕНИЯ МЕЖДУРЯДИЙ МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВАМИ .....	84
Козлов Д.Н. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППИРОВКА ЗЕМЕЛЬ В СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ...	85
Комаров А.А., Комаров А.А. АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ ...	86
Коркина Е.А., Стреляева А.С. САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ ТАЁЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОСИБИРСКОЙ РАВНИНЫ НАРУШЕННЫХ ТЕХНОГЕНЕЗОМ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	88
Котельникова А.Д., Матвеева Н.В. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЯДА МИКРО- И МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ФРАКЦИЯХ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ .....	89
Крайнюк М.С., Крайнюк С.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОЙ MINI-TILL ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СОЧЕТАНИИ С УДОБРЕНИЯМИ НА ЭРОДИРОВАННЫХ КАРБОНАТНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ КРЫМА .....	90
Кудрявцев А.Е. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ АЛТАЯ .....	92
Кулижский С.П., Родикова А.В., Марон Т.А. ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ПРОФИЛЕЙ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ» .....	93
Лапа В.В., Ивахненко Н.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ФОСФОРА И КАЛИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ .....	95

Ларионов Г.А., Бушуева О.Г., Добровольская Н.Г., Кирюхина З.П., Краснов С.Ф., Литвин Л.Ф., Горобец А.В. О МЕХАНИЗМАХ РАЗРУШЕНИЯ МЕЖАГРЕГАТНЫХ СВЯЗЕЙ В ПРОЦЕССЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ .....	96
Лисецкий Ф.Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ПРОЕКТОВ БАССЕЙНОВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	97
Локалина Т.В. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕЛЯ DRIWATER В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ВЛАГИ ДЛЯ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПШЕНИЦЫ) .....	99
Мамедов Г.М., Махмудова Э.П., Рагимова Г.Р., Ибрагимлы Р.Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА ПОД РАЗЛИЧНЫМИ АГРОЦЕНОЗАМИ .....	100
Мамедов М.И. МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И ПАРАМЕТРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ВИНОГРАДНЫХ ПЛАНТАЦИЙ .....	102
Мамедова А.С., Бабаев М.П., Алиев С.П. СОСТАВ ПОЛИВНЫХ ВОД, ИРРИГАЦИОННЫХ НАНОСОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ПОЧВ МУГАНО-САЛЬЯНСКОГО МАССИВА .....	103
Мамедова Г.И., Бабаев М.П. ИЗУЧЕНИЕ ЗАПАСОВ ГУМУСА В ЭРОДИРОВАННЫХ СЕРО- БУРЫХ ПОЧВАХ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА .....	104
Матвеева Н.В., Котельникова А.Д. КОНТАКТНЫЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ ГРАНУЛОДЕНСИМЕТРИЧЕСКИХ ФРАКЦИЙ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА .....	105
Морковкин Г.Г., Максимова Н.Б., Овцинов В.И., Литвиненко Е.А. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИРОДНО-ПОЧВЕННЫХ ЗОН АЛТАЙСКОГО КРАЯ .....	107
Мочалов Б.А., Мочалова Г.А. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА РОСТ КУЛЬТУР СОСНЫ В ЗОНЕ ТАЙГИ .....	108
Надежкин С.М., Маркарова М.Ю. ТРАНСФОРМАЦИЯ АЗОТА УДОБРЕНИЙ В ПОЧВАХ .....	109
Опанасенко Н.Е. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ СКЕЛЕТНЫХ ЧЕРНОЗЁМОВ В САДАХ КРЫМА .....	110
Осипов А.И. НОВЫЕ ПРИЕМЫ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ .....	112
Пахненко Е.П., Гунина Е.А. СУПРЕССИВНОСТЬ ПОЧВ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕ- НИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ К ПОРАЖЕНИЮ ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРОЙ .....	113
Полиенко Е.А., Безуглова О.С., Горовцов А.В., Лыхман В.А., Горбов С.Н., Дубинина М.Н., Павлов П.Д., Попов А.Е. МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ЖИДКИХ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ .....	114



Прущик А.В., Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Титов А.Г. ДЕГРАДАЦИЯ ЧЕРНОЗЁМОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ .....	116
Пузанов А.В., Балыкин Д.Н., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Стефан Э., Майсснер Р. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВЗВЕШИВАЕМЫХ ЛИЗИМЕТРОВ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ .....	117
Садыхова М.Э., Самедов П.А. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ .....	118
Серая Т.М., Богатырева Е.Н. ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГУМУСА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ .....	120
Слюсаренко Э.Е., Федоренко К.А. ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ .....	121
Сторчоус В.Н. ТЕНЗИОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В ИНТЕНСИВНЫХ САДАХ .....	122
Сулейманов Р.Р., Сайфуллин И.Ю., Сулейманов А.Р. УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ К ОРОСИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ .....	124
Терпелец В. И., Попова Ю.С., Швец Т.В. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ И ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В АГРОЦЕНОЗАХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ .....	125
Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. СОХРАНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И АГРОЛАНДШАФТОВ РОССИИ .....	126
Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЗЕМОВ В АГРОЛАНДШАФТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ .....	128
Ульянова О.А. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ .....	129
Федоренко К.А. АНТРОПОГЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ ПРЕДГОРИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ .....	131
Филиппов П.А., Иванов А.И., Воробьёв В.А. ИНТЕНСИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ОКУЛЬТУРЕННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ .....	132

Хуснетдинова Т.И., Черкашина Н.Ф., Балабко П.Н., Карпова Д.В., Чистова О.А., Батурина Л.К. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ .....	133
Червань А.Н., Максимова А.А. ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ В АГРОЛАНДШАФТАХ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ .....	134
Черкасов Е.А., Куликова А.Х. ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2000–2015 гг. ....	135
Черкашина Н.Ф., Хуснетдинова Т.И., Балабко П.Н., Карпова Д.В., Чистова О.А., Батурина Л.К. ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СВОЙСТВ ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ .....	137
Черныш А.Ф., Устинова А.М., Касьянчик С.А., Юхновец А.В., Цырибко В.Б. ИНДИКАТОРЫ ЭРОЗИОННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ БЕЛАРУСИ .....	138
Чистова О.А., Макаров О.А., Панина Н.Н. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ (НА ПРИМЕРЕ УО ПЭЦ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА) .....	139
Широкова Е.В., Мусекаев Д.А., Рабинович Г.Ю. ЭЛЕМЕНТЫ БАЛАНСА АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОД ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ .....	141
Шматко В.Ю., Ильина Л.П. К ВОПРОСУ О ФАУНЕ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД СУХОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ДОЛИНЫ МАНЫЧА .....	142
Эюбова С.М. ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ .....	144
Юркевич М.Г., Матвеева Е.М. СОХРАНЕНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЧВЕННОГО ПЛОДРОДИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОУДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ .....	145
Яковлева Е.П., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. ДЕГРАДАЦИЯ И ОПУСТЫНИВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ АРИДНЫХ РЕГИОНОВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....	146

### Симпозиум 3

#### ЕСТЕСТВЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ И ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ

Акимова Н.Ф., Бабаева Л.А. БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ЗЕМЕЛЬ .....	148
--	-----

Алексеев А.В., Алексеев В.А., Швыдкая Н.В. ОСОБЕННОСТИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВ ПОСЛЕ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ .....	149
Алексеев В.А., Швыдкая Н.В. СВЯЗЬ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ С ГЕОХИМИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ПОЧВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПОСЛЕ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РТУТИ .....	151
Асгерова Д.Б., Бийболатова З.Д., Батырмурзаева П.А. РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДЕЛЬТОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ЕГО АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ .....	152
Ахмедов В.А., Кахраманова Т.Б. ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫЕ ТЕРРИТОРИИ АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА .....	154
Бакина Л.Г., Чугунова М.В., Маячкина Н.В., Теплякова Т.Е. ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДА: ПОЧВЕННО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ .....	155
Бардина В.И. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ЭЛЮАТНОГО БИОТЕСТИРОВАНИЯ .....	156
Бардина Т.В. МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРОДСКИХ ПОЧВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА .....	157
Бахшиева Ч.Т. ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ В УСЛОВИЯХ АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА .....	159
Вертянкина В.Ю., Колесникова В.М. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИРОДНО-АРХИТЕКТУРНОГО КОМПЛЕКСА МУЗЕЯ «НОВЫЙ ИЕРУСАЛИМ» .....	160
Власенко В.П. ГИДРОМЕТАМОРФИЗМ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ПРИ ИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ .....	162
Газиева П.Ч., Рамазанова Х.М. ВЛИЯНИЕ ПОЛИВОВ НА СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ САЛЬЯНСКОЙ СТЕПИ .....	163
Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Кошовский Т.С., Пиковский Ю.И., Хлынина Н.И., Лобанов А.А. ФАКТОРЫ И ПАРАМЕТРЫ УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА И ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ .....	164
Гимп А.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ БЕНЗ[А]ПИРЕНА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА .....	165
Голеусов П.В. ПЕРВИЧНОЕ, РЕЦЕНТНОЕ И ВТОРИЧНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ КАК ВАРИАНТЫ САМООРГАНИЗАЦИИ ПОЧВ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ГЕОСИСТЕМАХ .....	166

Гурбанов Е.А. АНТРОПОГЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ .....	168
Джалалова М.И., Гасанова З.У., Абдурашидова П.А. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНО-ПООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ КИЗЛЯРСКОГО ЗАЛИВА В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОГО УРОВНЯ КАСПИЯ .....	168
Дмитракова Я.А., Абакумов Е.В. СПОСОБЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПИРИТОСОДЕРЖАЩИХ ТОКСИЧНЫХ ГРУНТОВ И ОЦЕНКА ТЕМПОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ЭКОСИСТЕМ .....	170
Еремченко О.З., Максимова С.Е., Митракова Н.В. ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ПЕРМСКОМ ПРИКАМЬЕ .....	171
Залибеков З.Г. ДИНАМИЧЕСКАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ИХ ЭВОЛЮЦИЯ В УСЛОВИЯХ АРИДНОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА .....	172
Золотарева Б.Н., Бухонов А.В., Пинский Д.Л. СТРУКТУРА ПОГРЕБЕННЫХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ И ДИНАМИКА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА .....	174
Ибрагимов А. Г., Гусейнова И. Г., Гасанова Е. К., Амирова Р.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ .....	175
Иванов И.В. ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ: РЕШЕННЫЕ И НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ, ПРОБЛЕМЫ И ФЕНОМЕНЫ .....	177
Иванова Е.А. ФТОРИДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ СТЕПНЫХ И ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ .....	178
Калинина Н.В., Королева П.В., Вильчевская Е.В., Рухович Д.И., Куляница А.Л. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ УЧАСТКОВ БОГАРНЫХ ЗЕМЕЛЬ (МОЧАРОВ) АЗОВСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	179
Канзафаров Э.Р., Макаров О.А. ОПЫТ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ К ТЕХНОГЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ .....	181
Каримова Айгюн Азиз кызы ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОЧВЫ БАССЕЙНА ТАУЗЧАЯ (АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ) .....	182
Конюшкова М.В., Абатуров Б.Д., Лебедева М.П. ФОРМИРОВАНИЕ И ДИНАМИКА СОЛОНЦОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ ПРИ РАЗНОЙ ВЫРАЖЕННОСТИ МИКРОРЕЛЬЕФА .....	183

Королева Т.В., Кречетов П.П., Шарапова А.В. ПОЧВЕННО-ХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНАХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ....	184
Кузнецов В.А., Рыжова И.М., Стома Г.В. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ЛЕСОПАРКАХ МОСКВЫ ОТ УРОВНЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ .....	186
Лозбенев Н.И., Козлов Д.Н. ВОДНО-МИГРАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО- ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕЛИННЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ .....	187
Лысак Л.В. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ИСКУССТВЕННО- СОЗДАННЫХ ЭКОСИСТЕМ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА .....	189
Малюкова Л.С., Козлова Н.В. ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ БУРЫХ ЛЕСНЫХ КИСЛЫХ ПОЧВ ПРИ АГРОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ .....	190
Молчанов Э.Н., Макаров О.А., Строков А.С., Цветнов Е.В., Харзинов С.М. ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ ДОЛИНЫ РЕКИ ТЕРЕК (НА ТЕРРИТОРИИ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ) И ЕЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ .....	192
Новоселова Е.И., Волкова О.О. ВЛИЯНИЕ МОНО- И ПОЛИЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ .....	193
Норейка С.Ю., Петрищев В.П. ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИКАСПИЯ (НА ПРИМЕРЕ КУПОЛА ИНДЕР) .....	194
Панин П.Г. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАЛЕОПОЧВ ПЛЕЙСТОЦЕНА ЦЕНТРА И ЮГА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ ПО МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ .....	196
Першина Т.С. ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СТАРОПАХОТНОЙ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СИБИРИ ....	197
Пономаренко Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ПОЧВЕННОГО УГЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПАЛЕОПОЧВОВЕДЕНИЯ .....	198
Сангаджиева О.С., Цомбуева Б.В., Булуктаев А.А., Сангаджиева Л.Х. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ .....	200
Синцов А.В., Бармин А.Н. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ Г. АСТРАХАНИ .....	201

Соколов Д.А. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ .....	203
Сорокин Н.Д., Гродницкая И.Д., Трефилова О.В., Шишкин А.С. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ И АГЕНТЫ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ СИБИРИ .....	204
Сорокина О.А. ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТОВ СЕРЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ПОСТАГРОГЕННОЙ СТАДИИ .....	205
Тихонова Е.Н., Трещевская Э.И. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕРВИЧНЫХ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ОТВАЛОВ КМА .....	206
Трегубова В.Г., Нестерова О.В., Семаль В.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ОТВАЛАХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА .....	208
Черников Е.А., Хитров Н.Б., Попова В.П., Фоменко Т.Г. ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ ВИНОГРАДНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТАМАНИ .....	209
Шарапова А.В., Кречетов П.П. ОЦЕНКА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ СТАРЫХ РАЙОНОВ УГЛЕДОБЫЧИ (НА ПРИМЕРЕ ПОДМОСКОВНОГО БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА) .....	211
Яковлева Л.В., Федотова А.В., Сорокин А.П., Уталиев А.А. ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ОБВАЛОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ .....	212

#### Симпозиум 4

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ПОЧВЫ

Батхшиг Очирбат, Голованов Д.Л., Комаров И.А., Кияшко Н.В., Панкова Е.И., Ямнова И.А., Жамбалжав Я., Мандахбаяр Ж. КРИОМЕТАМОРФИЗМ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ СОЛОНЧАКОВ МОНГОЛИИ(ПО РЕЗУЛЬТАТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ) .....	214
Вагапов И.М., Калинин П.И., Кудреватых И.Ю., Потапова А.В., Пильгуй Л.С. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВАРЬИРОВАНИЯ ПЕТРОМАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В СОВРЕМЕННЫХ И ПОГРЕБЕННЫХ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ .....	215
Ганиева. С.А., Дунямалыева Н.Я. РОЛЬ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ В ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССАХ БАССЕЙНА РЕКИ ТУРЯНЧАЙ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ...	216

Голиченков М.В., Чурилина А.Е., Умаров М.М. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГНЕЗДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МУРАВЬЕВ ...	217
Даваева Ц.Д., Сангаджиева Л.Х., Булуктаев А.А., Горяшкиева З.В. УРОВЕНЬ СТАБИЛИЗАЦИИ ФЕРМЕНТОВ В ПОЧВЕ КАК ФУНКЦИЯВАРЬИРОВАНИЯ рН И АЗОТА .....	218
Замотаев И.В., Михеев П.В. ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ .....	220
Зенкова И.В. ПОЧВА И ПОЧВЕННАЯ ФАУНА ПИРОГЕННОГО ЛЕСА: ПОСЛЕДСТВИЯ НИЗОВОГО ПОЖАРА В ХИБИНСКОМ ГОРНОМ МАССИВЕ .....	221
Зенова Г.М., Манучаров А.С., Грачева Т.А., Степанова О.А., Звягинцев Д.Г. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АКТИНОМИЦЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ .....	222
Иванова Е.А., Чижикова Н.П. ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НА СТРУКТУРУ МИНЕРАЛОВ .....	224
Ларионова А.А., Квиткина А.К., Быховец С.С., Алексеева Т.В., Кудеяров В.Н. ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ГЛЮКОЗЫ, ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ЛИГНИНА В СМЕСИ ПЕСКА С ИЛЛИТОМ ПОЧВЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ .....	225
Лукина Н.В., Тихонова Е.В., Орлова М.А., Крышень А.М., Бахмет О.Н., Федорец Н.Г., Браславская Т.Ю., Горнов А.В., Смирнов В.Э., Воробьева Д.Н., Зукерт Н.В., Шашков М.П. ВЗАИМОСВЯЗИ ПОЧВА - РАСТИТЕЛЬНОСТЬ: СРАВНЕНИЕ ТИПОВ ЛЕСНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ А.К. КАЯНДЕРА И ТИПОВ ЛЕСА В.Н.СУКАЧЕВА .....	227
Мальцева А.Н., Пинский Д.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СОВРЕМЕННЫМИ НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ .....	228
Манафова Ф.А. БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АБШЕРОНА .....	229
Манучарова Н.А., Степанов А.Л., Степанов П.Ю., Зенова Г.М., Чернов Т.И., Кожевин П.А. ФУНКЦИИ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ПРОКАРИОТНЫХ КОМПОНЕНТ В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ .....	231
Меняйло О.В. РОЛЬ МИКОРИЗЫ В ПРАЙМИНГЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ .....	232
Милановский Е.Ю. ТВЕРДОФАЗНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВ .....	233
Орлова Е.Е., Лабутова Н.М., Орлова Н.Е. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПОЧВ ПРИ ИХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ .....	234

Поляк Ю.М., Чугунова М.В., Бакина Л.Г., Теплякова Т.Е., Галдиянц А.А., Петухов В.В.	
БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАЧАЛЬНОГО ЭТАПА ПРОЦЕССА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ШЛАКОЗОЛОТВАЛАХ .....	236
Семенов В.М., Тулина А.С.	
АКТИВНЫЙ ПУЛ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КАК ИНДИКАТОР ОТКЛИКА ПОЧВЫ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЭКСТРЕМУМЫ .....	237
Степанов А.Л., Черобаева А.С., Сошникова Е.А., Лебедева Е.В., Манучарова Н.А., Поздняков Л.А.	
НОВЫЕ ПРОЦЕССЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА АЗОТА В ПОЧВАХ .....	238
Сущук А.А., Юркевич М.Г., Матвеева Е.М.	
ПОСТАГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА, ФИТОЦЕНОЗОВ И МЕЗОФАУНЫ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЛУГОВ .....	239
Сыщикова О.В., Сыщиков Д.В.	
ЧИСЛЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ ТРАНСФОРМИРУЮЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ АЗОТА В ЭДАФОТОПАХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТВАЛОВ .....	241
Ходжаева А.К., Кузнецова Т.В.	
БИОКИНЕТИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ МИНЕРАЛИЗУЕМОГО ПУЛА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ .....	242
Хуснетдинова К.А., Добровольская Т.Г.	
СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ЭПИФИТНЫХ БАКТЕРИЙ КУЛЬТУРНЫХ И СОРНЫХ РАСТЕНИЙ .....	243
Цховребов В.С., Фаизова В.И., Новиков А.А., Калугин Д.В.	
ОБЩАЯ СХЕМА ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ .....	244
Чернов Т.И., Тхакахова А.К., Кутовая О.В., Железова А.Д.	
МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ .....	246
Чернышева Е.В., Каширская Н.Н., Борисов А.В.	
ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ И КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ В КОНТЕКСТЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ ПОЧВ .....	247
Чуков С.Н., Торопкина М.А., Рюмин А.Г.	
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЖИВОГО И ГУМУСА: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ .....	249
Щелчкова М.В., Семенова Н.С., Петрова Т.А., Боескоров Г.Г.	
ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ РЕЛИКТОВЫХ СТЕПЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ .....	250



## Симпозиум 5

### ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ: РАЗНООБРАЗИЕ, ГЕОГРАФИЯ И РОЛЬ В ЭВОЛЮЦИИ ПЕДОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Абакумов Е.В., Ехаркью Е. ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ СТАБИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ МЕТОДАМИ 13-С ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА .....	252
Александровская Е.И., Александровский А.Л. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ГОРОДОВ МИРА КАК ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ ИХ РАЗВИТИЯ .....	253
Борисов А.В., Идрисов И.А. ПОЧВЫ ДРЕВНИХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ТЕРРАС ГОРНОГО ДАГЕСТАНА .....	254
Бронникова М.А., Агатова А.Р., Непоп Р.К., Лебедева М.П., Конопляникова Ю.В., Турова И.В., Шоркунов И.Г. ГОЛОЦЕНОВЫЕ ПЕДОЛИТОКОМПЛЕКСЫ УЛЬТРАКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ КРИОАРИДНЫХ ЛАНДШАФТОВ АЛТАЯ И ТУВЫ .....	256
Гольева А.А. ПОЧВЫ КАТАСТРОФ КАК ЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ .....	258
Десяткин Р.В. ОБ УСИЛЕНИИ ТЕРМОКАРСТОВОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КРИОЛИТОЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА .....	259
Зазовская Э.П., Горячкин С.В., Шишков В.А., Мергелов Н.С., Долгих А.В. ВОЗРАСТ ПОЧВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИЧЕСКИХ ОАЗИСОВ: ВЛИЯНИЕ «ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ» НА ХАРАКТЕРНОЕ ВРЕМЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ .....	260
Ковда И.В. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СЛИТОГЕНЕЗА ...	262
Кротов Д.Г., Самсонова В.П. РОЛЬ МУРАВЕЙНИКОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА .....	263
Лебедева М.П., Шишков В.А. МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В КРАЙНЕАРИДНЫХ ПОЧВАХ ПУСТЫНЬ МОХАВЕ (США) И ЗААЛТАЙСКОЙ ГОБИ (МОНГОЛИЯ) .....	264

Мартынова Н.А. СПЕЦИФИКА ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И РОЛЬ ЛИТОГЕННОЙ ОСНОВЫ В ФОРМИРОВАНИИ РАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВ ФОСФОРИТОНОСНЫХ ГОРНО-ДОЛИННЫХ ЛАНДШАФТОВ МОНГОЛИИ .....	266
Мергелов Н.С., Шоркунов И.Г., Долгих А.В., Зазовская Э.П., Горячкин С.В. ПОЧВОПОДОБНЫЕ ЭНДОЛИТНЫЕ И ГИПОЛИТНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ ПЛАНЕТЫ .....	267
Назарова С.М., Курвантаев Р. СТАРООРОШАЕМЫЕ ЛУГОВЫЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ БУХАРСКОГО ОАЗИСА .....	269
Овчинников А.Ю. ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ .....	270
Панкова Е.И. ОАЗИСНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕАРИДНЫХ ПУСТЫНЬ МОНГОЛИИ .....	271
Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н. ПОЧВЫ И ПОЧВОПОДОБНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ТЕРМИНОЛОГИИ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ РОССИИ .....	273
Суханова Н.И. ВЛИЯНИЕ ПОТОКА ВОДОРОДНОГО ФЛЮИДА ИЗ НЕДР ЗЕМЛИ НА ПОЧВЕННЫЕ СВОЙСТВА .....	274
Сухачева Е.Ю., Апарин Б.Ф., Булышева А.М. ОСОБЕННОСТИ ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ УРБОЭКОСИСТЕМ .....	276
Сычева С.А. РАЗНОПЕРИОДНАЯ РИТМИЧНОСТЬ КЛИМАТА КАК СМЕНА ОПТИМАЛЬНЫХ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОЧВО- И РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ .....	277

## Симпозиум 6

### ПОЧВА И БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ ЭЛЕМЕНТОВ

Балыкин С.Н., Бабошкина С.В., Пузанов А.В., Салтыков А.В., Алексеев И.А. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ И ОГОРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ» И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....	279
Богатова М.К., Щеглов А.И. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЦЕЗИЯ-137 В ТЁМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РАЗЛИЧНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ .....	280

Васенев И.И., Мешалкина Ю.Л., Ярославцев А.М., Валентини Р. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТОКОВ СО <sub>2</sub> В УСЛОВИЯХ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ЮЖНОТАЕЖНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЛЕВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ .....	281
Ведрова Э.Ф. ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ .....	282
Гасанов Г.Н., Асварова Т.А., Гаджиев К.М., Ахмедова З.Н., Абдуллаева А.С., Баширов Р.Р. БАЛАНС ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА, УГЛЕРОДА И КАЛИЯ В СИСТЕМЕ «СВЕТЛО-КАШТАНОВАЯ ПОЧВА - ЭФЕМЕРОВАЯ СИНУЗИЯ» В ТЕРСКО - КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ПРИКАСПИЯ ...	284
Долгих А.В., Карелин Д.В., Смагин А.В., Александровский А.Л., Медведев А.А., Шишков В.А, Кудиков А.В. ПОТОКИ УГЛЕРОДА В ДРЕВНИХ СЕЛИТЕБНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ .....	285
Евдокимов И.В., Ларионова А.А. ФОСФОР МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ В ПОЧВЕ ПРИ ОПТИМАЛЬНЫХ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ .....	286
Зинякова Н.Б., Семенов В.М. ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ И МИНЕРАЛЬНОЙ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ПУЛЫ ХИМИЧЕСКИ-ЭКСТРАГИРУЕМОГО И АКТИВНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ .....	288
Иванова А.З., Десяткин Р.В. МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ОСНОВНЫХ ТИПАХ ПОЧВ БАССЕЙНА РЕКИ АЛАЗЕЯ (СЕВЕРНАЯ ЯКУТИЯ) .....	289
Иващенко К.В., Ананьева Н.Д., Роговая С.В., Кудеяров В.Н. БИОГЕННЫЙ ПОТОК СО <sub>2</sub> И УГЛЕРОД МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ МЕГАПОЛИСА .....	290
Икконен Е.Н., Гарсиа-Кальдерон Н.Е., Стефан-Отто Е., Ибаньес-Уэрта А., Фуэнтес-Ромеро Э., Эрнандес-Солис Х.М. АККЛИМАТИЗАЦИЯ ДЫХАНИЯ ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНОГО СООБЩЕСТВА СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ К ЕЖЕСУТОЧНЫМ НОЧНЫМ Понижениям температуры .....	292
Каганов В.В. ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЗОНАЛЬНОГО РЯДА ЭКОСИСТЕМ .....	293
Коркина И.Н. ОЦЕНКА СКОРОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЛЕСНЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА .....	294
Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Куляница А.Л., Рухович Д.И. ЭМИССИЯ ЧЕРНОГО УГЛЕРОДА С ПАХОТНЫХ ПОЧВ РОССИИ .....	296
Кузнецова Т.В., Удальцов С.Н., Ходжаева А.К. ПУЛЫ АЗОТА В ПОЧВАХ СУХИХ СТЕПЕЙ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ....	297

Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Мьякшина Т.Н., Сапронов Д.В., Савин И.Ю.	
ОЦЕНКА БАЛАНСА УГЛЕРОДА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНОГО ПОДМОСКОВЬЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО И НАЗЕМНОГО МОНИТОРИНГА .....	298
Лопес де Гереню В.О., Курганова И.Н., Мьякшина Т.Н., Сапронов Д.В., Аблеева В.А., Кудеяров В.Н.	
ЭМИССИЯ СО <sub>2</sub> ИЗ ПОЧВ УМЕРЕННО-КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЗОНЫ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ .....	300
Мамай А.В., Мошкина Е.В.	
ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА КОМПОНЕНТЫ КРУГОВОРОТА АЗОТА И УГЛЕРОДА АВТОМОРФНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ КАРЕЛИИ) .....	301
Матвиенко А.И., Меняйло О.В.	
ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ АЗОТА НА МИНЕРАЛИЗАЦИЮ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ПОД ЛИСТВЕННИЦЕЙ СИБИРСКОЙ И СОСНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ .....	302
Можарова Н.В., Кулачкова С.А., Лебедь-Шарлевич Я.И.	
ОБРАЗОВАНИЕ, ПОГЛОЩЕНИЕ, ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ГОРОДСКИМИ ПОЧВАМИ И ТПО НА (НАД) ТЕХНОГЕННО-РЕКРЕМЕНТОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МОСКВЫ И БЛИЖАЙШЕГО ПОДМОСКОВЬЯ .....	304
Мухортова Л. В., Кривобоков Л.В., Ведрова Э.Ф., Метелева М.К.	
ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭВЕНКИИ .....	305
Наумов А.В.	
О НОВЫХ АСПЕКТАХ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПОЧВЕННОГО ГАЗООБМЕНА (НА ПРИМЕРЕ СТЕПНОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ КАТЕНЬ) .....	306
Парамонова Т. А., Комиссарова О.Л., Беляев В.Р., Шамшурина Е.Н., Столбова В.В.	
БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ЦЕЗИЯ-137 В АГРОЦЕНОЗАХ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ .....	308
Перминова Е.М., Виноградова Ю.А., Габов Д.Н., Лаптева Е.М.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ .....	309
Рижия Е.Я., Бучкина Н.П., Мухина И.М., Балашов Е.В.	
СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ЭМИССИИ ЗАКИСИ АЗОТА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ .....	311
Роговая С.В., Ананьева Н.Д., Иващенко К.В., Саржанов Д.А.	
ЭМИССИЯ СО <sub>2</sub> И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МИКРОБНОГО КОМПОНЕНТА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО .....	312

Рожественская Т.А., Пузанов А.В., Ельчинова О.А., Горбачев И.В., Трошкова И.А., Мешкина С.С. РТУТЬ В ПОЧВАХ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ .....	313
Романов О.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И РЕЖИМОВ СЕРЫХ ПОЧВ УЧАСТКА «ЛЕС НА ВОРСКЛЕ» ЗАПОВЕДНИКА БЕЛОГОРЬЕ» .....	315
Сморкалов И.А., Воробейчик Е.Л. МЕЖБИОТОПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДЫХАНИЯ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....	316
Суслов А.А., Пименов Е.П., Морозова А.И. ВЛИЯНИЕ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ И КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА ГЕОТОН НА ПОКАЗАТЕЛИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ...	318
Тулина А.С., Семенов В.М., Цыбулько Н.Н., Пунченко С.С. ПУЛЫ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПОЧВАХ СКЛОНОВОГО АГРОЛАНДШАФТА .....	319
Удальцов С.Н., Ходжаева А.К., Кузнецова Т.В. МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВАХ КАШТАНОВО-СОЛОНЦОВОГО КОМПЛЕКСА ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ .....	320
Чернова О.В., Рыжова И.М., Подвезенная М.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ РЕГИОНАХ ЕТР ЗА ИСТОРИЧЕСКИЙ ПЕРИОД .....	322

### Гостевой симпозиум

#### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Гарсия Ф.О. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЛИЙНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ УРУГВАЯ .....	324
Иванова С.Е., Романенков В.А., Никитина Л.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ С/Х КУЛЬТУР В ЦФО .....	325
Носов В.В., Бирюкова О.А., Божков Д.В. ОТЗЫВЧИВОСТЬ КУКУРУЗЫ НА КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	326
Романенков В.А., Никитина Л.В., Иванова С.Е. СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ КАЛИЕМ В ЦЧР .....	328
Христенко А.А., Иванова С.Е. ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ КАЛИЙНОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗЕМЛЕДЕЛИИ УКРАИНЫ ...	329
Якименко В.Н., Нечаева Т.В. ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....	330

**ФИЗИКА ПОЧВ**

Абросимов К.Н., Романенко К.А., Герке К.М., Белохин В.С., Скворцова Е.Б. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИМАСШТАБНОЙ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ПОЧВ .....	332
Архангельская Т.А., Лукьященко К.И. ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ИХ РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ....	333
Астайкина А.А., Колупаева В.Н., Горбатов В.С. МИГРАЦИЯ ПАКЛОБУТРАЗОЛА В ПОЧВЕ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ .....	334
Белик А.А. ОПИСАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЙ МИГРАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ФИЗИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ .....	336
Бутылкина М.А., Умарова А.Б., Званцова В.А., Сусленкова М.М, Клепикова Е.А. ИЗМЕНЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ .....	337
Быкова Г.С., Тюгай З.Н., Милановский Е.Ю, Шеин Е.В. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ЧЕРНОЗЕМОВ ТИПИЧНЫХ ПРИ РАЗЛИЧНОМ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ .....	338
Васильева Н.А., Владимирова А.А., Смирнов А.П., Матвеев С.А., Тыртышников Е.Е., Юдина А.В., Милановский Е.Ю., Шеин Е.В. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВЕННОЙ АГРЕГАЦИИ .....	340
Гаджиев К.М., Гасанов Г.Н., Ахмедова З.Н., Рамазанова Н.И., Баширов Р.Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИМЕНЬШЕЙ ВЛАГОЕМКОСТИ ПОЧВЫ МЕТОДОМ ЛАТЕРАЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ .....	341
Галактионова Л.В., Верхошенцева Ю.П. ПИРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ УЧАСТКА «БУРТИНСКАЯ СТЕПЬ» ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА «ОРЕНБУРГСКИЙ» .....	342
Гасина А.И., Умарова А.Б., Десницкая И.В., Вайгель А.Э., Дунаева А.А. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КОНСТРУКТОЗЕМОВ РАЗНОГО СТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ .....	343
Гончаров В.М., Фаустова Е.В. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАНДШАФТА: ПРОБЛЕМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ .....	344
Гумматов Н.Г. ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В БОГАРНЫХ И ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА .....	346

Дзизенко Н.Н., Зайдельман Ф.Р., Черкас С.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД И ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ЗАСТОЙНО-ПРОМЫВНОГО И ЗАСТОЙНОГО ВОДНОГО РЕЖИМА .....	347
Егоров Ю.В., Судницын И.И., Кириченко А.В., Бобков А.В. ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕГРАДАЦИИ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ЗАСОЛЕНИИ .....	348
Зубкова Т.А., Суханова Н.И., Бондарев Ю.П. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГРЕГАТОВ В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖАХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЫ .....	350
Калнин Т.Г. ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ БУГРА БЭРА ПО КАТЕНЕ (АСТРАХАНСКАЯ ОБЛ.) .....	351
Клепикова Е.А. ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МОСКВЫ .....	352
Клюева В.В., Хайдапова Д.Д. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ МЕТОДОМ АМПЛИТУДНОЙ РАЗВЕРТКИ НА РЕОМЕТРЕ MSR-302 .....	353
Кокорева А.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К ВХОДНЫМ ПАРАМЕТРАМ ФИЗИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ПОЧВЕ PEARL3, PEARL4 И MASCO5 ...	355
Колупаева В.Н., Горбатов В.С. ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ РЕГИОНОВ РОССИИ К МИГРАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ В ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ .....	356
Кубарева А.В. ГИСТЕРЕЗИС ОСНОВНОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ОСОЛОНЦЕВАНИЯ (МОДЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ) .....	357
Кураченко Н.Л. ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ АГРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ .....	359
Курвантаев Р., Солиева Н., Корабеков О. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ ХОРЕМСКОЙ ОБЛАСТИ .....	360
Мазиров М.А., Николаев В.А., Акбар Илахун АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И АГРОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ В ЦЕНТРЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА ...	361
Макарычев С.В., Болотов А.Г., Гефке И.В. ТЕПЛОВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВЫ ПЛОДОВОГО САДА В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ .....	363
Моисеев К.Г. ВОЗМОЖНОСТИ И АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ- МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА В АГРОФИЗИКЕ .....	364

Муромцев Н. А., Семенов Н. А., Мажайский Ю. А., Анисимов К.Б., Грибов В.В. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВЛАГО- И СОЛЕОБМЕНА .....	365
Мусурманов А., Курвантаев Р. ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ МИРЗАЧУЛСКОГО ОАЗИСА ПУТЕМ МУЛЬЧИРОВАНИЯ И МИНИМАЛИЗАЦИИ ИХ ОБРАБОТКИ .....	367
Николаева Е.И. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ .....	368
Новых Л.Л., Пелехоце Е.А. ВЗАИМОСВЯЗЬ ГУМУСИРОВАННОСТИ ПОЧВ И СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНОГО СОСТАВА: СЛОЖНОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ .....	370
Романенко К.А. СТРУКТУРА ПОЧВ И ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРАТНОГО ПРОМЕРЗАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ .....	371
Русанов А.М. ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ НА СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ .....	372
Салимгареева О.А. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ОСНОВНЫХ ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ КОНСТАНТ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО .....	374
Самофалова И.А. ДИАГНОСТИКА ГОРНЫХ ПОЧВ ПО ГРАНУЛОМЕТРИИ .....	375
Сердюков В.А. К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ ДО ИСТОЧНИКА .....	377
Скворцова Е.Б., Шеин Е.В., Рожков В.А., Абросимов К.Н., Герке К.М., Корост Д.В., Белохин В.А., Дембовецкий А.В. МИКРОТОМОГРАФИЯ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПОЧВ .....	378
Судницын И.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКОНА ЛАНДАУ-ДЕРЯГИНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГИИ ГИДРАТАЦИИ ПОЧВ РОССИИ .....	380
Сусленкова М.М., Умарова А.Б., Вайгель А.Э. ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОНСТРУКТОЗЕМОВ РАЗНОГО СТРОЕНИЯ .....	381
Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Козырев Д.А., Морозов И.В., Котик М.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ УРБОПЕДОГЕНЕЗА .....	382
Уразбаев И., Курвантаев Р., Мусурманов А., Ботиров Ш. АГРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ МИРЗАЧУЛСКОГО ОАЗИСА .....	384



Фомин Д.С., Юдина А.В., Милановский Е.Ю., Шеин Е.В. ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВАРЬИРОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ НА ГРАНИЦЕ ПЕРЕХОДА ПАШНИ И ЛЕСОПОЛОС .....	385
Хайдапова Д.Д. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ .....	386
Холопов Ю.В., Хайдапова Д.Д., Лаптева Е.М. ЛАНДШАФТНЫЕ И ПОДЗОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ПОЧВАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ .....	387
Чижмак Д. А. ПОЛНАЯ УДЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	388
Шваров А.П., Кубарева А.В., Розанова М.С. ГИДРОСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ НА ЦИКЛАХ ИССУШЕНИЯ-УВЛАЖНЕНИЯ .....	390
Шеин Е.В., Милановский Е.Ю., Скворцова Е.Б., Хайдапова Д.Д., Тюгай З.Н., Початкова Т.Н., Дембовецкий А.В., Шнырев Н.А., Николаева Е.И., Юдина А.А., Романенко К.А., Быкова Г.С., Ключева В.В., Белик А.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ .....	391
Шипкова Г.В. ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	392
Щепашенко Д.Г., Мухортова Л.В., Швиденко А.З. РОЛЬ ПОЧВ В УГЛЕРОДНОМ БЮДЖЕТЕ ЛЕСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	393
Усков И.Б., Данилова Т.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПОЧВ .....	394
Юдина А.В., Милановский Е.Ю. ИНДЕКС РЕФРАКЦИИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПОЧВ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКТОМЕТРИИ .....	396
Юлдашев Г., Исагалиев М., Аскарров Х., Сотиболдиева Г. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРЫХ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ ФЕРГАНЫ .....	397

## Комиссия II

### ХИМИЯ ПОЧВ

Азаренко Ю.А. ФОРМЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ И ДОСТУПНОСТЬ ИХ ДЛЯ РАСТЕНИЙ .....	399
Алексикова А.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Плахов Г.А.,	

Шерстнев А.К. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ .....	400
Алифиров М.Д., Савич В.И., Гукалов В.В. СОЗДАНИЕ ПОЧВ И ГРУНТОВ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ .....	402
Анисимов В.С., Анисимова Л.Н., Фригидова Л.М., Санжарова Н.И., Дикарев Д.В., Фригидов Р.А., Корнеев Ю.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ БУФЕРНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ В ОТНОШЕНИИ ТМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕСТ-РАСТЕНИЙ ...	403
Берёзкин В.Ю., Коробова Е.М., Колмыкова Л.И., Корсакова Н.В., Кригман Л.В. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДА В СИСТЕМЕ ПОЧВА – КАРТОФЕЛЬ В АГРОЛАНДШАФТАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	404
Болсун В.О. ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЛУГОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА .....	406
Воробейчик Е.Л., Кайгородова С.Ю. ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ В РАЙОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА В ПЕРИОД СНИЖЕНИЯ ЕГО ВЫБРОСОВ .....	407
Габов Д.Н., Безносиков В.А., Яковлева Е.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В БУГРИСТЫХ ТОРФЯНИКАХ .....	409
Горбов С.Н., Безуглова О.С., Тагивердиев, С.С., Скрипников П.Н., Карпушова А.В. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ СПЕЦИФИКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ УРБОЛАНДШАФТОВ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ .....	410
Жидкин А.П., Кошовский Т.С., Геннадиев А.Н. НАКОПЛЕНИЕ, ТРАНСФОРМАЦИЯ И МИГРАЦИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ В РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ, ТОРЖОКСКИЙ РАЙОН) .....	412
Калугин Д.В., Цховребов В.С., Никифорова А.М., Марьин А.Н. ВЛИЯНИЕ РЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ НА КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ ПОТЕНЦИАЛ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО .....	413
Кашулина Г.М. КОМПЛЕКСНЫЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ПОЧВЕННО- ГЕОБОТАНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛОКАЛЬНОЙ ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА: МЕТОДИКА И ИНФОРМАТИВНОСТЬ .....	414
Киселева В.А., Барсова Н.Ю., Мотузова Г.В., Завгородняя Ю.А. ПОГЛОЩЕНИЕ МЕДИ ПОЧВОЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА «ЭКСТРА» .....	416

Кондратьева М.А. БУФЕРНОСТЬ ВОДНЫХ И СОЛЕВЫХ ВЫТЯЖЕК ГОРНЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «БАССЕГИ» К ОСНОВАНИЮ .....	417
Коробова Е.М. К ВОПРОСУ О ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЙ .....	418
Лысенко В.Я., Марьин А.Н., Калугин Д.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭРОЗИОННО-ЭЛЮВИАЛЬНОЙ ЗОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО ПЛАТО .....	419
Мадримов Р.М. ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ И ПОДВИЖНЫЕ ПОЛУТОРНЫЕ ОКИСЛЫ .....	421
Надпорожская М.А., Шаяхметова А.Ф., Якконен К.Л., Рюмин А.Г., Пигарева Т.А. ЛИТОГЕННЫЙ ФАКТОР И ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВАХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ: СПЕЦИФИКА ВЛИЯНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ .....	422
Накаряков А.В. НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПОЧВЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ, ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ И ТЕХНОГЕННОГО УПЛОТНЕНИЯ .....	423
Пироговская Г.В. ПОСТУПЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ С АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ, ИХ ИНФИЛЬТРАЦИЯ И МИГРАЦИЯ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ (1981-2012 гг.) .....	425
Подколзин А.И., Чернов В.А. ДИНАМИКА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖОГО ФОСФОРА В ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТАХ ПОЧВЫ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ .....	426
Савич В.И., Гукалов В.В., Поветкина Н.Л., Селиванова А.Г. ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КИСЛОТНО- ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ .....	427
Саламова А.С. СОДЕРЖАНИЕ ПАУ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ВЛИЯНИЮ ВЫБРОСОВ НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС .....	429
Самонова О.А. РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ ЭРОЗИОННЫХ СИСТЕМ ЗОНЫ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ (СМОЛЕНСКО-МОСКОВСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ .....	430
Семенова Ю.В., Помазкина Л.В., Симакова А.А., Кириллова Н.Н. МОНИТОРИНГ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ УГЛЕРОДА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ В ЛЕСОСТЕПИ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ .....	432
Середина В.П., Шайхутдинова А.Н., Овсянникова С.В. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ КУЗБАССА: ПОВЕДЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА .....	433

Сивцева Н.Е. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА УРБАНОЗЕМОВ Г. ЯКУТСКА .....	435
Старокожко Н.А., Рогова О.Б., Карпова Д.В., Егорова З.Н., Коротаева В.В. ИЗМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ФОСФОРУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМОЙ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ .....	436
Сушкова С.Н., Тюрина И.Г., Минкина Т.М., Нефедова А.В. ФИТОТОКСИЧНОСТЬ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА .....	437
Фаизова В.И., Цховребов В.С., Никифорова А.М., Новиков А.А. СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПОДТИПАХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ .....	438
Шамрикова Е.В. КИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ КАК БАЗОВЫЙ РЕГУЛЯТОР ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ .....	440
Шешукова А.А., Матинян Н.Н., Бахматова К.А. ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СЕВЕРО- ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ .....	441
Яшин М.А., Когут Б.М., Семенов В.М. ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПАХОТНОЙ, ЗАЛЕЖНОЙ И ЦЕЛИННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ .....	442

## Симпозиум 1

# ПОЧВЕННЫЕ ФУНКЦИИ И УСЛУГИ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Руководители: чл-корр. РАН С.А. Шоба,  
акад. РАН А.Л. Иванов, д. б. н. Г.С. Куст

---

УДК 631.42

## АНАЛИЗ ПОТОКОВ И ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ И ЭКОСИСТЕМНЫХ СЕРВИСОВ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Васенев В.И.<sup>1,2</sup>, Стурфогель Е.<sup>2</sup>, Васенев И.И.<sup>3</sup>, Щепелева А.С.<sup>1</sup>,  
Саржанов Д.А.<sup>3</sup>, Валентини Р.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>РУДН, Москва, <sup>2</sup>Университет Вагенингена, Вагенинген, Нидерланды,  
<sup>3</sup>РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва<sup>4</sup> Университет Тушии, Витербо,  
Италия

[vasenyov@mail.ru](mailto:vasenyov@mail.ru)

Урбанизация – одна из ключевых тенденций изменения современного землепользования. Городские почвы – ключевой компонент урбоэкосистем, отличающийся уникальным пространственным разнообразием, специфическими условиями формирования и функционирования. На данный момент в научной литературе урбанизация ассоциируется в первую очередь с негативным воздействием на почвенный покров. В то же время урбоэкосистемы создают новые условия для реализации и потребления основных экологических функций и экосистемных сервисов (услуг) городских почв. Характер и качество реализуемых функций может зависеть как от естественных факторов (природная зональность), так и от антропогенных (функциональное использование). Несмотря на принципиальные отличия свойств и условий формирования городских почв от естественных аналогов, особенности их функционирования остаются малоизученными.

Анализ экологических функций почв и сопряженных экосистемных сервисов -перспективный метод для интегральной оценки роли почв для человека и окружающей среды, интерпретации и адаптации результатов почвенных изысканий для широкого спектра практических задач. Отсутствие объективных количественных критериев для анализа функций и сервисов городских почв на данный момент не позволяет внедрять эти концепции в практику экологического мониторинга, нормирования и оценки.

В рамках данного исследования были проанализированы возможности использования результатов мониторинга потоков и запасов углерода для оценки экологических функций и сервисов городских почв. Учитывая высокое пространственно-временное разнообразие городских почв были рассмотрены параметры, которые могут характеризовать потоки и запасы углерода на различных уровнях пространственной организации и за различные временные промежутки. Были выделены следующие группы параметров: статичные (запасы углерода в почве, наземной и корневой биомассе), динамичные (эмиссия  $CO_2$  *insituv* зависи-

мости от меняющихся климатических условий) и интегральные (почвенная микробиологическая активность, соотношение органического углерода и углерода микробной биомассы, микробный метаболический коэффициент). Выбранные параметры городских почв изучались в различных климатических условиях (южно-таежная и лесостепная зоны), для различных функциональных зон (промышленных, селитебных и рекреационных), а также для контрастных антропогенных нагрузок (загрязнение, засоление, подкисление) и физико-морфологических свойств почвенных конструкций (характер и мощность органогенного горизонта). Показано, что потоки и запасы углерода объективно характеризуют ключевые функции (газовая функция и биодеструкция; биоресурсная функция; плодородие) и сервисы (образование биомассы; формирование газового состава атмосферы и воздействие на климат; сохранение биоразнообразия) городских почв. При этом выбор параметров оценки определяет пространственным уровнем анализа. Так, для оценки устойчивости функционирования модельных почвенных конструкций на локальном уровне наиболее информативными были результаты мониторинга эмиссии CO<sub>2</sub> в полевых условиях, годовой прирост биомассы и динамика запасов органического углерода. В то же время, для регионального моделирования и оценки влияния урбанизации на экологические функции почв, оптимальными были параметры микробиологической активности и запасы почвенного органического углерода, усредненные для поверхностных и подстилающих горизонтов.

УДК 631.4

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ О ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ПОЧВ В ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ**

**Верещагина Е.А.**  
*СПбГУ, Санкт-Петербург*  
[ea.grigorieva@gmail.com](mailto:ea.grigorieva@gmail.com)

Безопасность строительства и эксплуатации крупных промышленных объектов, а также надежность оценок, связанных с изучением их воздействия на окружающую среду, определяются во многом полнотой и качеством гидрологических, метеорологических, гидрогеологических и почвенных исследований. Исследования антропогенного воздействия на окружающую среду должны носить комплексный характер, т.е. сочетать полевые изыскания и модельный анализ. В зависимости от объектов и целей исследования, размер области возможного воздействия на окружающую среду может варьировать в широких пределах – от локального до регионального, что предполагает проведение разномасштабных исследований.

На современном этапе развития науки моделирование является универсальным методом научного исследования. Моделирование – это изучение экологических и физических закономерностей с помощью лабораторных, натуральных или математических моделей. Под моделью понимается имитация того или иного явления реального мира, позволяющая делать прогнозы.

Важнейшими для гидрологических процессов свойством почвогрунтов, слагающих водосбор, являются их водопроницаемость и водоудерживающая способность. Водно-физические свойства почв во многом определяют характер и интенсивность процессов стока, распределение его на поверхностный, почвенный и грунтовый, его естественную зарегулированность. Инфильтрация является ключевым процессом с точки зрения гидрологии, сельского хозяйства, планирования мелиоративных мероприятий, проблем охраны и рационального использования природных ресурсов.

Инфильтрация – комплексный процесс, зависящий от свойств почвы и выпадающих осадков, начальных и граничных условий формирования стока. Интенсивность инфильтрации в почву определяется условиями на верхней границе, которые могут меняться от условий, которые регулируются потоком, до условий, которые регулируются самой почвой – насыщенной водой и наоборот. Нижней расчетной границей является обычно уровень грунтовых вод.

Для численной оценки объема инфильтрации используется обычно несколько типов математических моделей, отражающие различные концептуальные подходы:

- Эмпирические модели (уравнение Костякова, уравнение Хортон, уравнение Мезенцева, уравнение SCS (USDA Soil Conservation Service)) – часто представлены в форме простых уравнений, параметры которых определены исходя из натурных или лабораторных исследований;
- Модель Грина-Ампта – использование всех моделей, основанных на уравнении Грина-Ампта применимо к условиям избыточного увлажнения территории как главного стокообразующего фактора. Вода просачивается в почву единым фронтом проникновения влажности;
- Одномерное уравнение Ричардсона – на данный момент уравнение Ричардсона является наиболее полным методом решения для расчета движения воды в почвах, включая инфильтрацию, эвапотранспирацию и разгрузку в подземные воды. Использование уравнения Ричардсона не ограничивается стоком при избыточном увлажнении почвы.

Приведенные выше численные решения используются в современном программном обеспечении, что позволяет эффективно прогнозировать объем и скорость инфильтрации, а также перенос загрязняющих веществ и засоление почв.

Почвенный покров является пограничной средой между атмосферой и геосферой, и, исходя из задач конкретного исследования, мы должны рассматривать процессы, происходящие в ней либо как основные (к примеру, определение запаса влаги в почве для нужд сельского хозяйства), либо в качестве граничных условий (к примеру, для оценки объема стока с водосбора). Таким образом, с точки зрения учитываемых в них процессов и явлений, программные продукты можно разделить на те, в которых почва является основным исследуемым объектом (к примеру, Hydrus или SaltMOD), либо же процесс инфильтрации рассматривается в комплексе с другими процессами и явлениями (к примеру, формирование гидрографа и хемографа стока в замыкающем створе в программных продуктах MIKESHE, HEC-HMS, GSSHA).

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-35-00216 мол\_а.*

## ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ КАК ПРЕДМЕТ ПОЗНАНИЯ В ПОЧВОВЕДЕНИИ

**Воробьев Г.Т.**

*Брянское отделение Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Брянск*  
[20051937@mail.ru](mailto:20051937@mail.ru)

Докучаевское генетическое почвоведение, открывшее почву, сформировало и удивительно простое её философское определение – «почва есть естественно-историческое тело природы».

Почвенный покров проявляет себя в виде биокосного покрывала и защитного экрана. Почвенная покровность выступает пра-пра-первичной формой жизни и является прообразом (матрицей), – для создания и одевания внешними, «кожными», покровами все организмы на Земле. Тем самым природа предложила онтологическую форму законченности организмами непрерывной формы жизни.

Почвенный покров, обладает природной цельностью с пространственно-временной функцией непрерывности, обладает свойствами сокровенного воздействия и незаменимости присутствия, которые обнаруживаются только при непосредственном контакте.

Непрерывность. Почвенный покров обладает свойством пространственно-временной непрерывности. Это свойство почвенного покрова выполняет всеохватывающую базовую функцию непрерывности пространства вообще и являются поэтому фундаментом биосферы, обеспечивающим её устойчивость.

Непрерывность почвенного покрова – в такой же мере объективное предметное свойство чувственного восприятия внешней действительности, обнаруживают объективные связи, существующие в целом реальном мире, биосферной частью которого почвенный покров является.

Сокровенность. Почвенный покров выступает носителем и хранителем Жизни, является передающим звеном, скрепляющим прошедшую жизнь с будущей. В этом звене-скрепе кроется и проявляется суть сокровенного воздействия почвенного покрова, осуществляется сотворчество в вековечном и устойчивом движении жизни. Сокровенность почвенного покрова возникает как отношения в системной биосфере и обнаруживает себя как бы через тонкую связь, через квазидуховную сущность взаимодействия живого с его потенциальным носителем, каким является почвенный покров. Эту связь можно представить, например, как сокровенное воздействие, осуществляемое по принципу феноменов «антейного» и «гераклового» характера.

Незаменимость. В системе биосферной иерархии развития жизни низшее служит основанием высшему, и на самых верхних ступенях (человек) происходит отрыв от основания – его просто не замечают, о нём забывают, его попирают, а то и третируют. В таком именно положении и находится почвенный покров. Незаменимость почвенного покрова обернулась его забвением! Это особенно хорошо просматривается на примере существования городской цивилизации с явными её чертами «феномена Геракла» – отрывом от почвенной основы. Горожанин, потерявший почву под ногами, поэтому обре-



чѐн на духовную и нравственную деградацию, в глобальное потребительское «элементарное существо».

Сделаем концептуальный вывод. Почвенный покров выступает в роли заступника. Но, хотя в каждом виде заступничество проявляется, а вот чем именно защищает, – пока не ясно. Внутренняя форма слова указывает на кровность – это и есть духовная защита, поскольку слова «кровность» и «кровный» означают духовную близость почвенного покрова к жизни, защитную роль которой он выполняет. Присутствующую в почвенном покрове духовность, как «изначальное свойство материи», мы и предложили назвать сокровенностью. Обнаружение и оценка почвенной духовности биосферы Земли придаёт уверенности в том, что её изучение станет объективной реальностью, а само слово «сокровенность» из метафоры станет признанным термином почвоведения, а значит, и в науке вообще.

Почвоведение должно опираться на фундаментальное основание – на уже утвердившееся знание о почве, как самоценности «самостоятельного тела природы» Надо решительно противостоять тому противоестественному процессу, что ныне осознание таковой самоценности уходит, подменяется признанием лишь полезности. Одним из краеугольных камней такого фундамента и должно явиться Учение о почвенном покрове, основанное на трёх его неизменных свойствах.

Изучение почвенного покрова, как самостоятельного предмета познания, позволяет определиться с материальной основой почвенного пространства и укажет на носителя духовной реальности мира.

УДК 631.47:332.3

## **ЭКОНОМИКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Головлева Ю.А.**

*Евразийский центр по продовольственной безопасности,*

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[julango85@gmail.com](mailto:julango85@gmail.com)

Экономика деградации земель (ЭДЗ) – это новое междисциплинарное направление исследований, изучающее количественную оценку экономического эффекта антропогенного нарушения почвенного покрова. Особенностью современной концепции ЭДЗ является учет экосистемных услуг, которые теряются в результате деградации земель. На настоящем этапе происходит адаптация методики ЭДЗ к конкретным природно-климатическим и социально-экономическим условиям по всему миру. Нашей задачей в данной работе – адаптация и верификация методики ЭДЗ к условиям Новосибирской области.

Новосибирская область расположена на юго-востоке Западно-Сибирской равнины. Климат – континентальный. Средняя температура января от  $-16^{\circ}\text{C}$  на юге, до  $-20^{\circ}\text{C}$  в северных районах. Средняя температура июля  $+18$  –  $+20^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков около 425 мм. Область расположена в степной, лесостепной и таёжной зоне. Растительный покров представлен лесами, болотами и лугами.

Основное распространение здесь имеют темно-серые лесные почвы на лессовидных карбонатных суглинках при меньшем значении собственно серых лесных почв. В незначительном количестве встречаются оподзоленные черноземы.

Сельское хозяйство области специализируется на выращивание зерна, картофеля и овощей. Развиты мясомолочное животноводство, птицеводство и пчеловодство. Важную роль играет производство льна. Однако сейчас большие площади земель распаханы, урожайность редко превышает 20 ц/га. С точки зрения экономической ситуации Новосибирская область не занимает ведущих позиций и на настоящее время считается отсталой по отношению к близлежащим областям.

В работе были оценены типы и степени деградации почв на основе имеющихся данных для изучаемой территории. Для этого были использованы научные статьи, почвенная карта Новосибирской области (1: 2 500 000) и карта текущего состояния почв Новосибирской области (1: 2 500 000). Оценка динамики деградации земель по снижению NDVI в течение последних 20-25 лет проводилась по снимкам MODIS в программах QGIS и Saga.

В области развиты следующие деградационные процессы: водная и ветровая эрозия, заболачивание, засоление, осолонцевание, потеря органического углерода пахотными почвами, техногенное загрязнение почв, обезлесивание. По степени деградации преобладают среднеэродированные почвы.

Деградация почв приводит к снижению продуктивности земель, следовательно, к снижению урожайности и рентабельности сельского хозяйства. Также деградация приводит к уменьшению стоимости экосистемных услуг почвы (развитие водной эрозии вызывает ухудшение качества вод, запасов углерода в почве и вредит биологическому разнообразию почвенного населения). Предварительный анализ данных показал, что деградация земель связана с экономическим показателем сельского хозяйства. Ожидается, что предотвращение деградации земель, будет дешевле, чем восстановление деградированных земель.

УДК 631.47

## **СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ РЕГИОНАЛЬНОГО АГРОХИМЦЕНТРА КАК ПОДСИСТЕМЫ ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ РОССИИ**

**Голозубов О.М.<sup>1</sup>, Литвинов Ю.А.<sup>1</sup>, Кайдалова Н.В.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологий,  
Ростов-на-Дону, <sup>2</sup>ФГБУ ЦАС Ростовский, Ростов-на-Дону*

[oleggolozubov@gmail.com](mailto:oleggolozubov@gmail.com)

Генеральная ассамблея ООН объявила 2015 год международным днем почв.

В 2015 году в ФАО ООН (продовольственная и сельскохозяйственная организация) была принята пересмотренная Всемирная Хартия Почв. Россия является полноправным членом ФАО с 2006 года, с 2012 года участвует в программе ГПП (глобального почвенного партнерства).

Хартия содержит ряд рекомендаций правительствам, региональным и международным организациям, в частности, по созданию и поддержке национальных почвенных информационных систем, а также координации усилий в целях создания глобальной почвенной информационной системы с высокой степенью точности и детализации.

Следует отметить, что усилия по созданию глобальных почвенных информационных систем предпринимаются не только ФАО, но и другими организациями:

- проект INSPIRE с 2007 года под эгидой Евросоюза;
- проект GlobalSoilMap с 2008 года неправительственными организациями и фондами;

В рамках этих проектов достигнуты существенные успехи, и проект ФАО рассчитан на использование этих достижений и выработанных принципов:

- распределенное хранение первичной почвенной информации в локальных почвенных датацентрах, то есть местах сбора первичной информации;
- информационный обмен в распределенной пространственной инфраструктуре осуществляется «по запросу» в режиме онлайн;
- структура регионального почвенного датацентра предусматривает широкое участие различных организаций, генерирующих мониторинговую информацию, осуществляющих векторизацию и наполнение баз архивных данных, выполняющих обработку данных дистанционного зондирования (ДДЗ), разработку алгоритмов и пространственно-статистический анализ;

В соответствии с перечисленными принципами глобальный центр почвенных данных, фактически, не содержит собственно базу данных, но является агрегатором и фильтром, осуществляющим информационный обмен данными представленными в сопоставимом виде. Разработаны стандарты ISO 28258 и SoilML, основанные на XML-представлении почвенной информации. При этом сохраняется возможность централизованного получения оперативных отчетов с актуальностью на момент запроса.

Проектом национального масштаба, разработанным в соответствии с базовыми международными принципами организации национальной распределенной сети почвенных датацентров, является информационная система почвенно-географическая база данных России (ИС ПГБД РФ).

В рамках проекта ИС ПГБД РФ организована и апробирована тестовая распределенная сеть почвенных датацентров в составе:

- факультета почвоведения МГУ (архивные мелкомасштабные почвенные карты, представительные профили, расчетные алгоритмы, агрегатор данных);
- Белгородского Агрохимцентра (актуальные данные мониторинга плодородия, крупномасштабные почвенные карты, границы полей);
- Ростовского Агрохимцентра (актуальные и архивные данные мониторинга плодородия, представительные разрезы, данные по загрязнению почв, выращиваемым культурам, границы полей);
- Минсельхоз Ростовской области (данные о принадлежности полей фермерским хозяйствам, данные по урожайности и агротехнологиям);
- Южный федеральный университет, кафедра почвоведения (крупномасштабные архивные почвенные карты и представительные профили, циф-

ровая модель рельефа, расчетные алгоритмы для растровых карт, агрегатор данных).

Для этой тестовой сети:

- разработана типовая структура информационной системы почвенного датацентра (Агрохимцентра);
- разработано программное обеспечение для эргономичного массового ввода почвенной информации при мониторинге плодородия;
- разработаны и протестированы схемы информационного обмена «по запросу», разработаны библиотеки запросов, агрегации информации;
- разработана схема унифицированного представления почвенной информации в формате XML, обеспечивающая сопоставимость почвенных данных для различных организаций-генераторов почвенной информации;
- опробован и внедрен ряд алгоритмов использования комплексной почвенно-природной и административно-аграрной информации для планирования устойчивого управления почвенно-земельными ресурсами, оптимального землеустройства и его адаптивно-ландшафтных форм с учетом эрозионной опасности и других решений, повышающих эффективность использования и сохранность почв.

УДК 502/504; 631/635; 911

## **БИОСФЕРНАЯ СТРАТЕГИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П.**

*Всероссийский НИИ кормов им. В. Р. Вильямса, Лобня*

[viktrofi@mail.ru](mailto:viktrofi@mail.ru)

Биосферная стратегия жизнедеятельности человечества является основой продуктивного долголетия агроэкосистем. Она реализуется в единой системе "агрландшафты – почва – растение – животное – животноводческая продукция – человек" на основе сбалансированного взаимодействия секторов производства (растениеводства, кормопроизводства, земледелия, животноводства) и рационального природопользования (обеспечения устойчивости агроландшафтов и сохранения плодородия почв как основной производительной силы и средства производства в сельском хозяйстве) в целях устойчивого развития сельских территорий, продовольственной и экологической безопасности России.

В современных условиях развития сельского хозяйства, при острой нехватке средств и материальных ресурсов, решение проблем продовольственной и экологической безопасности страны должно базироваться на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических, географических и экологических факторов.

Управление агроэкосистемами и агроландшафтами, их продукционной, средообразующей и природоохранной функциями, является важнейшей государственной задачей в целях сохранения, воспроизводства и обеспечения продуктивного долголетия сельскохозяйственных земель и плодородия почв Рос-

сии, самой основы, производственного базиса сельского хозяйства. Решение этой проблемы – ключевое звено в обеспечении продовольственной и экологической безопасности страны.

Стратегией устойчивого развития сельских территорий и рационального сельскохозяйственного природопользования является целенаправленная оптимальная пространственно-временная организация сбалансированных агроландшафтов, которая должна быть наиболее адекватной их природной структуре и динамике.

Управление агроландшафтами направлено на создание их экологически устойчивой структуры и обеспечение нормального функционирования, увеличение доли природных и сеяных кормовых угодий в структуре агроландшафтов, разработку и реализацию комплекса биомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий по предотвращению эрозии, дефляции и восстановлению плодородия почв, залужение или залесение эродированных и дефлированных земель, возделывание многолетних трав на эрозионноопасных и дефляционноопасных пахотных землях, расширение посевов засухоустойчивых и солеустойчивых культур, регулирование солевого и солонцового процессов и др.

Значение кормопроизводства заключается не только в производстве кормов для животных, но и в обеспечении продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных земель и агроландшафтов, повышении плодородия почв, рациональном природопользовании и охране окружающей среды. Кормопроизводство – один из ведущих факторов управления сельскохозяйственными землями и агроландшафтами России. Кормопроизводство основано на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов и играет ведущую роль в управлении продукционным процессом и средообразующим потенциалом агроэкосистем и агроландшафтов.

Создание оптимальной пространственно-временной структуры агроландшафта обеспечивают оптимизация видового состава сельскохозяйственных культур и структуры посевных площадей, размещения сельскохозяйственных культур (пропашные, зерновые, однолетние и многолетние травы) по элементам агроландшафта, применение современных технологий и системы севооборотов. Повышение плодородия почв обеспечивается за счет оптимального насыщения посевных площадей бобовыми и бобово-злаковыми многолетними травами.

Управление продукционным процессом в растениеводстве обеспечивается не только хорошим сортом, качественными семенами, удобрениями и агротехникой. Продуктивность – это производное всей системы агроландшафта, т. е. его инфраструктуры, оптимальной структуры посевных площадей, севооборотов, достаточной доли многолетних трав. Продуктивность и устойчивость агроэкосистем и агроландшафтов во многом зависят от многолетних трав. Их доля в севооборотах сегодня недостаточна для того, чтобы обеспечить эффективную защиту сельскохозяйственных земель и почв от воздействия эрозии, дефляции и дегумификации.  $\frac{1}{3}$  наших сельскохозяйственных земель уже деградирует под влиянием эрозии, дефляции, дегумификации, а пашня теряет 1–2.5 т/га гумуса ежегодно.

## **ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ СЕРВИСЫ: ЗНАЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫМИ РЕСУРСАМИ**

**Красильников П.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Институт биологии КарНЦ РАН,  
Петрозаводск*

[krasilnikov@ecfs.msu.ru](mailto:krasilnikov@ecfs.msu.ru)

В последние годы нарастает осознание значимости почв для обеспечения, с одной стороны, продовольственной безопасности и, с другой стороны, экосистемных сервисов. В рамках проблематики продовольственной безопасности почва является ключевым элементом, обеспечивающим устойчивое сельскохозяйственное производство. В то же время очевидно, что почва, как один из лимитирующих факторов развития земледелия, является важным регулятором физической доступности продовольствия в силу того, что ряд регионов нашей страны не обладает почвенными ресурсами, пригодными для использования в сельском хозяйстве. Следует также отметить роль почв в обеспечении пищевой безопасности, то есть в производстве здоровой пищи, свободной от биологических и химических загрязнителей почвенного происхождения.

С точки зрения экосистемных сервисов следует учитывать, что подобные сервисы тесно связаны с функциями почв, в том числе с ролью почв в цикле углерода, в поддержании биологического разнообразия, обеспечении качества грунтовых и поверхностных вод и т.д. Соответственно, при оценке стоимости экосистемных сервисов критическую роль играют свойства и режимы почв, которые могут существенно меняться в ходе деградации почв под действием антропогенных факторов.

Снижение качества почв в результате их деградации влияет как на их продуктивность, так и связанные с ними экосистемные сервисы. Продуктивность деградированных почв, как правило снижается, но может быть компенсирована за счёт интенсификации сельскохозяйственного производства. В то же время интенсификация связана с повышением затрат, а также зачастую приводит к повышению антропогенного прессинга на почвы, то оказывает негативное влияние на оказываемые почвами экосистемные сервисы.

Очевидным решением проблемы представлено повсеместное внедрение практик устойчивого управления почвенными ресурсами (УУПР), которые направлены на поддержание или улучшение функций почв, что подразумевает повышение почвенного плодородия и улучшения экосистемных сервисов, связанных с почвами (ЭССП). Конкретные подходы и мероприятия для внедрения УУПР сформулированы в "Добровольных принципах по устойчивому управлению почвенными ресурсами", подготовленных Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО).

Внедрение УУПР сталкивается с проблемами, связанными с почти повсеместным распространением ранее деградированных почв, в связи с чем стоимость внедрения УУПР должна включать и стоимость рекультивации земель. В ряде случаев стоимость восстановления почв может существенно превышать ожидаемый экономический эффект от использования почв в будущем, даже с учётом

экосистемных сервисов. В связи с этим первостепенное значение имеет адекватная оценка затрат на рекультивацию и внедрение практик УУЗР, с одной стороны, и возможных выгод от продукционных и прочих ЭССП.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 14-38-00023.*

УДК 504.75

## **НЕЙТРАЛЬНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ И ПОЧВЕННЫЕ ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Куст Г.С., Андреева О.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[gkust@yandex.ru](mailto:gkust@yandex.ru)

Основная проблема - Россия практически потеряла былой международный авторитет в научных исследованиях и практических мероприятиях по борьбе с деградацией земель. Проблема деградации земель – не в числе национальных приоритетов.

Тезис 1. Ключевые понятия, их изменения за последние 20-30 лет и связанные проблемы. Определение «земель» – ключ к пониманию многих современных парадигм, к правильному переводу их на русский язык

- Земля – «традиционность» и «особость» понимания термина в России
- Деградация земель – в Россиитермин, имеющий приоритетное отношение к сельскому хозяйству, почвам, продуктивности агросистем

Доминирующий подход в международных организациях

- Земля – термин, аналогичный (в разных случаях) наземным экосистемам, ландшафтам
- Деградация земель – потеря «экосистемных функций», «экологических услуг», биосферной значимости, экономического значения

Земля – определение, аспекты рассмотрения.

Экономический:

- Земля - "даровые блага природы"; природные ресурсы, которые могут быть использованы для производства товаров и услуг
- Земля - один из основных видов природных ресурсов, главное средство производство в сельском хозяйстве

Юридический, правовой:

- Объект гражданских прав с особым правовым статусом,
- Объектом земельных отношений выступает не земля вообще, а конкретный земельный участок, часть поверхности земли, имеющая установленные границы, площадь, местоположение, правовой статус и другие характеристики.

Экологический:

Важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами, являющаяся главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, а также пространственным базисом для размещения предприятий и организаций.

Тезис 2. Современные парадигмы:

- Деградация земель
- Устойчивое землепользование [управление земельными ресурсами]
- Land use and land cover changes
- Land-based adaptation

Актуальные парадигмы в сфере внимания Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН)

Непосредственно связанные:

- Опустынивание/деградация земель
- Устойчивое землепользование

Нексут:

- Устойчивое развитие
- Климатические изменения и адаптация к ним
- Снижение биологического разнообразия
- Продовольственная безопасность
- Благополучие и развитие
- Экосистемные услуги
- Здоровье окружающей среды
- Риски природопользования/чрезвычайных ситуаций и их предупреждение

Тезис 3. Инициативы и области активного внимания КБО ООН

- Нейтральная деградация земель
- Координация действий с другими Рио конвенциями: РКИК и КБР
- Устойчивое землепользование
- Продовольственная безопасность
- Чрезвычайные ситуации
- Экономика деградации земель
- Социальные и гуманитарные аспекты
- Научно-политическое взаимодействие
- Расширение спектра заинтересованных сторон, особенно бизнеса и общественных организаций
- Взаимодействие при принятии решений "сверху-вниз" и "снизу-вверх"
- Системы мониторинга и оценки эффективности на разных уровнях
- Постепенное расширение мандата КБО ООН на проблему глобальной деградации земель

Тезис 4. Нейтральная деградация земель (НДЗ) – это такое состояние, когда количество здоровых и продуктивных земельных ресурсов, необходимое для поддержания жизненно важных экосистемных услуг, остается стабильным или увеличивается в определенных масштабах времени и пространства.

НДЗ может быть определена

- как концепция землепользования / управления земельными ресурсами
- как явление равновесия/гомеостаза/устойчивости наземных экосистем
- как цель устойчивого землепользования

Тезис 5. Почвенные индикаторы глобального значения могут характеризовать только второй из указанных аспектов рассматриваемого НДЗ и включают параметры состояния почвенного покрова, отражающие изменения состояния земель и параметры, отражающие состояние и количество углерода в почвах. Почвенные индикаторы регионального (национального) и местного значения могут быть существенно расширены в зависимости от биофизических особенностей территории и типа хозяйствования.



## ПЛОДОРОДИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Любова С.В.<sup>1</sup>, Блынская Т.А.<sup>2</sup>, Любова Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, <sup>2</sup>Архангельский НИИСХ, Архангельск  
[s.lyubova@narfu.ru](mailto:s.lyubova@narfu.ru)

Продовольственная безопасность Северо-Западного региона в целом, и Архангельской области в частности – важное направление не только научных исследований, но и государственной политики. Потенциал АПК в регионе реализован далеко не полностью, и состояние продовольственной безопасности вызывает серьезные опасения. Сохраняется высокая импортная зависимость по отдельным видам сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия, что ведет к угрозе экономической безопасности.

Плодородие почв выступает не только как агрономическая категория, но и как социальная, экономическая, политическая. Эффективное плодородие, иногда называют экономическим, оно обеспечивает продуктивность культур, т.е. это результат реализации потенциального плодородия. В агроценозах эффективное плодородие, реализуемое в виде урожая сельскохозяйственных культур, обусловлено не только естественным плодородием почв и климатическими условиями, но и от способностей использовать почвы в производстве, от развития науки и техники и реализации их достижений.

В условиях Архангельской области уровень и структура производства растениеводческой продукции лимитированы агроклиматическими ресурсами, количественными и качественными характеристиками земельных угодий. В области в последние 20 лет наблюдается снижение площадей сельскохозяйственных угодий, находящихся в обороте, так посевные площади в целом, в 1998 г. составляли 230,1 тыс. га, в 2014 г. – 87,0, сократились посевные площади в том числе, под зерновыми культурами с 27,9 тыс. га до 3,0, под кормовыми культурами с 175,1 до 72,1, под картофелем 23,2 до 10,2, соответственно. Производство основной растениеводческой продукции уменьшилось, например, в 1998 г. выращено картофеля 372,8 тыс. т, а в 2013 г. – 137,2, овощных культур 69,5 и 34,9, соответственно. Ввоз, включая импорт, увеличился за анализируемый период в несколько раз: по картофелю с 1,7 тыс. т до 45,9, по овощным культурам с 11,2 тыс. т до 69,1. Сокращение кормовых угодий оказало влияние на производство молока в области. В 1998 г. производство составляло 190,0 тыс. т, в 2014 г. – 117,9 тыс. т, ввоз молочных продуктов возрос с 27,6 тыс. т до 95,8.

Плодородие почвы интегральный показатель и характеризуется группами показателей свойств почвы: агрохимическими, агрофизическими и агробиологическими, наиболее важными являются первые. По данным ФГБУ станция агрохимической службы «Архангельская» (на 01.01.2013 г.) средневзвешенное значение обменной кислотности пахотных земель в Архангельской области составляет рН 5,6, при чем доля кислых почв с рН менее 5,5 – 38 %, и близких к нейтральным и нейтральных, т.е. рН более 5,5 – 62 %. Средневзвешенное значение содержания подвижного фосфора в почве пашни – 175 мг/кг почвы, по клас-

сификации почв по обеспеченности питательными веществами – 5 класс, содержание высокое. Доля почв с низким и средним содержанием фосфора – 19 %, с повышенным до очень высокого – 81%. Содержание обменного калия в пахотных угодьях области составляет в среднем 135 мг/кг почвы – 4 класс обеспеченности, повышенное содержание. Доля почв с низким и средним содержанием подвижного калия – 44 %, с повышенным до очень высокого – 56 %. Содержание гумуса в среднем по области в почвах пашни – 2,71 %.

Показатели, характеризующие плодородие почвы достаточно высокие, это объясняется тем, что при выведении сельскохозяйственных земель из оборота, в первую очередь изымаются менее плодородные с нарушением водно-воздушного режима. Значительная часть сельскохозяйственных территорий области (13 %) страдает от переувлажнения, 78,1 тыс. га сельскохозяйственных угодий заболочены, 152,4 тыс. га сельскохозяйственных земель переувлажнены, в том числе пашни – 15,0%, сенокосов – 48%, пастбищ – 38%.

Воспроизводство плодородия почвы, улучшение ее свойств и гумусного состояния - одна из основных задач адаптивно-ландшафтного земледелия, которая эффективно решается при комплексном использовании агрохимических средств. Научно-обоснованная система применения органических и минеральных удобрений в сочетании с химической мелиорацией, позволяет оптимизировать параметры показателей плодородия, основных физико-химических и химических свойств почвы, и повысить урожайности сельскохозяйственных культур в среднем на 20–40 %. Современные тенденции применения минеральных удобрений зависят от финансового положения аграрных предприятий. Динамика применения удобрений на сельскохозяйственных угодьях Архангельской области: внесено органических удобрений на 1 га посева в 1987 г. – 11,5 т, в 2013 г. – 3,0 т; минеральных 154 кг и 16,4 кг, соответственно. Снижение норм органических и минеральных удобрений существенно сказывается на урожайности, валовых сборах и качестве растениеводческой продукции, эти показатели характеризуют обеспеченность населения области местной продукцией, а следовательно, связаны с продовольственной безопасностью области, в частности, страны, в целом.

УДК 631.439

## **ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОЧВЕННЫЕ ПОТОКИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АГРОЭКОСИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА**

**Мазиров И. М.<sup>1</sup>, Боротов Б.Н.<sup>1</sup>, Щепелева А. С.<sup>2</sup>, Глушков П. К.<sup>1</sup>, Визирская М.М.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва,

<sup>2</sup>РУДН, Москва, <sup>3</sup>АО «МХК «ЕвроХим», Москва

[imazirov@gmail.com](mailto:imazirov@gmail.com)

Поиск мер по смягчению глобальных изменений – один из основных вопросов современной политики. И основное внимание направленно на сокращение антропогенных выбросов парниковых газов и увеличение объёмов его депо-

нирования. Дыхание почвы – это один из преобладающих наземных потоков  $\text{CO}_2$ . Оно включает в себя два основных компонента потока: автотрофное дыхание корневых систем и корневых остатков организмов и гетеротрофное дыхание свободно живущих почвенных микроорганизмов.

Целью нашего исследования состоит в оценке эмиссии  $\text{CO}_2$  на полях озимой пшеницы и картофеля с различными вариантами обработки почв в типичной агроэкосистеме Московского региона с окультуренными дерново-подзолистыми почвами.

Исследования проводили на полях опыта точного земледелия полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, для которой характерны почвенные геоморфологические условия, типичные для ландшафтов центральной части Нечерноземной зоны России. Апробационные исследования проводили в течение восьми месяцев, с 10 января по 21 августа 2015 г. посредством прямого измерения потоков на приборе Li-COR LI-820. Измерения проводились 1 раз в 10 дней.

Полученные данные обрабатывались в программах SoilFluxPro и Microsoft Excel.

Полученные данные по эмиссии  $\text{CO}_2$  почвами исследуемых объектов выявили значительные сезонные изменения потоков  $\text{CO}_2$  из почв.

Сравнивая полученные данные по полю озимой пшеницы с отвальной и нулевой обработкой можно сказать, что эмиссия идет интенсивнее на варианте с нулевой обработкой в среднем на 8,17%. Это сопоставимо с данными 2012 г. – 7%. Однако, можно наблюдать резкий всплеск активности в середине мая в варианте озимой пшеницы с нулевой обработкой. Возможно, интенсивное повышение температуры и сохранение почвенной влаги дало такой результат.

По результатам проведенных исследований, можно сказать, что в 2015 г. культура в качестве определяющего фактора величины эмиссии углекислого газа себя проявила меньше, чем в 2012 г. Разница между озимой пшеницей и картофелем составила всего 27,9%. Влияние погодных условий оказалось более действенным в 2015 году по отношению к 2012 году, чем разница в проективном покрытии, биомассе побегов, корневой биомассе. Однако, помимо метеорологических условий, заметную реакцию дала обработка поля картофеля десикантом, что привело к росту эмиссии после её снижения из-за внешних метеорологических условий.

Влияние обработки почвы соответствует нашим предыдущим результатам. Так, разница между почвенными потоками углекислого газа в разных вариантах обработки в пределах одной культуры составила от 4,5 до 8,2%. Эти данные сопоставимы с исследованием 2012 г. (оба варианта культуры показали разницу в среднем 7%). Гипотеза, выдвинутая в 2012 г., подтвердилась – обработка почвы напрямую влияет на процессы эмиссии углекислого газа, и интенсивность эмиссии больше в варианте с минимальной или нулевой технологией. Это можно объяснить ненарушенностью почвенной биоты – она способна перерабатывать больше почвенного углерода и эмитировать его в виде углекислого газа.

*Проведенные исследования выполнялись в рамках грантов РФФИ № 14-05-31370 и 14-04-31992.*

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ПОЧВ

**Макаров О.А., Яковлев А.С., Цветнов Е.В., Строков А.С., Ермияев Я.Р.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[oa\\_makarov@mail.ru](mailto:oa_makarov@mail.ru)

Экономическая оценка причин и последствий деградации земель крайне важна для определения алгоритма оптимального управления земельными ресурсами на наднациональном, национальном, региональном, муниципальном уровнях, уровне отдельного хозяйства.

Подобная оценка в Российской Федерации традиционно проводится посредством расчета величины ущерба/вреда, нанесенного землям в результате проявления таких процессов деградации как водная и ветровая эрозия, деградация, загрязнение, засоление и др. При этом указанная величина должна учитывать стоимость работ по восстановлению (рекультивации) территории и величину упущенной выгоды. При оценке упущенной выгоды чаще всего рассчитывают убытки от неполучения/недополучения урожая определенной сельскохозяйственной культуры в результате деградации земель. В тоже время деградационные процессы, как правило, приводят не только к снижению плодородия почв, но и нарушению других их функций в экосистемах, а также к потере их экосистемных услуг (сервисов).

За пределами России разработаны и апробированы различные методы оценки деградации земель, в том числе, опирающиеся на сопоставление цены действия (чистая приведенная стоимость - NPV - земли при смене землепользования) и бездействия (NPV при существующем землепользовании) при протекании процессов деградации. Такие принципы оценки, например, отражены в методике Й. фон Брауна (vonBraunetal., 2012, 2013), предусматривающей также анализ экосистемных услуг.

Целью проведенных исследований явилось изучение экосистемных услуг почв различных агрохозяйств Русской равнины (УО ПЭЦ МГУ имени М.В.Ломоносова Солнечногорского района Московской области, агрохозяйство «Лукино» Истринского района Московской области, бывший совхоз «Тихий Дон» Куркинского района Тульской области) и применение результатов этого изучения при экономической оценке деградации земель указанных хозяйств.

Были выявлены и подробно описаны следующие экосистемные услуги почв агрохозяйств: прямого обеспечения ресурсами (среда обитания, аккумулятор и источник вещества и энергии для организмов суши; трансформация поверхностных вод в грунтовые), защиты (защитный барьер биогеоценоза; поглощение и удержание некоторых газов), поддержания жизни, культурные услуги (образовательные и др.). Последующая экономическая интерпретация экосистемных услуг почв позволила (наряду с расчетом стоимости работ по восстановлению земель и снижением их рыночной стоимости) определить полную величину ущерба, нанесенного землям исследуемых агрохозяйств. Для агрохозяйств Московского региона (УО ПЭЦ МГУ имени М.В.Ломоносова, агрохозяйство «Лукино») суммарная стоимость экосистемных услуг почв оказалась значительно ниже рыночной стоимости земель, рассчитанной сравнительным подхо-

дом, что не позволяет потенциальным инвесторам воспринимать негативные качества земельных участков (деградация, загрязнение, захламливание) как их существенный недостаток. Для агрохозяйства Тульской области (бывший совхоз «Тихий Дон») такой закономерности обнаружить не удалось.

При применении методики Й. фон Брауна главным показателем экономической эффективности того или иного сценария землепользования явилось соотношение цены «бездействия» и цены «действия» по отношению восстановления деградированных земель: если оно больше 1, то восстановление имеет смысл и наоборот. Расчеты, выполненные в рамках этой методики, позволили учесть максимальное количество факторов, влияющих на экономическую эффективность использования земель. При этом особое значение имеет то, что принималась во внимание и стоимость экосистемных услуг, которая существенно отличается при рациональном и нерациональном использовании земельных ресурсов.

Предложенное моделирование экосистемных услуг почв должно стать неотъемлемой частью экономической оценки деградации земель и послужить созданию реального механизма охраны природы и разработки систем устойчивого землепользования в Российской Федерации.

УДК 631.4

## **ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ И ТЕХНОГЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

**Митракова Н.В., Еремченко О.З., Беломорская Ю.В.**

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
Пермь*

[mitrakovanatalya@mail.ru](mailto:mitrakovanatalya@mail.ru)

В почвенном покрове современных урбанизированных и техногенных ландшафтов широко представлены новые почвы (урбостратоземы) и техногенные поверхностные образования, свойства которых существенно отличаются от свойств природных почв. Оптимизация окружающей среды не возможна без учета их состояния и экологических функций. В настоящее время при оценке биологической активности и токсичности почв применяют живые организмы; приоритет следует отдать высшей растительности, создающей фотосинтезирующий покров, являющейся основой трофических отношений в биоценозах.

При выборе растительного тест-организма следует руководствоваться его способностью отразить экологическое состояние почв. Исследования показали перспективность использования кресс-салата *Lepidium sativum* L., развитие которого зависело от содержания гумуса и питательных веществ, рН, насыщенности основаниями, загрязненности почв тяжелыми металлами и солями. На токсичных почвах возростал редокс-активность растительных экстрактов.

Метод тестирования с применением кресс-салата использован для оценки состояния почв и квазиземов селитебной зоны г. Перми. На пробах поверхностных слоев (0-15 см) был выращен кресс-салат. В качестве тест-контроля служили растения на вермикулите с питательным раствором и на темнотомусовом горизонте чернозема глинисто-иллювиального.

На урбостратоземах и квазиземах кресс-салат отличался от тест-контроля на вермикулите только в сторону понижения высоты и массы. При выращивании растений из 28 вариантов 9 вариантов (32 %) показали достоверно пониженную высоту и 13 вариантов (48 %) - пониженную массу. В целом относительно тест-контроля растения чувствовали себя на городских почвах не хуже, чем на черноземе. Известно, что городские почвы характеризуются повышенным содержанием питательных элементов, что во многом определило продуктивность растений.

Редокс-активность кресс-салата варьировала существенно, от тест-контроля этот показатель достоверно отличался лишь в сторону увеличения (1,5-1,6 раза) в 43 % вариантов. Это свидетельствует об активности антиоксидантной системы растений в условиях токсичности корневой среды, что может быть связано с накоплением загрязнителей разного состава (тяжелые металлы, нефтепродукты, соли и др.).

В целом, при общем угнетении растений прослежена тенденция к повышению редокс-активности. Однако, сила связи показателей – средняя, коэффициент корреляции с высотой составил - 0,57, с массой растений - 0,62. По-видимому, адаптивные возможности растений позволяют до некоторой степени справиться с действием загрязнителей.

Таким образом, исследования показали, что экологическое состояние поверхностных горизонтов урбостратоземов и квазиземов селитебной зоны разноэтажной застройки имеет удовлетворительный уровень. Почвы способны обеспечить наибольшую продуктивность растений, не ниже уровня, полученного на черноземах иллювиально-глинистых. Подобные данные не противоречат фактам аккумуляции в городе разнообразных загрязнителей, т.к. почвы обладают определенной устойчивостью. Так, известно, что устойчивость в отношении загрязненности тяжелыми металлами обеспечивается содержанием и составом гумуса, нейтрально-щелочной средой. В наших исследованиях тяжелые металлы, внесенные в дозах выше ПДК, были малоподвижны в гумусированных и слабокислых черноземах и темно-серых почвах. Органические загрязнители разрушаются почвенной микробиотой, которая характеризуется существенным разнообразием и активностью в почвах г. Перми, по сравнению с кислыми зональными почвами. Антигололедные соли малосущественно аккумулируются в почвах придорожных полос благодаря влажному климату и расчлененному рельефу территории города.

УДК 574.45

## **ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРНЫХ ПОЧВ ПО ЭКСПОЗИЦИЯМ СКЛОНОВ ГУНИБСКОГО ПЛАТО ДАГЕСТАНА**

**Салихов Ш.К., Гимбатова К.Б., Семенова В.В., Шайхалова Ж.О.**  
*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, Махачкала*  
[salichov72@mail.ru](mailto:salichov72@mail.ru)

В 2012-2014 гг. проведено исследование видового состава и продуктивности фитоценозов, расположенных на высоте 1700 м над уровнем моря, сформированных на почвах южной и северной экспозиций склонов горы Маяк Гунибского плато.

Почва и растительность на огороженных участках (заповедный режим) формировались в условиях умеренно-влажного климата на склонах противоположных экспозиций межгорной долины на делювиальных карбонатных суглинках. Климат умеренный с достаточным увлажнением. Участок на южном склоне – южная экспозиция горы Маяк: мезорельеф – крутой склон ( $25^{\circ}$ ); угодье – естественное мятликово-бобовое разнотравье. Рядом с участком произрастали *Juniperus oblonga* M. Bieb., *Rosacanina* L., *Prunus cerasifera*, *Fraxinus excelsior* L. Степень проективного покрытия растительности экспериментального участка – 100%; сильно задернен, степень каменистости – 5-10% покрытия, эрозии нет. Почва горная лугово-степная карбонатная маломощная тяжелосуглинистая на делювиальных плотных известняковых отложениях. Участок на северном склоне горы Маяк: макрорельеф – межгорные склоны северной экспозиции; мезорельеф – крутой склон ( $15^{\circ}$ ) с выраженными террасами; микрорельеф – нижняя часть склона, спускающаяся в узкую межгорную долину в направлении с запада на восток. Степень проективного покрытия – 100%, сильно задернен, степень каменистости – 0%, эрозии нет. Рядом с участком произрастали *Pinus kochiana* Klotzsch, *Rosacanina* L., *Juniperus oblonga* M. Bieb., *Carpinus caucasica* Grossh. Почва горная бурая лесная олуговелая карбонатная маломощная тяжелосуглинистая на делювиальных глинистых карбонатных отложениях.

Флористический состав исследуемых экспериментальных участков был представлен 53 видами, относящимся к 16 семействам и 45 родам, из которых представители 34 видов произрастали на южном склоне, 32 – на северном. Самыми многочисленными по количеству таксонов были семейства: *Asteraceae* и *Fabaceae*, представленные 7 видами каждое, *Poaceae* – 6 видами, *Lamiaceae* – 5 видами, *Apiaceae* и *Scrophulariaceae* – 4 видами. Далее идут по убывающей *Rosaceae*, *Campanulaceae* и *Rubiaceae*, семейства *Boraginaceae*, *Linaceae*, *Primulaceae*, *Plantaginaceae* – по 2 вида, а также *Gentianaceae*, *Hypericaceae*, *Cyperaceae* – по 1 виду соответственно.

Относительно высокие температуры воздуха на южной экспозиции склона (минимальные  $12,9-14,0^{\circ}\text{C}$ , максимальные  $22,0-25,3^{\circ}\text{C}$ ) по сравнению с северной (соответственно  $2,9-6,7^{\circ}\text{C}$  и  $12,0-15,3^{\circ}\text{C}$ ), при достаточном количестве осадков (515 мм; 637 и 766 мм по годам исследований) способствовали повышению урожайности фитоценозов в среднем за годы исследований, приведенной в сухой массе, на южной экспозиции склона была выше, чем на северной, на 9,81 ц/га (42,30 ц/га против 32,49 ц/га) или на 30,19%.

Обнаружена коррелятивная связь между средним запасом влаги за вегетационный период и максимумом запаса зеленой массы за исследуемые годы –  $r = 0,83$  и запасом последней с температурой воздуха –  $r = 0,37$ . Повышению продуктивности лугового фитоценоза на южной экспозиции склона, вопреки сравнительно низким показателям плодородия почвы, способствовало, на наш взгляд, накопление в слое почвы 0-40 см на 25% ( $1280 \text{ м}^3/\text{га}$ ) больше запасов влаги, чем на северной экспозиции склона. Формирование таких запасов связано с высокой каменистостью почвы, которая, начиная с глубины 40-50 см, составляет 30-40% от ее объема. Помимо этого, накапливающаяся на южной экспозиции 37,34 ц/га ветоши, 17,28 ц/га степного войлока и высокая степень задернённости почвы – 165,8 ц/га корневой массы в слое почвы 0-30 см (против соответственно 25,06; 14,51 и 140,2 ц/га на северной) способствуют меньшей испаряемости влаги с поверхности почвы.

## ЭТАЛОННЫЕ И РЕДКИЕ ПОЧВЫ КАРСТОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ООПТ СРЕДНЕГО ТИМАНА – ОБЪЕКТЫ КРАСНОЙ КНИГИ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

**Тетерюк Л.В., Денева С.В.**

*Институт биологии КНЦ УрО РАН, Сыктывкар*

[denewa@rambler.ru](mailto:denewa@rambler.ru)

Карстовые ландшафты Среднего Тимана являются местом произрастания множества охраняемых видов сосудистых растений, мохообразных и лишайников, редких растительных сообществ. Наиболее ценные с научной точки зрения участки Среднего Тимана были включены, как государственные природные комплексные (ландшафтные) или ботанические заказники, в систему ООПТ (особо охраняемых территорий) Республики Коми. Территория Среднего Тимана находится в полосе северо-таежных лесов Вычегодско-Печорской подпровинции Североевропейской таежной провинции. Кроме того, Тиман выделен как самостоятельная горная провинция, названная Тиманская низкогорная, в связи с тем, что наиболее высокие точки Тимана не выходят за верхнюю границу леса. В долинно-увалистой части исследуемых территорий ООПТ почвенный покров подчинен зональным особенностям. Наибольшую площадь занимают полугидроморфные торфяно-подзолисто-глеевые почвы. На автоморфных позициях рельефа формируются глееподзолистые с микропрофилем подзола, светлосемы иллювиально-железистые и подзолистые контактно-осветленные почвы. Для всех почв долинно-увалистой части характерны кислая и слабокислая реакция среды, высокие величины гидролитической и обменной кислотности, низкое содержание обменных оснований. Содержание общего углерода в подстильно-торфяном горизонте достигает 46 %, в осветленных элювиальных горизонтах колеблется от 3 до 5 %, а в нижней иллювиальной части профиля составляет десятые доли процента. В закарстованной полугорной части исследуемых территорий формируются сильнощелочные неполноразвитые почвы с сильным влиянием процессов денудации и аккумуляции. На наиболее крутых частях склонов увалов и гряд формируются карбопетроземы, карболитоземы темногумусовые. К нижним, более пологим частям склонов, приурочены буроземы остаточно-карбонатные. На вершинах и подножье увалов создаются условия для проявления подзолообразовательного процесса: слабокислая реакция среды, относительно высокая гидролитическая кислотность, ненасыщенность основаниями; на склоновых участках – для дернового процесса: нейтральная и слабощелочная реакция среды, низкое содержание потенциальной кислотности и высокое обменных оснований. При более глубоком залегании карбонатной породы развиваются процессы выщелачивания, насыщенность обменными основаниями снижается. Своеобразным элементом карстовых ландшафтов Тимана являются сухие безлесные карстовые долины просадочного происхождения. Они обычно заняты первичными лугами на серогумусовых дерновых почвах. Днища долин плоские, осложненные цепью карстовых воронок, на дне которых могут быть встречены стратоземы серогумусовые. Почвы долин имеют близкую к нейтральной и нейтральную реакцию среды, высокую (до 98 %) степень насыщенности основаниями и низкие показатели гидролитической кислотности по всему профилю. Общий углерод распределен по профилю достаточно равномерно. Отношение C:N, равное 8-10, характеризует исследуемые почвы как биологически активные. Для всех почв, формирующихся в карстовых ландшафтах, особенность процессов гумусообразования проявляется в формировании высокодисперсного подвижного гуматно-



фульватного и фульватного гумуса, в составе которого гуматы и фульваты кальция присутствуют в меньших количествах, по сравнению с гуминовыми и фульвокислотами 1 и 3 фракций. В карстовых ландшафтах наблюдается усложнение характера почвенного покрова, формы ареалов почв, увеличение контрастности и мелкоконтурности почвенного покрова. Несмотря на то, что зональные процессы почвообразования (выщелачивание, лессиваж, оподзоливание) стремятся приблизить почвенные условия произрастания растительных сообществ в карстовых экосистемах к условиям моренных ландшафтов, обновляемость субстратов на склонах, карбонатность почв, нейтрализация кислот противостоят оподзоливанию и приводят к тому, что в карстовых геосистемах формируются ценозы, отличающиеся по структуре и набору видов от сообществ, характерных моренным ландшафтам. В связи с освоением месторождений полезных ископаемых на Среднем Тимане карстовые ландшафты нуждаются в разработке мер по их сохранению. Детальная характеристика почв, формирующихся в карстовых ландшафтах, позволит внести их в Красную книгу почв Республики Коми, что послужит сохранению почвенного и биологического разнообразия в целом.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 15-2-4-28 «Биогеохимические процессы как основа устойчивого функционирования почв Арктики в условиях меняющейся природной среды (на примере равнинных и горных экосистем)».*

УДК 631

## **ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Умарова А.Б., Климанов А.В.**  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[a.umarova@gmail.com](mailto:a.umarova@gmail.com)

Согласно принятой в 1996 г. Римской декларации, продовольственная безопасность определена как «состояние экономики, при котором населению страны в целом и каждому гражданину в отдельности гарантируется обеспечение доступа к продуктам питания, питьевой воде и другим пищевым продуктам в качестве, ассортименте и объемах необходимых и достаточных для физического и социального развития личности, обеспечения здоровья и расширенного воспроизводства населения страны». Т.о., понятие продовольственной безопасности включает следующие аспекты: (1) физическую доступность продовольствия, (2) ее экономическую доступность, (3) ее безопасность для потребителей, (4) продовольственную независимость страны, что определяется долей импорта продуктов. Основными направлениями работы в этой области являются социально-экономические и политические по распределению продовольствия и обеспечению тех стран, где существует проблема продовольственной безопасности. Последние десятилетия наблюдается интенсивный и успешный рост работ в области биоинженерии, генетики и биотехнологий, поставивших, в том числе, задачу увеличить производство пищи, «накормить человечество». Однако другой стороной успеха по получению высоких урожаев сельскохозяйственной продукции явилось снижение его качества и безопасности для человека и окружающей среды, что вызывает обеспокоенность жителей тех стран, где вопросы продовольственной безопасности никогда не ставились. Несмотря на высокую цену, все большее количество граждан многих государств предпочитает так называемую «экологически безопасную» пищу, особенно для детей и подростков. Доро-

говизна получения подобной продукции ведет к высокой востребованности разработок и внедрения современных агротехнологий по выращиванию сельскохозяйственной продукции в открытом чистом грунте без или с минимальным использованием минеральных удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста и проч.

В современном почвоведении множество направлений, имеющих непосредственное отношение к данной проблеме. Примеры некоторых из них.. Учет пространственно-временной неоднородности почвенно-экологических условий, применение точечных методов земледелия, что во многом обусловлено возможностями современных приборов исследования, сбора и анализа информации, ГИС-технологиями и применением прогнозных математических моделей позволяет снизить себестоимость продукции за счет оптимизации подбора условий для успешного роста и развития растений и уменьшения рисков. Другое технологическое направление, получающее все большее распространение, является использование небольших площадей для получения продукции, включая пригородные и городские территории. Поэтому агрохимические (создание условий достаточного количества и оптимального соотношения питательных элементов), агрофизические (обеспечение доступности влаги и питательных элементов, создание оптимальных почвенных режимов), земледельческие (технологий обработки почв и внесения удобрений), экологические аспекты (безопасность пищи) обуславливают необходимость разработки новых оценочных показателей качества почв и почвогрунтов для небольших территорий и новых культур. Множество стран, для которых вопрос продовольственной безопасности является чрезвычайно острым, располагаются в аридной зоне. Российская школа исследования почвенного покрова аридной зоны, сложившаяся еще в советское время и базирующаяся на фундаментальных законах почвоведения, включает разработки в области оптимизации водного и температурного режимов почв, мелиорации засоленных почв, мониторинга аридных земель.

Вопросы продовольственной безопасности это те вопросы, которые решаются на государственном и мировом уровне. Отметим небольшое количество специалистов почвоведов, гидрологов, агрохимиков, мелиораторов в структурах, принимающих решения в области управления земельными и водными ресурсами. Это отчасти связано с тем, что в учебных программах большинства университетов, выпускающих почвоведов и экологов, не уделяется внимание вопросам продовольственной безопасности. Специально проведенное исследование в 2015 г. востребованности различных направлений знаний для чиновников и сотрудников образовательных сельскохозяйственных учреждений стран Средней Азии и Закавказья показало очень высокую заинтересованность в фундаментальных знаниях о почве и почвенном покрове.

УДК 631.4:502

## **РАЗВИТИЕ "ПОЧВЕННО-КРАСНОКНИЖНЫХ" РАБОТ В ПЕРМСКОМ КРАЕ: РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Шестаков И.Е., Ерёмченко О.З., Андреев Д.Н.**

*ПГНИУ, Пермь*  
[galendil@yandex.ru](mailto:galendil@yandex.ru)

Работа по созданию Красной книги почв Пермского края была инициирована в 2006 году сотрудниками Пермского госуниверситета и Управления по охране окружающей среды Министерства природных ресурсов, лесного хозяй-

ства и экологии Пермского края. Была разработана концепция Красной книги почв, в которой определялись основные принципы и подходы используемые при её составлении. На основании анализа имеющихся в регионе материалов и данных полевых исследований были обоснованы природоохранный статус и экологическое состояние некоторых редких и исчезающих почв, выделены категории охраняемых почв. В дальнейшем на основании этой концепции постановлением Правительства Пермского края в 2007 году было принято Положение о порядке ведения Красной книги почв Пермского края. В соответствии с данным положением с 2008 года проводятся полевые работы по обследованию почвенного покрова края с целью выявления ареалов редких, исчезающих и эталонных почв подготовка обоснований для включения их в Красную книгу кадастр ценных почвенных объектов (ЦПО).

В первую очередь идёт поиск редких и исчезающих почв, для которых сохраняется угроза исчезновения. В Пермском крае к ним относятся серые лесные почвы и чернозёмы лесостепной провинции. Распаханы практически все удобные для использования ареалы этих почв, а развитие водной эрозии приводит к практически полной их потере.

На фоне однородных биоклиматических условий в таёжно-лесной части края фактор "редкости" почв связан, как правило, с редкими для региона почвообразующими породами. В местах выхода коренных пород формируются комплексы серогумусовых (дерновых) и темногоумусовых почв сочетания с петрозёмами и литозёмами, ранее относившихся к дерново-карбонатным и дерново-бурным почвам. На песчаниках древнеаллювиального происхождения формируются псаммозёмы гумусовые, на двучленных породах - дерново-элювозёмы. Особо выделяется в почвенном отношении труднодоступный Уральский горный округ, в котором распространены комплексы различных типов характерных для горной местности почв на элювии кварцитопесчаников.

К концу 2015 года исследована большая часть административных районов края (37 из 42), выявлено 69 ЦПО, как на уже существующих ООПТ, так и на ключевых участках без природоохранного статуса. Для каждого выявленного ЦПО составлен экологический паспорт, выполнены физико-химические и агрохимические анализы для характеристики генетических горизонтов; разработаны предложения о мерах охраны ЦПО; созданы картосхемы, отражающие информацию о местоположении ЦПО на территории Пермского края, подобран иллюстративный материал (цветные фотографии). Идёт работа над созданием слоёв геоинформационных данных в которых представлена пространственная информация о границах, площади и характеристиках ЦПО. Предстоит создание нормативно-правовой базы по охране почв, обязательно включающей утвержденный перечень особо охраняемых почвенных ареалов на территории Пермского края (кадастр ЦПО), без которого невозможен реальный режим охраны, даже при условии включения объекта в Красную книгу. Также (по аналогии с охраняемыми видами животных и растений) должны быть разработаны таксы для исчисления размера взыскания за ущерб, причиненный незаконным использованием или уничтожением ЦПО. Особое внимание будет уделено плану мероприятий по организации особой охраны ЦПО, занесенных в Красную книгу.

## Симпозиум 2

### ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ

Руководители: акад. РАН В.И. Кирюшин, акад. РАН В.Г. Минеев

---

УДК.631.43

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

**Агакишибекова С.Ю.**

*Институт Почвоведения и Агротехнологии  
НАН Азербайджана, Баку,  
Азербайджан  
[seva\\_1968@mail.ru](mailto:seva_1968@mail.ru)*

Апшеронский полуостров является территорией с высокой плотностью населения, где интенсивно развито нефтедобывающее производство основы которого были заложены в конце XIX века и в настоящее время большая часть его территории подвержена загрязнению сырой нефтью. Загрязнение почвы и воды сырой нефтью, нефтяным шлаком и нефтепродуктами происходит при нефтедобыче, ремонте нефтяных скважин, транспортировке по трубам нефти на нефтеперерабатывающие заводы, подверженности воды разливом сырой нефти при ее транспортировке танкерами. Исследования проведенные по устранению загрязнения окружающей среды показали, что объективная оценка степени загрязнения экосистемы, прогнозирование процессов изменению её состояния, а также рекомендации мер способствующих очищению почвы и восстановлению её плодородия должны проводится с учетом ландшафта, почвенно-климатических условий, степени изменения экосистемы, этапов преобразования нефтезагрязняющих веществ. На начальном периоде нефтедобычи механическим способом поверхность почвы где были заложены нефтяные скважины подвергалась более глубокому загрязнению. Попавшая на почву сырая нефть и шламы оказывали отрицательное влияния на ее морфологию, физико-химические и биологические свойства, способствовали уничтожению и изменению ее растительного покрова, микроорганизмов, микробактерий, ферментов, биологии бактерий. В работе рассматриваются вопросы, связанные с нефтезагрязненными почвами Апшеронского полуострова, указаны факторы, влияющие на этот процесс и причины возникновения этого явления. Изучены площади занятые нефтезагрязненными почвами и характер нефтезагрязнения. Основной проблемой Апшеронского полуострова является нефтезагрязнение. Из общей площади его территории равной 200000 га на долю непригодных земель, приходится 33300 га из которых нефтезагрязненные земли составляют 1000 га. Проведенными исследованиями были выявлены ограничивающие факторы, влияющие на плодородие почвы и влияние на нарушения ее экологического состояния, что позволило дать рекомендации по возвращению для сельскохозяйственного пользования нефтезагрязненные земли и решить вопросы, связанные с загрязнением почвы, рекомендовать меропр-

ятия для проведения рекультивации этих почв способствующие восстановлению их плодородия. Загрязнение почв нефтепродуктами обусловлено грунтовыми водами, поэтому наиболее загрязненными являются нижние горизонты почвы, где содержание нефтепродуктов в почвах в 10-15 раз превышает фоновые значения. Проведенные исследования показали, что загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами в основном оказывает влияние на все компоненты экосистемы и служит причиной изменения всех показателей почвенного профиля генетических, физических, водно-физических, химических и биологических. Потери нефти наносят значительный ущерб почве, приносят собой разнообразный набор химических соединений, нарушающих сложившийся геохимический баланс в ландшафтах, ее водно-воздушный режим, находящиеся в ее составе токсические вещества, влияют на деятельность отдельных компонентов биоценоза, состав почвы ее углеродно-азотный баланс, миграционную способность микроэлементов, засоление сопутствующее пластовым водам, образование битуминозно-солончаковых ареалов. Установлено, что внешнее проявление действия нефти отражается на растительном покрове, где наблюдается полное отсутствие вегетирующих растений. В настоящее время сохраняется экологическая напряженность, связанная с возрастанием площадей используемых при добычи нефти, способствующая уменьшению естественного плодородного слоя и продуктивности почвенного покрова пригодных для сельскохозяйственного пользования земель, загрязненных в различной степени нефтяными отходами, возрастанием уровня залегания грунтовых вод. Исследования вертикальной миграции нефти по профилю почвы показали, что ее значения возрастают с глубиной. Основным фактором очищения нефти от углеводородов является скорость проникновения загрязнителей в почву, их концентрация в ней. Все эти показатели позволяют судить об устойчивости почвы к загрязнению и времени за которое происходит самоочищение. Следует отметить, что транспортировка и переработка нефти часто связаны с ее утечкой, способствуя нарушению экологического равновесия и сложившихся биоценозов.

УДК 631.4

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ ВЛАЖНОСТИ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ В ГОДЫ С РАЗЛИЧНЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ**

**Анциферова О.А.**

*Калининградский государственный технический университет, Калининград*  
[anciferova@inbox.ru](mailto:anciferova@inbox.ru)

Исследования проведены в 2012 - 2014 гг. в холмистом агроландшафте в условиях приморского климата северо-западной части Калининградской области. Почвенный покров состоит из комбинаций буроземов супесчаных разной степени эродированности (преимущественно смытости). В буроземе несмытом супесчаном на автономной позиции рельефа в период с апреля по ноябрь влажность пребывала в основном в двух диапазонах: от влажности разрыва капиллярной связи (ВРК) до наименьшей влагоемкости (НВ) и от НВ до полной влагоемкости (ПВ). Ниже ВРК влажность опускалась в отдельные сухие и

жаркие декады. В сырые (2012 г.) и средние (2013 г.) по осадкам годы формируется слабая верховодка над заиленными горизонтами. В условиях дефицита воздуха эпизодически развивается слабое оглеение. Запасы продуктивной влаги (ЗПВ) за изученный период в апреле были удовлетворительными для пахотного слоя (29 – 40 мм), а в метровой толще очень хорошими (142 – 196 мм) или даже избыточными (свыше 200 мм). В буроземе слабосмытом с двучленным профилем выделяются две зоны по увлажнению: 1) кроющий супесчаный нанос отличается динамичностью влажности во времени от скопления верховодки в сырые периоды над подстилающей породой до иссушения до значений ниже ВРК в отдельные летние декады; 2) подстилающая суглинистая порода, влажность которой пребывала с апреля по ноябрь в двух категориях: НВ – ПВ весной и осенью; ВРК - НВ в летний период. В подстилающей породе периодически создаются условия дефицита воздуха (уже при влажности, немного превышающей НВ). Это приводит к развитию контактного оглеения. Период дефицита ЗПВ в пахотном горизонте в общей сложности продолжается от двух недель максимум до двух месяцев в зависимости от погодных условий. В метровой толще не наблюдалось дефицита ЗПВ. Режим увлажнения сильносмытых песчаных и супесчаных буроземов на склонах контрастный. Во все изученные годы в метровой толще почв чередовались периоды сквозного промачивания (НВ - ПВ), оптимального диапазона (ВРК – НВ) и недостатка влаги (ВЗ – ВРК). Период с влажностью ниже ВРК наименьший в сырые годы (2012 г.) - 25 дней и затрагивал в основном пахотный горизонт. В средний по осадкам год (2013 г.) период иссушения увеличивался до 40 дней и охватывал толщу до 40 – 50 см. В сухой год (2014 г.) влажность ниже ВРК наблюдалась в течение 40 – 50 дней и распространялась на глубину 40 – 90 м. Наличие подстилающей породы и двучленное строение профиля типа «песок на суглинке» является наиболее эрозионноопасным. Осеннее накопление влаги над подстилающей породой и обильный латеральный внутрипочвенный сток вызывают явление текучести грунта по плоскостям скольжения. При сырых погодных условиях (осень 2007, 2012, сентябрь 2013 гг.) провоцируется быстрое развитие линейных форм водной эрозии (глубокие промоины) с выносом большого количества песчаного делювия (до глубины залегания подстилающей породы). ЗПВ в пахотном горизонте сильносмытых песчаных и супесчаных буроземов в апреле варьируют от неудовлетворительных до удовлетворительных (18 – 30 мм). В сухие годы (2014 г.) в песчаных почвах ЗПВ снижаются до 13 мм. В пределах метровой толщи в период цветения и формирования генеративных органов зерновых культур ЗПВ изменяются от плохих до удовлетворительных (60 – 130 мм). Влажность намывных почв с сентября и до середины – конца мая находится в диапазоне НВ - ПВ. Переход влажности в рамки ВРК – НВ наблюдается в относительно сухие периоды лета до 50 – 60 см (реже до 70). Глубже постоянно существует капиллярная кайма. Несмотря на проточный характер верховодки длительное обводнение слоя 90 – 100 см приводит к развитию слабого оглеения супесчаного горизонта.

## ПРИКЛАДНАЯ ГЕНЕТИКО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА

**Бабаев М.П., Джафарова Ч.М., Гасанов В.Г., Гусейнова С.М.**

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[mahrram-babayev@rambler.ru](mailto:mahrram-babayev@rambler.ru)

Рассматривается прикладная генетико-производственная классификация почв Азербайджана, в основу которой положена современная классификация почв с применением корреляции почвенной номенклатуры с терминологией Мировой Реферативной Базы Почвенных Ресурсов (WRB).

Созданная классификация почв Азербайджана основана на факторно-профильно-генетическом подходе, сущность, которого позволяет диагностировать и классифицировать почвы на основании особенностей строения и свойств почв, а также учитывать факторы экологии и географии почв. Факторно-профильно-генетический принцип позволяет учесть в единой классификации все естественные и антропогенно-измененные почвы.

Как отмечает академик В.И. Кирюшин (2011), для агрономических целей нужна как можно более факторная классификация, которая отражала с большой полнотой разнообразие почвенных свойств, указывала точный экологический адрес объекта и необходимость объединения агрономической классификации с существующей классификацией почв при сохранении прежней номенклатуры.

Такого же мнения М.С.Симакова (2013), которая отмечает, что на основе субстантивно-генетической классификации почв нужно подготовить прикладную классификацию, где будут созданы две новые классификации – это базовая для дальнейшего развития почвоведения и прикладная для решения практических вопросов.

Первой попыткой для создания прикладной генетико-производственной агропочвенной классификации нами были выделены природно-зональные группы, которые подразделяются на термические ряды по режиму увлажнения: автоморфные; полугидроморфные; гидроморфные, избыточно гидроморфные, избыточно увлажненные, ирригационно-автоморфные; ирригационно-полугидроморфные; ирригационно-гидроморфные; ирригационно-повторно-увлажненные.

С этой целью, все почвы, распространенные на территории Азербайджана, были привязаны к природно-сельскохозяйственным зонам:

Естественная зона альпийских лугов;

Естественная и сельскохозяйственная зона субальпийских лугов;

Естественная и сельскохозяйственная зона мезофильных лесов;

Естественная и сельскохозяйственная зона ксерофильных лесов, кустарников и горных степей;

Сельскохозяйственная зона влажных субтропиков;

Естественная и сельскохозяйственная зона полувлажных субтропиков;

Естественная и сельскохозяйственная зона сухих субтропических степей;

Естественная и сельскохозяйственная зона сухих субтропических полупустынь.

Из новой классификации заимствованы классы (объединяющие все природные и антропогенно-измененные почвы): естественно-эволюционный; антропогенно-преобразованный; техногенно-нарушенный; отделы (ведущие почвообразовательные процессы, с одинаковым строением и единством профиля): дерново-органогумусный; аккумулятивно-гумусовый; метаморфический; текстурно-деффирированный; аллювиальный; аккумулятивно-карбонатный; малагумусовый аккумулятивно-карбонатный; ирригационно-аккумулятивный; техногенно-нарушенный.

В разных отделах даются типы и подтипы почв с учетом их гидроморфологии и их индексированность.

Кроме того, рассмотрены прикладная генетико-производственная классификация и систематика, где более подробно охарактеризованы типы, подтипы, роды, виды, разновидности, разряды и варианты почв.

УДК 631.41(470.57)

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПАХОТНЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**

**Багаутдинов Ф. Я.<sup>1</sup>, Иванова Т.Н.<sup>2</sup>, Галиуллина О.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, <sup>2</sup>ФГБУ «ЦАС «Башкирский», Уфа  
[tat.iva\\_2002@mail.ru](mailto:tat.iva_2002@mail.ru)

Гумус является одним из важнейших компонентов почвы. Проблема сохранения гумуса в условиях снижения объемов применения удобрений стала одной из наиболее актуальных. В настоящее время уровень применения минеральных удобрений (НРК) в исследуемом регионе составляет 16-20 кг/га д. в., органических -0,5 т/га. В этих условиях в земледелии повсеместно наблюдается отрицательный баланс гумуса и элементов питания растений.

В настоящей работе приводятся результаты комплексного исследования гумусного состояния черноземов и серых лесных почв при их сельскохозяйственном использовании. Содержание и состав гумуса в почвах определяли общепринятыми методами. Сельскохозяйственное использование почв нарушает естественный ход гумусообразования, причем уровень потерь гумуса при распашке зависит от их генетических свойств и особенностей системы земледелия. Содержание общего гумуса в светло-серых, серых и темно-серых лесных почвах (гумуса в пахотных почвах в среднем 4,5%, слой 0-20 см) при вовлечении в пашню снижается на 20—40%, в черноземах (гумуса 7,3%) на 16-25% по сравнению с целиной, лабильного гумуса – на 30-60%. Содержание в почвах общего гумуса уменьшается в основном за счет снижения доли подвижного гумуса – непосредственного источника устойчивых гумусовых веществ. В пахотных почвах содержание гумуса уменьшается в связи с меньшим поступлением растительных остатков по сравнению с целиной и ускорением минерализации органического вещества, прежде всего лабильной фракции органического углерода, при механической обработке почвы.



В пахотных почвах увеличивается степень гумификации органического вещества, по составу гумус становится более гуматным. Показатели гумусного состояния черноземов по сравнению с серыми лесными почвами отличаются при этом большей устойчивостью, что объясняется более высокой степенью гумификации органического вещества черноземов.

При сельскохозяйственном использовании почв в структурно-групповом составе гумусовых кислот наблюдается закономерная тенденция увеличения содержания углерода ароматических фрагментов и карбоксильных групп. В гумусовых кислотах пахотных серых лесных почв и черноземов типичных происходит большее увеличение содержания трудногидролизуемых форм азота по сравнению со структурным составом соединений углерода.

Энергетические показатели черноземов изучены недостаточно. Актуальность данного вопроса обусловлена, как общими экологическими проблемами, так и конкретными задачами сохранения плодородия почв и обеспечения стабильных урожаев полевых культур. Вовлечение черноземов выщелоченных в сельскохозяйственное использование приводит к снижению запасов энергии, заключенной в органическом веществе почвы, и изменению соотношения содержания его в компонентах. Установлено, что энергопотенциал черноземов выщелоченных в зависимости от характера их использования составляет в слое 0-20 см 3060-4105 ГДж/га. В пахотных почвах не только снижаются общие запасы энергии органического вещества, но и изменяется соотношение аккумулированной энергии в различных составляющих гумуса. Так, энергия активной части органического вещества пахотных почв в 1,5 раза ниже, чем целинных почв, и составляет 6,5% от общего количества энергии, заключенной в гумусе. В почвах сельскохозяйственных угодий увеличивается относительное содержание энергии, аккумулированной в стабильном гумусе. Трансформацией запасов энергии органического вещества в почвах в значительной степени определяется устойчивость их плодородия.

Таким образом, регулирование гумусного состояния почв должно осуществляться в условиях экологически и экономически обоснованного землепользования с использованием всех технологий систем земледелия, направленных на обеспечение стабильности агроэкосистемы.

УДК 631.4

## **МОРФОЛОГИЯ И МИКРОМОРФОЛОГИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ, ДЛИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

**Балабко П.Н., Снег А.А.**  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[balabkopetr@mail.ru](mailto:balabkopetr@mail.ru)

Согласно учению академика РАН Г.В. Добровольского в поймах рек формируются три типа аллювиальных почв: дерновые, луговые и болотные.

Для целинных аллювиальных дерновых почв, формирующихся преимущественно в прирусловой части поймы, характерна макро- и микрослоистость, слабая генетическая дифференциация профиля, наличие значительного

количества неагрегированного материала. Для них типично низкое содержание глинистой плазмы раздельно-чешуйчатой ориентировки, отсутствие кутан иллювиирования, иногда незначительным содержанием гумусо-железистых стяжений. При распашке этих почв происходит увеличение мощности гумусового горизонта и его гомогенизация, утрачивается слоистость. Однако распашка дерновых рыхлосвязанных почв приводит к эрозии.

Луговые целинные почвы, формирующиеся преимущественно в центральной пойме, отличаются интенсивной гумификацией растительных остатков с частичным их ожелезнением, многочисленными новообразованиями сегрегационного и конкреционного характера. В профиле кислых луговых почв присутствуют гумусо-глинистые или железисто-глинистые кутаны иллювиирования и значительно содержание волокнистой ориентированной глинистой плазмы. Луговые насыщенные почвы характеризуются скоагулированным состоянием плазменных веществ, наличием в порах карбонатных и гипсовых новообразований. Почвы лугового типа являются наиболее пахотнопригодными. На них получают высокие урожаи овощей и картофеля. Вместе с тем орошение дождеванием приводит к потере аморфных форм гумуса и переуплотнению почвы.

Главными особенностями болотных почв являются медленная гумификация и минерализация растительных остатков с тенденцией образования органогенного торфянистого горизонта, грунтовое оглеение и поэтому обезжелезненность и осветленность почвенной массы глеевых горизонтов, диффузное слабосегрегированное распределение железа или локализация его к порам-ходам корней. Для болотных почв типично плотное сложение агрегатов, низкая их пористость, накопление слабогумифицированных растительных остатков и углистых частиц. При осушении и введении в интенсивное земледелие в этих почвах образуется плотная плужная подошва, а затем на контакте с пахотным горизонтом формируется глеевая прослойка, угнетающая корневую систему культурных растений.

Таким образом, использование пойменных почв в интенсивном земледелии должно быть строго дифференцированным: дерновые почвы прирусловья – водо- и почвоохранная зона, луговые почвы центральной поймы возможно использовать для выращивания овощных и кормовых культур, а болотные почвы притеррасья целесообразно оставить в качестве геохимического барьера.

УДК 631.452

## **ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗМОВ РАЗЛИЧНЫХ УГОДИЙ**

**Беляев А.Б., Щеглов Д.И., Брехова Л.И., Головешкина И.К.**

*Воронежский государственный университет, Воронеж*

[dpoch@mail.ru](mailto:dpoch@mail.ru)

Объектом исследования были черноземы выщелоченные и типичные Воронежской области, занимающие различные уголья: лесную полосу – залежь – пашню.

По гранулометрическому составу исследуемые почвы являются тяжелосуглинистыми. Карбонаты выделяются на залежи со 100 см, в лесной полосе - с 93 см, а на пашне - с глубины 60 см.

По содержанию гумуса почвы под лесной полосой и на залежи относятся к среднегумусным. Количество его в верхней части почвенного профиля находится в пределах 7,2-7,3%, тогда как почвы пашни малогумусные и содержат в верхних горизонтах 5,6-5,7%. Запасы гумуса в слое 0-100 см на залежи и под лесной полосой составляют 463-469 т/га, что на 13-15% выше, чем в почве пашни.

Реакция среды черноземов лесной полосы и залежи в верхней части профиля нейтральная (рН=6.9-7.0). В отличие от этого в почве пашни заметно подкисление верхней части профиля (рН=5.6).

Величина гидролитической кислотности в верхнем слое почвы под лесной полосой и на залежи составляет около 2,0 ммоль(+)/100 г почвы. В то же время на пашне данный показатель значительно выше (6-7 ммоль(+)/100 г почвы). Такое значение потенциальной кислотности, не свойственное черноземам, связано, по всей вероятности, с длительным применением в севообороте физиологически кислых азотных удобрений.

Сумма обменных оснований в верхней части почв под лесной полосой и залежью составляет 42-44 ммоль(+)/100 г почвы. В составе поглощенных катионов преобладает кальций. Степень насыщенности основаниями по всему почвенному профилю изменяется в пределах 86-95%. В почве пашни значения данных показателей более низкие с сохранением того же соотношения обменных катионов.

Плотность твердой фазы черноземов под лесной полосой и на залежи имеет практически одинаковые значения от 2,48-2,49 г/см<sup>3</sup>. Длительная распашка черноземов типичных приводит к увеличению данного показателя в среднем на 0,03-0,08 г/см<sup>3</sup> по всему профилю почвы. Величина плотности сложения в верхней части гумусового горизонта черноземов под лесной полосой и на залежи составляет около 0,90 г/см<sup>3</sup>, тогда как в почве пашни она выше примерно на 0,2 г/см<sup>3</sup>.

В тесной зависимости от рассмотренных показателей находится общая пористость почв, величина которой в слое 0-10 см залежных и целинных участков составляет 62-64%, а на пашне - на 5-7% ниже.

Нераспахиваемые черноземы характеризуются прекрасной структурой, чего нельзя сказать о почвах пашни. Данные структурного анализа (сухое просеивание) свидетельствуют о весьма значительном содержании агрономически ценных агрегатов, количество которых в верхней части гумусового горизонта составляет в среднем в черноземах под лесной полосой и на залежи 87 %, в пахотных горизонтах 74%. При этом в гумусовом горизонте на долю агрегатов диаметром более 10 мм приходится под лесополосой 7-10%, в почве залежи 8-12%, а в пахотном черноземе 12-20%. Коэффициент структурности в необрабатываемых почвах достигает значительной величины и изменяется в среднем от 5 до 7. В пахотном горизонте типичных черноземов данный показатель в 2-3 раза меньше. Структура изучаемых черноземов под лесополосой и залежью отличается высокой водопрочностью. Критерий водопрочности агрегатов составляет в среднем у черноземов под лесополосой и залежью 75-84%. Совершенно другая картина наблюдается у пахотного чернозема, где эта величина ниже на 13-18%.

Таким образом, состав, свойства и плодородие почв во многом определяются типом угодий и особенностями сельскохозяйственного использования.

## ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ КУКУРУЗА-СОЯ

**Бирюкова О.А.<sup>1</sup>, Носов В.В.<sup>2</sup>, Божков Д.В.<sup>1</sup>, Чепко Ж. А.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>ЮФУ, Ростов-на-Дону, <sup>2</sup>Международный институт питания растений,  
Москва  
[olga\\_alexan@mail.ru](mailto:olga_alexan@mail.ru)

Основными стратегическими культурами сельского хозяйства многих стран мира являются зерновые и зернобобовые. Несмотря на огромный опыт выращивания этих культур до сих пор встречаются трудности с формированием стабильных урожаев и валовых сборов, что связано в первую очередь с факторами окружающей среды и технологиями возделывания.

Цель исследований – изучить влияние технологий возделывания полевых культур разной интенсивности на физико-химические свойства чернозема обыкновенного Нижнего Дона.

Исследования проводили в 2011-2014 гг. на опытных полях ГСУ «Целинский» Целинского района Ростовской области в условиях стационарного двухпольного севооборота «кукуруза – соя». Предшественником на обоих участках в 2010 г. была озимая пшеница. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Изучали типичную технологию возделывания культур, используемую в хозяйствах Ростовской области (ТАХ), и экологическую интенсификацию (ЭИ). Кроме того, изучали действие азотных удобрений при использовании данных агротехнологий. При возделывании кукурузы удобрения вносили согласно следующей схеме: 1) N30P40 до посева (ТАХ-N); 2) N9P40 до посева (ТАХ-N0); 3) N80P70K40 + Zn (обработка семян): N50P50K20 до посева, P20K20 при посеве, N30 в подкормку (ЭИ-N); 4) N12P70K40 + Zn (обработка семян): N12P50K20 до посева, P20K20 при посеве (ЭИ-N0). Под сою удобрения вносили по схеме: 1) N20P40 до посева (ТАХ-N); 2) N9P40 до посева (ТАХ-N0); 3) N30P45K30 до посева + обработка семян Mo + инокуляция (ЭИ-N); 4) N10P45K30 до посева + обработка семян Mo + инокуляция (ЭИ-N0). В период проведения опытов по увлажнению и среднесуточной температуре близкими к средним многолетним значениям были 2012 и 2013 гг., а 2014 г. – наиболее засушливый. В 2011 году сложились наиболее оптимальные условия для роста и развития как кукурузы, так и сои.

Установлено преимущество экологической интенсификации, проявившееся в увеличении урожайности культур как с использованием азотных удобрений, так и без них. Так варианты ТАХ и ЭИ в среднем за годы исследований отличались на 4,9 ц/га. Абсолютная прибавка урожая кукурузы от внесения азотных удобрений составила 3,2 ц/га, как при типичной, так и при экологической технологиях в среднем за 5 лет исследований. Оптимальная доза удобрений под кукурузу N100P80K60 с обработкой семян Zn, а под сою – N30P45K30, включая обработку семян Mo и инокуляцию ризоторфином. Следует отметить, что в данных вариантах растения были достаточно обеспечены элементами питания для получения высокого и качественного урожая.

Применение минеральных удобрений повышало содержание микроэлементов (Cu, Zn, Mn, Co) и ультрамикроэлементов (Ni, Cd, Pb) в зерне кукурузы.

Однако превышений гигиенических нормативов качества и безопасности пищевого сырья и продуктов не выявлено.

Состояние плодородия чернозёма обыкновенного в конце второй ротации севооборота в большей степени зависело от используемых агротехнологий, чем при завершении первой, так как в засушливые годы интенсивность обменных реакций в системе «почва ↔ удобрение ↔ растение» ослабевает, а в более влажные - возрастает. За 2 ротации севооборота установлено относительно стабильное увеличение содержания подвижных форм основных питательных элементов по мере интенсификации технологии.

УДК 631.445.53:631.8(571.14)

## **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЧВ СОЛОНЦОВЫХ КОМПЛЕКСОВ БАРАБЫ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ИХ ИЗ ПАШНИ В ЗАЛЕЖЬ**

**Галеева Л.П.**

*Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск*  
[liub.galeeva@yandex.ru](mailto:liub.galeeva@yandex.ru)

Солонцы и их комплексы на территории Западной Сибири занимают 40,3% всех солонцовых почв России. Наиболее они распространены в Омской, Новосибирской области и Алтайском крае. В Новосибирской области солонцами и их комплексами с другими почвами занято около 50 и даже 80% от площади сельскохозяйственных угодий. В условиях недостаточной материально-технической обеспеченности сельскохозяйственного производства ставится задача более эффективного использования плодородия земель, созданного в результате многолетнего внесения в почву минеральных удобрений. Изучены изменения свойств почв солонцового комплекса (ОАО «Кабинетное» Чулымского района Новосибирской области), используемых в пашне в течение 4-х ротаций севооборота пар-пшеница-овёс-овёс (1980-1995 гг.) с применением минеральных удобрений (N<sub>30</sub>, N<sub>90</sub>, P<sub>40</sub>, P<sub>120</sub>, N<sub>30</sub>P<sub>40</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>, N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>30</sub>), а затем перешедших в течение 20 лет в залежь (1996-2015 гг.). За 4 ротации севооборота содержание солей в почве уменьшалось в 4, а воднорастворимого натрия в 10 раз, наблюдалась миграция соды глубже 60 см, уменьшая рН почвенного раствора. В 10-летней залежи содержание солей оставалось в 2-3, а воднорастворимого натрия в 5 раз меньше исходного. В составе солей слоя 0-60 см почвы по-прежнему отсутствовала сода. В 20-летней залежи в катионном составе водной вытяжки увеличивалось содержание кальция, магния и калия и уменьшалось натрия, в анионном – отсутствовали карбонаты, уменьшались гидрокарбонаты и увеличивались хлориды и сульфаты, а сумма солей не изменялась. Внесение фосфорных удобрений (P<sub>120</sub>) в севообороте в течение 15-ти лет, а затем последующее естественное залужение поля в течение 10 лет увеличивали на 15% сумму обменных оснований, из которой 68% – за счёт обменного кальция. Отношение Са:Мg повышалось до 1-1,2. В 20-летней залежи сумма обменных оснований и кальция, в том числе, возрастали, а магния – уменьшалось, на долю кальция приходилось 74-78%. Отношение Са:Мg возрастало до 2,6 и 3,5. Естественное залужение пашни зернопарового севооборота поддерживало содержание и запасы гумуса в слое 0-20 см всех вариантов опыта и увеличивало их в слоях 0-60 и 0-

100 см в вариантах P<sub>120</sub> и N<sub>30</sub>P<sub>40</sub>. Во фракционном составе гумуса слоя 0-20 см почв преобладали гуминовые кислоты (ГК). Состав гуминовых кислот в основном представлен ГК<sub>1</sub> и ГК<sub>2</sub>, связанных с полуторными оксидами и кальцием. Азотные и фосфорные удобрения увеличивали отношение Сгк:Сфк в гумусе почвы всех вариантов до 1,7-2,0. В 20 летней залежи в составе ГК резко возрастала доля ГК<sub>1</sub> и ГК<sub>2</sub>, в составе ФК – ФК<sub>3</sub> и уменьшалась ФК<sub>2</sub>. Отношение Сгк:Сфк увеличивалось до 2,1, свидетельствуя о повышении устойчивости гумуса. Систематическое внесение минеральных удобрений в течение 4-х ротаций севооборота не компенсировало вынос азота зерновыми культурами из почвы. При последующем 10-ти и 20-ти летнем залужении почв обеспеченность нитратным азотом соответствовала средней и очень низкой соответственно. Систематическое внесение фосфорных удобрений на фоне азотных в пашне поддерживало и повышало степень подвижности фосфора (I) не только в пахотном, но и в слое 0-40 см и создавало повышенную и высокую обеспеченность фосфором. Залужение пашни в течение 10 лет увеличивало, а в течение 20 лет – резко уменьшало содержание легкодоступного фосфора в почве, обеспеченность им была в 2-4 раза ниже оптимальной. Обеспеченность подвижным фосфором (Q) от пашни к залежи изменялась от средней до повышенной и средней. Доля легкодоступного фосфора (показатель окультуренности) резко возрастала в пашне. 10-летнее залужение удобренной пашни (1996-2005 гг.) повышало, а 20-летнее – уменьшало долю легкодоступного фосфора в слое 0-20 см, но при этом она была в 2-4 раза выше исходной.

УДК 631.4:631.8

## **УДОБРЕНИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Гамзиков Г.П.**

*Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск*  
[gamolgen@rambler.ru](mailto:gamolgen@rambler.ru)

Современное сибирское земледелие базируется в основном на использовании почвенного плодородия при постоянном дефиците элементов минерального питания, что не способствует устойчивой продуктивности полевых культур и ведёт к падению не только эффективного, но и потенциального плодородия почв. Анализ природной обстановки показывает, что инсоляции и тепла в период вегетации вполне достаточно для получения высокой урожайности полевых культур во всех почвенно-климатических зонах Сибири, однако, реализация этого потенциала в каждой зоне ограничивается в основном недостатком элементов минерального питания.

Сегодня значительная часть хозяйств (35-40%) применяет экстенсивные способы ведения земледелия, рассчитанные на использование только природного плодородия почв, получая при этом 5-15 ц/га зерна. Около половины хозяйств ведут земледелие по ординарной (обычной) системе, приближенной к рекомендациям аграрной науки. Наряду с мобилизацией почвенного плодородия (парование), применяют агротехнические способы борьбы с сорняками, в весьма умеренных нормах вносят органические и минеральные удобрения и выборочно - химические средства защиты растений. При этой системе максимальная уро-

жайность зерна в Нечерноземье и степи, как правило, ограничивается уровнем 15-16, в лесостепи – 18-24 ц/га. Наиболее полно природные возможности могут быть реализованы только при интенсивной системе земледелия, позволяющей получать продуктивность до 35-40 ц/га, что доказывают передовые хозяйства (около 10%).

Анализ современного состояния плодородия пахотных почв региона свидетельствует, что для получения гарантированного урожая качественной продукции на уровне интенсивной технологии, необходимо ежегодное внесение азотных удобрений на площади около 18 млн. га, фосфорных – на 11 млн. га, калийных – на 5 млн. га. Дефицит элементов минерального питания (~90%) в посевах ограничивает урожайность культур на уровне 8-17 ц/га. Исследованиями доказана, а практикой сибирских хозяйств подтверждена высокая эффективность минеральных удобрений на всех культурах (повышение урожайности в 1,5-2 раза при окупаемости 1 кг д.в. 9-12 кг з. ед. и рентабельности 60-185% и более).

Последовательный курс на химизацию земледелия, проводимый в стране в 1970-1990 гг. позволил повысить выпуск удобрений в 9 раз, а их применение – почти в 15 раз, что существенно увеличило не только сбор растениеводческой продукции, но сохранило и улучшило плодородие почв. Сибирское земледелие в 1986-1990 гг. в среднем применяло 1,3 млн. т д.в. удобрений при средней норме внесения 52 кг/га. Известно, что за последние 25 лет в земледелии страны, как и в Сибири, произошли существенные негативные изменения, в т. ч. резко упало (в 14 раз) применение удобрений. Ежегодное невозвратное потребление азота, фосфора, калия и др. элементов устойчиво ведёт к систематическому падению плодородия пахотных почв и неизбежному снижению урожайности.

Решая задачи продовольственной безопасности, направленные на устойчивое производство растениеводческой продукции, необходимо в первую очередь увеличить применение промышленных удобрений в ближайшие годы до 395 тыс. т, в последующее пятилетие – до 960 тыс. т. При этом в ассортименте применяемых удобрений преимущество должно принадлежать азотным тукам при соотношении N:P:K = 1: 0,5-0,8: 0,2-0,3. Прогнозные расчёты показывают, что реализация этих планов применения удобрений даст возможность дополнительной получать в регионе соответственно на 25% и 68% продукции больше к среднему валовому сбору зерна за последнее пятилетие.

УДК 502.65

## **ПРОЦЕССЫ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ НА ЮЖНОМ МЕГАСКЛОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ: ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ И ФАКТОРЫ, ИХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ**

**Голосов В.Н.<sup>1,2</sup>, Ермолаев О.П.<sup>1</sup>, Рысин И.И.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Казанский Федеральный университет, Казань, <sup>2</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, <sup>3</sup>Удмуртский Государственный университет, Ижевск

[oyermol@gmail.com](mailto:oyermol@gmail.com)

Водная эрозия почв является одним из важнейших процессов, влияющих на снижение плодородия почвы и одновременно ухудшающих качество поверхностных вод. С момента распада СССР существенно изменились ряд природных

и антропогенных факторов, которые определяют темпы склонового смыва и овражных размывов. Среди природных факторов в первую очередь необходимо отметить климатические изменения, а именно общее потепление климата, которое в пределах Европейской территории России в основном привело к повышению температур в зимнее время и некоторому росту интенсивных ливней в летнее время. В этот же период произошли изменения в используемых севооборотах и неравномерное для разных регионов сокращение площади пашни. Изменения указанных факторов по-разному повлияли на темпы плоскостного смыва и линейных размывов в различных частях южного мегасклона Русской равнины в связи с их пространственно-временной изменчивостью. Достоверная информация о характере данных изменений в пределах различных ландшафтных зон может быть получена при одновременном использовании методов количественного анализа динамики изменений основных факторов, определяющих темпы эрозионно-аккумулятивных процессов и мониторинга интенсивности процессов деградации почвенного покрова в связи с развитием овражной эрозии и склонового смыва в пределах ключевых объектов. Дополнительно для анализа должны использоваться различные индикаторы изменений поверхностного стока и смыва, которые отражают его воздействия на флювиальные процессы в речном бассейне.

Для реализации предлагаемого подхода в пределах южного мегасклона Русской равнины выбрано шесть трансект площадью в 250-400 км<sup>2</sup>, расположенных в различных почвенно-климатических зонах с типичными характеристиками пахотных склонов и общего расчленения рельефа. Для каждой трансекты на основе дешифрирования космических снимков высокого разрешения за разные годы проводятся: оценки изменений площади пахотных земель и для ключевых речных бассейнов на более детальной основе с учётом особенностей морфологии рельефа водосборов первого порядка; изменения степени смытости почв, густоты и глубины линейных форм рельефа на пашне, темпов линейного и площадного прироста оврагов и оценка плотности активных вершин оврагов на единицу площади. В пределах выбранных внутри каждой трансекты ключевых речных бассейнов проводятся детальные полевые исследования, включая количественную оценку темпов смыва и аккумуляции почв на малых водосборах за два временных интервала (1963-1986 гг. и 1986-2015 гг.) с использованием радиоцезиевого метода; мониторинг линейного и площадного прироста активных вершин оврагов за период весеннего снеготаяния и после сезона ливневых дождей в тёплое время года; наземная верификация результатов дешифрирования космо и аэрофотоснимков с проведением необходимой корректировки. В целом для южного мегасклона Русской равнины анализируются данные по динамике: повторяемости стокоформирующих ливней с различным слоем осадков, максимальным расходом и продолжительности половодья на малых реках, площадей пашни и почвозащитных коэффициентов севооборотов по регионам. В докладе приводятся первые результаты выполненных исследований и анализируются выявленные тренды изменений темпов эрозионных процессов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект №15-17-20006*



## СОДЕРЖАНИЕ И СОСТОЯНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВАХ РАЗНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Гуторова О.А., Шеуджен А.Х.  
ФГБНУ "ВНИИ риса", Краснодар  
[oksana.gutorova@mail.ru](mailto:oksana.gutorova@mail.ru)

Содержание и превращение железа в почвах являются важными показателями направленности почвообразовательного процесса. Они во многом определяют формирование физико-химических, физических и биохимических свойств почвы и в целом её плодородия. Исследования проведены на разных типах почв Кубани, различающиеся по сельскохозяйственному использованию и степени гидроморфизма: рисовые лугово-черноземные, рисовые лугово-болотные, лугово-черноземные, расположенные на рисовой системе и не вовлеченные под посевы риса, чернозем выщелоченный Западного Предкавказья.

Исследования показали, что наибольшее содержание подвижных форм железа выявлено в рисовых почвах, как результат периодичности (сезонности) окислительных и восстановительных процессов. В морфологии почв это проявляется в форме скоплений или новообразований, имеющих вид прожилок ржавчины, охристых стяжений и пятен как следствие окисления восстановленного железа. На лугово-черноземных почвах свойственно уменьшение вниз по профилю закисных и окисных форм железа. Соотношение закисного железа к окисному ( $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) в пахотном слое ( $A_{\text{пах}}$ ) составляет 0,03-0,13, в нижних горизонтах оно сильно не меняется (0,09-0,36). Это хорошо согласуется с окислительно-восстановительным потенциалом (ОВП). Наибольшие показатели ОВП в пахотном горизонте (398-477 mV) постепенно снижающиеся вниз по профилю почвы. Лугово-черноземные почвы обладают неодинаковой окислительно-восстановительной обстановкой. Закисное железо (FeO) может перемещаться по профилю и накапливаться в горизонтах АВ или В. Преимущественное накопление FeO происходит в переходном к материнской породе горизонте с резким снижением ОВП на 83-121 mV и парциального давления водорода ( $r\text{H}_2$ ) до 26,5.

Лугово-болотные почвы по общему содержанию подвижного железа сильно не различаются от лугово-черноземных. Однако в условиях пониженных величин ОВП повышается доля FeO, что предопределило их перераспределение по профилю. Соотношение  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ , равное 0,29 в  $A_{\text{пах}}$ , увеличивается до 0,51-1,28 в нижних горизонтах. При этом максимальное содержание FeO в горизонте АВ совпадает с минимальной величиной ОВП ( $r\text{H}_2=18,7$ ).

Участок богары лугово-черноземной почвы, в отличие от рисовых, характеризуется карбонатностью почвенного профиля, щелочной средой, высоким ОВП и низким содержанием подвижного железа (меньше в 20 раз). В слое  $A+AB$  доля  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  составляет 80 и 68 % от суммы, соотношение  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3=0,25-0,64$ ,  $r\text{H}_2=29-33$ . В нижних горизонтах подвижных форм железа не обнаружено. Это связано с присутствием в них больших количеств  $\text{CaCO}_3$ , оказывающие коагулирующее действие на свободные ионы железа.

В отличие от гидроморфных почв, в черноземе выщелоченном содержание общего железа снижено в 3-7 раз. Преобладающей формой является  $Fe_2O_3$  (97-98 % от суммы). Соотношение  $FeO/Fe_2O_3$  низкое, равное 0,02-0,03,  $r_{H_2}=28-32$ , что говорит о выраженных окислительных процессах в почве. По профилю железо распределено неравномерно, что связано с выносом его из пахотного слоя, в основном в окисной форме.

Таким образом, содержание и распределение по почвенному профилю подвижного железа зависит от условий почвообразования и сельскохозяйственного использования почв. В условиях рисосеяния характерно развитие элювиально-иллювиальных процессов, выражающиеся в увеличении и перераспределении по профилю соединений железа. В лугово-болотных почвах эти процессы развиты намного сильнее. В хорошо аэрируемых почвах, на карбонатных и выщелоченных, пахотные горизонты обеднены железом, что может отразиться на их плодородии и в потребности растений в этом элементе.

УДК 631.6

## **К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ С ПИРОГЕННЫМИ ПОЧВАМИ**

**Давыдова И.Ю.<sup>1</sup>, Мажайский Ю.А.<sup>2</sup>, Давыдов Е.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>РГУ им. С.А. Есенина, Рязань, <sup>2</sup>РГАТУ им. П.А. Костычева, Рязань, <sup>3</sup>ОИЯИ,  
Дубна  
[diu2004@mail.ru](mailto:diu2004@mail.ru)

Проведенные исследования пирогенных почв полесских ландшафтов Рязанской Мещеры показали существенную зависимость самовосстановления растительности и почв от водного режима. При благоприятном почвенно-грунтовым увлажнении пирогенные почвы за 1-2 года зарастают обильной влаголюбивой растительностью, что свидетельствует о тенденции восстановления биопродуктивности почв. Этому обстоятельству также способствуют повышение уровня трофности местообитаний и снижение степени кислотности среды за счет накопления зольных элементов.

Повышения уровня естественной радиоактивности почв из-за пожаров не происходит. Бенз(а)пирен в пирогенных почвах в период их самовосстановления содержится на уровне ниже предельно-допустимой концентрации. Поэтому при рекультивации и мелиорации пирогенных почв полесских ландшафтов не требуется проведения известкования, дезактивации и детоксикации.

Главным мелиоративным и почвоохранным мероприятием в полесьях следует считать оптимизацию водного режима пожароопасных почв. Для земель сельскохозяйственного назначения можно рекомендовать осушительно-обводнительные мелиоративные системы. На особо охраняемых природных территориях целесообразно затопление торфяников.

Однако агро-мелиоративные мероприятия требуют существенного вложения ресурсов, что в условиях рыночной экономики возможно только при наличии экономического стимула. К сожалению, сложившаяся ситуация говорит о том, что данные земли с пирогенными почвами неконкурентоспособны с точки зрения сельского хозяйства. Значительная их часть фактически не используется

по сельскохозяйственному назначению, зарастает мелколесьем и кустарниками, периодически подвергается пожарам. Но именно развитие сельского хозяйства наиболее предпочтительно с точки зрения снижения пожароопасности таких земель.

Для решения этой проблемы предлагается изменить кадастровую методику оценки земель с пирогенными почвами следующим образом. Необходимо учесть издержки землепользователей на обеспечение работы мелиоративной системы осушительно-обводнительного (двустороннего) действия. Тогда конкурентоспособность земель повысится благодаря отсутствию затрат на такие рекультивационные и мелиоративные мероприятия, как дезактивация, детоксикация, известкование.

В результате, кадастровая оценка земельного участка с пирогенными почвами может быть найдена по следующей формуле:

$$K_{\text{пир}} = K - Z_{\text{ед}} - 30 * Z_{\text{год}},$$

где  $K$  – кадастровая оценка сельскохозяйственных земель согласно существующей методике,  $Z_{\text{ед}}$  – единовременные затраты в рамках мероприятий по оптимизации водного режима пирогенных почв,  $Z_{\text{год}}$  – средние ежегодные затраты в рамках мероприятий по поддержанию оптимального водного режима пирогенных почв.

Согласно предложенной модели экономическое стимулирование будет заключаться в том, что по итогам правильно выполненных мероприятий оптимизации водного режима пирогенных почв сельхозпроизводитель получит в распоряжение почвы более высокого качества с точки зрения плодородия.

Если срок окупаемости методики, приводящей к оптимизации водного режима пирогенных почв, составляет несколько лет, а период кадастровой оценки земли на основании рентного подхода составляет 30 лет, то можно оценить доход инвестора, осуществляющего требуемые мелиоративные мероприятия, по формуле:

$$D = (K(T) - K(0)) * (1 - T/30),$$

где  $T$  – количество лет,  $K(T)$  – кадастровая оценка сельскохозяйственных земель согласно существующей методике, учитывающая плодородие почвы, ожидаемое по прошествии  $T$  лет в случае проведения соответствующих агро-мелиоративных мероприятий,  $K(0)$  – кадастровая оценка сельскохозяйственных земель согласно существующей методике, учитывающая плодородие почвы, на момент оценки участка.

В результате применения данной методики инвестирование в земли с пирогенными почвами оказывается выгодным вначале благодаря уменьшенной стоимости земельного участка, а затем благодаря улучшению качества почв вследствие сопутствующих мелиоративных мероприятий.

Для земель несельскохозяйственного назначения необходимо учитывать отсутствие дохода инвестора от улучшения качества почв в результате проведения мелиоративных мероприятий. Поэтому целесообразно стимулировать единовременное инвестирование в частичное затопление торфяников. В этом случае можно применить следующую формулу для кадастровой оценки земельного участка с пирогенными почвами:

$$K_{\text{пир}} = K - Z_{\text{ед}},$$

где  $K$  – кадастровая оценка сельскохозяйственных земель согласно существующей методике,  $Z_{\text{ед}}$  – единовременные затраты в рамках мероприятий по частичному затоплению торфяников.

## МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Добротворская Н.И.**

*Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Краснообск*  
[dobrotvorskaya@mail.ru](mailto:dobrotvorskaya@mail.ru)

Распределение структур почвенного покрова ландшафтов эрозионно-аккумулятивной равнины лесостепной зоны Западной Сибири, изменение их морфогенетических и морфометрических характеристик обусловлено закономерностями распределения гидроморфизма и процессов засоления территории. Типы структуры почвенного покрова тесно связаны с типами элементарных ландшафтов геоморфологических округов.

Соотношение площади элементарных ландшафтов в геоморфологических округах различается: в Приобье доминируют элювиальные и, особенно, транзитные элементарные ландшафты с комплексным почвенным покровом. Барабинская низменность, как на высокой геоморфологической ступени, так и низкой, характеризуется значительным преобладанием аккумулятивных ландшафтов с мегамассивными элементарными ареалами переувлажненных лугово-болотных и болотных почв. Наибольшая комплексность почвенного покрова характерна для трансэлювиально-аккумулятивных и трансаккумулятивных ландшафтов. Она формируется полугидроморфными и гидроморфными почвами засоленного ряда разной степени засоления, солонцеватости и осолодения с участием незасоленных полугидроморфных и гидроморфных почв.

Морфометрические показатели структуры почвенного покрова подчиняются основным закономерностям пространственного распределения элементарных ландшафтов. Наибольшие значения площади ЭПА и ЭПС на Приобском плато характерны для автоморфных и автоморфно-полугидроморфных СПП элювиальных ландшафтов и составляют в среднем 100-200 га. В Барабе, как на высокой, так и низкой геоморфологической ступени, наиболее крупные ареалы СПП, размеры которых в среднем составляют около 100-170 га, характерны для аккумулятивных позиций. При этом варьирование площади ЭПА и ЭПС значительно. Имеются единичные ареалы автоморфных почв в Приобье с площадью 400-600 га, и ЭПА аккумулятивных позиций в Барабе, достигающие 1150 га.

Наибольшие значения расчлененности, сложности и контрастности почвенного покрова характерны для трансаккумулятивных элементарных ландшафтов с комплексами и мелкоконтурными сочетаниями засоленных и солонцовых почв с лугово-болотными почвами и солодями. Коэффициент расчлененности КР почвенного покрова данных местоположений варьирует от 2 единиц в Приобье до 4 в Барабе; коэффициент сложности КС - от 0,4 в Приобье до 1,2 на высокой геоморфологической ступени Барабинской низменности; максимальные коэффициенты контрастности КК изменяются от 8 в Приобье до 18-23 на низкой геоморфологической ступени Барабы. Интегральный показатель неоднородности почвенного покрова (КН) в целом ниже в Барабе, чем на Приобском плато, в связи с доминированием мегамассивных ЭПА аккумулятивных позиций Барабинской низменности, их несложностью и неконтрастностью. В Приобье больше разнообразие почвенных видов, связанное с развитием микрорельефа на

приподнятых равнинных поверхностях трансэлювиально-аккумулятивных ландшафтов.

Элементарные почвенные ареалы, ареалы ЭПС или ареалы почвенных комбинаций второго уровня сложности, приуроченные к определенным элементам мезорельефа, дифференцируемым по доминированию одного или комплекса взаимообусловленных геохимических процессов, и описываемые конкретными морфогенетическими и морфометрическими показателями почвенного покрова, характеризуются определенным набором агроэкологических условий и лимитирующих факторов, обуславливающих выбор видов сельскохозяйственных культур и элементов систем земледелия, что позволяет рассматривать данные ареалы как элементарные ареалы агроландшафта (ЭАА) или виды земель.

Практическое применение морфометрических и морфогенетических показателей СПП для агроэкологической оценки земель и землеустройства основано на принципе выделения производственных участков в пределах агроэкологического типа земель. Критерием оптимальности топологического разделения территории является снижение коэффициента контрастности и неоднородности почвенных комбинаций производственных участков.

УДК 631.4: 631.6.02

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ КРЫМА

**Драган Н.А.**

*Таврическая Академия Крымского Федерального университет  
им. В.И. Вернадского, Симферополь*  
[novella.dragan@gmail.com](mailto:novella.dragan@gmail.com)

Рациональное использование земель Крыма базируется на точном количественном учете и качественной оценке почв. Площадь сельскохозяйственных земель Крыма - 1861,7 тыс. га, или 71,4% земельного фонда республики. Свыше 50% площади сельскохозяйственных угодий занимают распаханые земли и многолетние культуры. На долю последних приходится менее 4% всех земель, с 1992 г площадь многолетних насаждений сильно сократилась. Леса и лесопокрываемые территории в Крыму составляют 11,4% земельного фонда, а неудобья, не имеющие растительного покрова - 5%.

Максимальное использование земель в сельском хозяйстве приходится на равнинную часть полуострова, минимальная – на горную. В отношении лесного хозяйства – наоборот.

От общей площади пашни в Крыму 68,8% приходится на долю черноземных почв, в том числе 27,9% составляют черноземы южные на лессовидных породах, 4,2% – черноземы солонцеватые на таких же породах, 12,5% – черноземы слитые в разной степени солонцеватые на плотных глинах, 12,7% – черноземы карбонатные щебнистые и галечниковые на карбонатных скелетных отложениях, 8% – черноземы предгорные (в том числе преимущественно – карбонатные, реже – выщелоченные и солонцеватые) на разных породах и 3,4% – лугово-черноземные почвы (главным образом, карбонатные) большей частью на лессовидных породах; темно-каштановые почвы в разной степени солонцеватые занимают 15,1% пашни (из них 1,7% относится к роду слитых), лугово-

каштановые солонцеватые почвы и их комплексы с солонцами – 8,6%. На долю луговых почв и гидроморфных солонцовых комплексов приходится, соответственно, 1,2 % и 1,8%. Дерновые карбонатные почвы занимают всего лишь 2,2% пашни, горные буроземы (преимущественно остепненные) – 0,8%, коричневые – 0,7%, подзолистые почвы разных генетических типов – 1,2%.

До 19,3% общей площади угодий размещаются на эродированных почвах, из которых на долю слабо-, средне - и сильно смытых приходится, соответственно, 8,3, 7,8 и 3,2%. Пахотные земли, подверженные эрозии, составляют 12,6% от общей площади всех сельскохозяйственных угодий. Наиболее широко эрозионные процессы представлены на угодьях Южнобережья (в районе Ялты – 100%) и на территории административных районов: Черноморского, Бахчисарайского, Белогорского, Симферопольского, Раздольненского, Первомайского, Сакского. Сравнительно мало эродированных почв в пределах Джанкойского, Краснопереконского и Нижнегорского районов. Применение поверхностных способов орошения способствовало развитию ирригационной эрозии почв. Дефляционные процессы охватывают 48,7%, земель республики. Эти негативные процессы наблюдаются преимущественно в равнинной части Крыма. На площади около 145 тыс. га почвы сельскохозяйственных угодий засорены камнями. Площадь солонцовых почв, потенциально нуждающихся в химической мелиорации, составляет около 994 тыс. га.

Агроэкологическая оценка почв Крыма, выполненная на основе «Методических рекомендаций по проведению бонитировки почв (1993), по 100-балльной замкнутой шкале показала, что среди полнопрофильных почв наиболее высоким уровнем потенциального плодородия (100 баллов) для плодовых культур, выделяются лугово-черноземные почвы на лессовидных породах. Эти почвы, а также черноземы предгорные выщелоченные оказались хорошими (85-88 баллов) для озимой пшеницы и ячменя. Лучшими почвами для винограда являются коричневые (96-99 баллов), причем бескарбонатные более предпочтительны для этой культуры, особенно привитой. Высокий бонитет применительно к винограду и у черноземов предгорных выщелоченных (96 баллов), и у черноземов южных на лессовидных породах (90 баллов). По отношению к кукурузе лучшие почвы Крыма по потенциальному плодородию не набирают более 77 баллов, наименее пригодны дерновые карбонатные полнопрофильные почвы, но они вполне пригодны для винограда (70 баллов). Другие культуры занимают промежуточное положение.

УДК 631.618

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДГОРИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Елисеева Н.В.**

*Академия маркетинга и социально-информационных технологий – ИМСИТ,  
Краснодар  
[envves@mail.ru](mailto:envves@mail.ru)*

Предгорная зона Краснодарского края отличается мягкими климатическими условиями, богатой растительностью и довольно большой пестротой почвенного покрова. В основном это почвы с тяжелым гранулометрическим

составом. Использование таких почв затруднительно, они подвержены дефляции и водной эрозии и интенсивной слитизации. Поэтому агрессивные методы обработки таких почв не допустимы.

В этой зоне развито овощеводство и плодоводство. А это требует обязательного орошения. С шестидесятых годов прошлого века практически все поля под овощными культурами орошались водой горных рек по оросительным системам. Очень мощная поливная струя оросительной помпы разрушала почвенные агрегаты, происходило «заплывание почв», приходилось рыхлить их после каждого полива.

Под зерновые и пропашные культуры каждое поле обрабатывалось в течение вегетационного периода до 10 раз тяжелыми механизмами (пахота, культивация, посев, боронование, внесение удобрений, гербицидов, пестицидов, сбор урожая и т.д.). Это привело к переуплотнению и в конечном итоге к слитизации даже тех почв, которые не были слитыми. Это говорит о том, что уже переступили черту, за которой начались необратимые процессы деградации почв.

Интенсивное и часто бессистемное внесение фосфорных удобрений привело к интенсивному закислению почв и потере структуры. Агрегаты таких почв на 70% состоят из отдельностей больше 10 мм, комков меньше 10 мм значительно меньше, а содержание зерен менее 1 мм незначительно. При мокром просеивании выход агрегатов больше 3 мм всего около 4%. В воде все структурные отдельности распадаются на агрегаты менее 3 мм, это указывает на их низкую водопрочность.

Более 10 лет в предгорной зоне края ведение сельского хозяйства переводят на адаптивно-ландшафтную систему земледелия с минимальной обработкой. Это обеспечивает устойчивое развитие и частичную саморегуляцию агроэкосистем. На полях меньше «блюдец» воды и снизились процессы эрозии. Поля, которые особенно сильно подверглись эрозии, засеивают многолетними травами и используют как сенокосы. Это не только улучшает водно-воздушный режим, но и увеличивает поступление органики в почву. Практически на всех полях проводят реконструкцию лесополос.

Следовательно, почвы предгорной зоны Краснодарского края с крайне неблагоприятными физическими свойствами требуют минимальную обработку. Для выращивания овощных, ягодных и плодовых культур следует применять капельное орошение. На участках с капельным орошением в течение трех лет не наблюдается активного заплывания и растрескивания почв и значительно сократился расход поливных вод. С точки зрения экологии почв, необходимо использовать экономический механизм землепользования. Это обеспечит систематический контроль за факторами, которые негативно воздействуют на почвы, и приведет к устранению их деградации и загрязнения, и в конечном итоге - к повышению плодородия и устойчивости агроэкосистем. Потенциальное плодородие почв предгорной зоны Краснодарского края можно сохранить при правильном ведении хозяйства.

## О НОРМИРОВАНИИ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ПОЧВЕ С УЧЕТОМ ЕГО ВЛИЯНИЯ НА СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАСТЕНИЯХ

Ельников И.И., Рогова О.Б.

ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва

[olga\\_rogova@inbox.ru](mailto:olga_rogova@inbox.ru)

Современное развитие исследований по агрохимической характеристике почв направлено на научное обеспечение экологизации земледелия, стратегическим ориентиром которого является получение экологически безопасной растительной продукции. Достижение этой цели в большой степени зависит от качества минерального питания растений большим числом макро- и микроэлементов, которое в свою очередь зависит от степени оптимизации свойств почв. В связи с этим на современном этапе возросло значение углубленного изучения роли свойств почв в оптимизации минерального питания растений для получения растительной продукции с заданным по санитарно-гигиеническим нормативам содержанием и соотношением химических элементов. Для решения этой задачи в качестве критерия оптимальности свойств почв необходимо использовать не только данные по урожайности с.х. культур, что общепринято, но и данные по оптимальному уровню содержания и соотношения элементов питания в растениях. Это особенно важно для оценки оптимальности ведущих показателей, характеризующих обеспеченность почв фосфором, к которым относится уровень содержания подвижного фосфора (Pp). Связано это со многими причинами, но достаточно отметить, что уровень фосфатного обеспечения почв сильно влияет на взаимодействие поступающих в растения большого числа элементов, включая и тяжелые металлы. Для качества растительной продукции это взаимодействие может быть положительным (при антагонизме P с тяжелыми металлами) или отрицательным, что обосновывает необходимость её учёта при оценке оптимальности уровня содержания Pp. Проведенные нами в этом направлении исследования показали, что на разных почвах однолетние полевые культуры сильно реагируют на изменение в пахотном слое уровня содержания подвижного фосфора. При этом для каждого производственного посева с однолетними культурами по формулам сбалансированности содержания в них не менее 12 макро- и микроэлементов можно всегда выявить элементы—индикаторы, соотношения которых коррелируют с изменением уровня Pp почвы. Это открывает новые принципы нормирования Pp. Так наши исследования на агродерново-подзолистых почвах показали, что агрохимической особенностью обследуемой территории являлось сильно выраженное антагонистическое взаимодействие подвижного фосфора в почве с показателями кислотности пахотного и подпахотного слоев. В этих условиях наилучшим индикатором обеспеченности почв фосфором применительно к исследуемой культуре (тимофеевка луговая) оказалось не валовое содержание фосфора в растениях, а его сбалансированность с марганцем (P/Mn). Регрессионная модель связи P/Mn с уровнем содержания подвижного фосфора в пахотном слое почв (Pp) статистически достоверна и имела следующий вид.:  $Pp = - 5.8 + 0.6 P/Mn$  (P и Mn в мг/кг



воздушно-сухого растительного материала). Подставляя в эту модель оптимальное значение соотношения P/Mn в растениях можно спрогнозировать и сбалансированный с ним оптимальный уровень содержания подвижного фосфора в почве. В других почвенных условиях в качестве индикаторов обеспеченности их фосфором могут быть другие соотношения элементов. Полученные данные позволяют ставить вопрос о возможности использования уровня содержания подвижного фосфора в почве, особенно в Нечерноземной зоне, как интегрального критерия для прогнозирования экологической безопасности химического состава растений. Для решения этой проблемы необходим новый методический подход к разработке оптимального уровня содержания фосфора в почве, который должен выявлять, при каком уровне содержания подвижного фосфора в почве и его сбалансированности с другими свойствами почв может формироваться экологически безопасный химический состав растительной продукции.

УДК 631.4.003

## ОЦЕНКА СТОИМОСТИ АГРОПОЧВ ТУВЫ

**Жуланова В.Н.**

*Тувинский государственный университет, Кызыл*

[zhvf@mail.ru](mailto:zhvf@mail.ru)

Основным средством производства в сельском хозяйстве является земля. Важнейшая задача сельского хозяйства – улучшение использования земли как главного средства производства.

В 1991 г. в республике насчитывалось 72 совхоза, основанных на государственной собственности на землю. Они были основными производителями сельскохозяйственной продукции и вели сельское хозяйство, согласно, зональным системам земледелия на 3559 тыс. га. Посевная площадь по всем категориям хозяйств составляла 282 тыс. га, в том числе 99,2% находилась в совхозах.

В новых социально-экономических условиях в регионе существенно изменилась структура агропромышленного комплекса. Оказались невостребованными тысячи пахотных земель. Не использованные пахотные земли перешли в залежь. На выведенных из сельскохозяйственного оборота землях идет интенсивное восстановление их природного экологического состояния. Для данного региона имеет большое значение оптимизация использования пахотных земель, так как в регионе очень низкая обеспеченность населения землей на одного жителя и заниженная кадастровая оценка земли.

Земельно-оценочные работы проводились Тувинским филиалом института ВостСибНИИгипрозем в 1975 г. Была проведена бонитировка пахотных почв.

На современном этапе такая оценка почв недостаточная. Почвы должны быть оценены по генезису почв, которые существенно влияют на плодородие и урожайность полевых культур.

В Туве последняя государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения была проведена в 2007 г. Стоимость земель сель-

скохозяйственного назначения в среднем по республике равняется около 3000 руб./га.

Сельскохозяйственные угодья в Туве на 01.01.2015 г. занимают 3834 тыс. га или 22,7% от общей площади региона. Доля пашни в структуре сельскохозяйственных угодий в настоящий период составляет 5%, сенокосов – 2%, пастбищ – 91%, залежь – 2%. Около 60% пахотных угодий сосредоточены в Улуг-Хемской котловине более благоприятной для ведения земледелия.

Расчет ценности пахотных почв Тувы был проведен по химическим и физико-химическим показателям основных типов почв (содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, гранулометрический состав, содержание фосфора и калия, рН, степень дефлированности почв и др.) и метеорологическим условиям региона. Все эти исходные данные по типам почв были занесены в автоматизированную электронную систему (АЭС) на базе Microsoft Excel, разработанную А.А. Шпедт, С.В. Александровой, которая позволила существенно упростить процесс оценки почв.

Современная пашня в Республике Тува находится на каштановых почвах и черноземах. Стоимость черноземов разных подтипов колеблется от 117,86 до 166,71 тыс. рублей за гектар. Наибольшую стоимость имеет чернозем обыкновенный (166,71 тыс. руб), а наименьшую – чернозем южный слабодефлированный слабокаменистый (117,86 тыс. руб).

В структуре пашни доминируют малопродуктивные каштановые почвы (69%). Продуктивность сельскохозяйственных культур на этих почвах существенно ниже, чем на черноземах, так как наблюдается недостаток влаги и питания для растений. Стоимость светло-каштановой сильнодефлированной почвы равна 58,22 тыс. руб./га, а темно-каштановой – 115,96 тыс. руб./га. Стоимость каштановой почвы – 86 тыс. руб./га

Таким образом, стоимость основных пахотных почв республики колеблется от 58,22 до 166,71 тыс. руб./га. Основные агропочвы региона по стоимости выстраиваются в следующий убывающий ряд: чернозем обыкновенный > чернозем южный > темно-каштановая > каштановая > светло-каштановая.

УДК 631.417.2

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**

**Зорина С.Ю., Соколова Л.Г.**

*ФГБУ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,*

*Иркутск*

[zorina@sifibr.irk.ru](mailto:zorina@sifibr.irk.ru)

Проблема деградации пахотных почв в условиях интенсивного современного земледелия в значительной мере обусловлена потерей органического вещества и прежде всего наиболее ценных для растений легко трансформируемых компонентов, обеспечивающих эффективное плодородие почв. Корректно оценить изменения в содержании и качестве органического вещества

под воздействием различных систем земледелия можно только при проведении длительных стационарных экспериментов.

Исследования особенностей трансформации системы гумусовых веществ проводили в 1989-2014 гг. в мелкоделяночных полевых опытах на серой лесной среднесуглинистой почве лесостепи Прибайкалья. Схема опыта включала вариант бессменного чистого пара, зернопаровой севооборот (пшеница-пшеница-пшеница-пар) и зернопропашной севооборот (пшеница-пшеница-картофель-пшеница-овес-картофель-пар) на фоне систематического внесения минеральных удобрений.

Исходное содержание гумуса в пахотном слое исследуемой почвы составляло 4.4%, что соответствовало уровню «ниже среднего». За период проведения опыта, его содержание уменьшилось во всех вариантах, достигая уровня «низкое». Наибольшее снижение гумуса (на 21% по сравнению с исходным содержанием) отмечалось при бессменном паровании почвы. Поступление в почву органического вещества за счет различных растительных остатков в зернопаровом и зернопропашном севооборотах несколько замедляло процессы минерализации гумуса, но не предотвращало его потери. За более чем 20-летнее использование почвы в исследуемых севооборотах потери гумуса составили около 15%.

Тип гумуса исходной серой лесной почвы характеризовался как фульватно-гуматный, а степень гумификации была «высокая». Фракционный состав гумуса отличался преобладанием связанной с кальцием фракции ГК-2. Независимо от варианта опыта, длительное сельскохозяйственное использование почвы привело к снижению относительной доли подвижных гумусовых веществ (ГК-1 и ФК-1) при повышении устойчивой фракции гуматов кальция. Однако если при паровании почвы основные показатели гумусного состояния менялись незначительно, то в почвах исследуемых севооборотов степень гумификации увеличивалась до уровня «очень высокая». Одновременно во всех вариантах опыта отмечалось расширение соотношения С<sub>гк</sub>:С<sub>фк</sub>, которое только в зернопаровом севообороте привело к смене типа гумуса с фульватно-гуматого на гуматный.

Направленность трансформации почвенного органического вещества также демонстрирует показатель соотношения подвижных и малоподвижных фракций (Пг:МПг), условно характеризующих лабильный (Пг) и стабильный (МПг) пулы. Парование почвы и использование ее в севооборотах приводило к сужению соотношения (от 0.37 до 0.16-0.21), что указывает на обеднение гумуса лабильными компонентами.

Таким образом, длительная обработка серой лесной почвы в условиях лесостепи Прибайкалья, причем независимо от вида сельскохозяйственного использования, способствует снижению подвижных и повышению устойчивых форм гумуса. Выявленная направленность функционирования системы гумусовых веществ при уменьшении их общего содержания свидетельствует о снижении эффективного плодородия исследуемой почвы, что со временем может привести к ее деградации.

## НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВ АГРОЛАНДШАФТОВ ОЗЁРНО-ЛЕДНИКОВЫХ РАВНИН И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ

Иванов А.И.<sup>1</sup>, Иванова Ж.А.<sup>1</sup>, Конашенков А.А.<sup>2</sup>,

Цыганова Н.А.<sup>3</sup>, Мажажихов Р.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург, <sup>2</sup> КХ «Прометей», Добручи,

<sup>3</sup> ФГБОУ СПГАУ, Санкт-Петербург

[office@agrophys.ru](mailto:office@agrophys.ru)

В условиях РФ точные системы удобрения, базирующиеся на повседневной реализации данных сплошных геореференсированных обследований почв и посевов с использованием прецизионного оборудования особенно перспективны в районах распространения дерново-подзолистых почв, отличающихся значительной горизонтальной и вертикальной дифференциацией агрофизических, агрохимических и биологических свойств.

С целью оценки факторов формирования пространственной неоднородности дерново-подзолистых почв озёрно-ледниковых равнин и поиска путей повышения эффективности систем удобрения было развёрнуто комплексное исследование. Его методической основой служили геореференсированные прецизионные обследования почв серии агроэкологических полигонов на озёрно-ледниковых равнинах с растром опробования 0,25 га и многолетние стационарные полевые опыты (3 ландшафтных и 1 микрополевой) в Меньковском филиале АФИ и КХ «Прометей» Гдовского района Псковской области.

Наибольшей пространственной пестротой отличались агрохимические свойства (особенно рН и содержание подвижного калия) почв озёрно-ледниковых агроландшафтов. Вариабельность агрофизических свойств была существенно ниже, но для гранулометрического состава, наименьшей влагоёмкости, полевой влажности и доли агрономически ценных агрегатов нередко превышала 30 %. Максимальная пространственная вариабельность (51 – 88 %) была свойственна материнской породе абрадированной озёрно-ледниковой равнины, а минимальная биологически активному пахотному слою и подпахотному горизонту. Более однородный вертикальный профиль их распределения оказался свойственен дерново-глеевой и дерново-подзолистой глееватой почве.

В ходе отработки различных подходов обоснования пространственной дифференциации доз удобрений была показана невозможность использования с этой целью электронных карт урожайности предшествующих полевых культур; дифференцированное применение органических удобрений оправдано только на фоне высокого уровня пестроты плодородия; при их дифференцированном внесении в прецизионном применении минеральных удобрений нет необходимости.

Точная система удобрения на основе ежегодного прецизионного внесения обеспечила увеличение окупаемости 1 кг NPK относительно зональной системы урожаям овощных культур на 18 - 21 %, полевых культур – на 12 – 17 %. Агрономическая эффективность точной системы на базе прецизионного окультуривания почвы оказалась выше ещё на 3 – 34 %. На фоне среднегодо-

вой продуктивности овощного севооборота в 9,6 – 9,9 т/га з.ед. превосходство в рентабельности перед зональной системой достигло 38 – 49 %, достигнув уровня в 253 – 401 %. При этом существенно снизился коэффициент пространственной вариабельности урожайности овощных и полевых культур с 32 – 53 и 15 – 30 до 9 – 32 и 10 – 15 % соответственно, увеличилось содержание в товарной продукции сырого протеина на 9 – 42 %, калия – на 7 – 59 %, витаминов – на 11 – 128 %.

УДК 631.861:895

## **СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДородИЯ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ УДОБРЕНИЙ**

**Иванова Ж.А., Фесенко М.А., Баева С.С., Фрейдкин И.А.**  
*ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург*  
[janatan2014@yandex.ru](mailto:janatan2014@yandex.ru)

Современные объёмы применения удобрений и извести на Северо-Западе РФ не позволяют обеспечить даже простое воспроизводство почвенного плодородия. В результате развития скрытых деградационных процессов доля пахотных почв с повышенной кислотностью на Северо-Западе РФ увеличилась до 44 %, низким содержанием гумуса – до 63 %, калия – до 28 %, фосфора – до 11 %. Однако на этом неблагоприятном фоне крайне слабо используются ресурсы местных удобрений, особенно, помёта.

Совместно с ООО «Билавис» и «СевЗапЭкология» были разработаны технологии производства новых гранулированных органических и органоминеральных удобрений, базирующиеся на принципах биоактивации и сушки. Готовые удобрения в форме биоактивированного помёта (БАП «ТК») и нового органоминерального удобрения (НОМУ) отличались выраженной нейтрализующей способностью (10 – 20 %) и обогащённостью органическим веществом и зольными компонентами. Общее содержание питательных веществ в них составляло 7 – 22 %.

Изучение эффективности удобрений велось в системе микрополевых, мелкоделяночных и стационарных полевых опытов в различных звеньях полевых и овощных севооборотов в Меньковском филиале АФИ и АО «Авангард» Великолукского района Псковской области в 2010-2015 гг. На момент закладки опытов деградированные длительным использованием без удобрений супесчаная и легкосуглинистая дерново-подзолистая почвы опытов обладали  $pH_{KCl}$  4,6 – 5,2,  $N_g$  – 3,46 – 5,74 мМоль/100г,  $S_{обм}$  – 3,71 – 6,95 мМоль/100г, содержанием органического вещества – 2,04 – 3,53 %, подвижных соединений фосфора и калия 163 – 324 и 70 – 118 мг/кг соответственно.

В ходе исследования было установлено, что новые высоко технологичные органические и органоминеральные удобрения на основе птичьего помёта оптимизируют питательный режим почвы, позволяют сформировать положительный баланс азота, фосфора, кальция, магния, компенсировать минерализационные потери органического вещества и продуктивное потребление калия. В среднем по вариантам опытов с оптимальными дозами при внесении 1

т/га этих удобрений в сухой гранулированной форме обменная и гидролитическая кислотность сокращались на 0,01 и 0,08 мМоль/100г, рН<sub>сол.</sub> увеличился на 0,04-0,08, а сумма обменных оснований – на 0,08-0,13 мМоль/100г, содержание органического вещества – на 0,02-0,04 %, подвижных фосфатов – на 4-6 мг/кг, обменных соединений кальция и магния – на 0,09-0,12 и 0,03-0,05 мМоль/100г соответственно. Системы воспроизводства плодородия деградированных дерново-подзолистых почв с использованием этих удобрений базируются на формировании специальных севооборотов, позволяющих сочетать периодическое применение НОМУ и БАП «ТК» в высоких дозах до 10 и 15 т/га (соответственно) с ежегодным – в низких и средних, либо с минеральным удобрением. Апробация таких систем показала их экологическую безопасность и мелиоративный характер воздействия на почву, позволяющий преодолевать скрытые деградационные процессы в интенсивно используемых дерново-подзолистых почв.

УДК 631.41

## **ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФУЛЬВОКИСЛОТ ЛОКАЛЬНО ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА**

**Ильина Л.П.**

*Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону*  
[iljina@ssc-ras.ru](mailto:iljina@ssc-ras.ru)

В настоящее время в степной зоне среди автоморфных почв широко распространены локально переувлажненные почвы склонов или мочаристые почвы. Одним из основных факторов определяющим состав и уровень накопления органического вещества в таких почвах, является длительный период их устойчивого переувлажнения, который сменяется периодом иссушения. Специфичность процесса гумификации обусловлена развитием процессов слитизации, засоления, вторичного осолонцевания, переувлажнения и оглеения.

Объектом исследований были мочаристые почвы Ростовской области. Почвенные образцы отбирались по генетическим горизонтам в ряду почв по нарастанию степени гидроморфизма: чернозем обыкновенный, лугово-черноземная мочаристая, черноземно-луговая мочаристая, лугово-болотная мочаристая почвы. Во всех образцах почв были выделены и очищены препараты ФК по методике Орлова Д.С. и Гришиной Л.В. (1981) и определен элементный состав ФК, используя анализатор фирмы «Pakard».

Установлено, что элементный состав ФК мочаристых почв очень близок к черноземам, что доказывает их единую генетическую природу. Фульвокислоты всех изученных почв в отличие от гуминовых кислот отличаются более низкой обуглероженностью и повышенной степенью окисленности. ФК чернозема обыкновенного имеют повышенное содержание углерода в пахотном горизонте 29,90 ат. %, вниз по профилю отмечено его увеличение до 30,97 ат. %. Все ФК мочаристых почв имеют повышенное содержание углерода в верхних горизонтах 30,70 ат. %, которое постепенно уменьшается с глу-

биной до 29,63 ат. %. Для всех препаратов ФК содержание водорода в них выше, чем углерода. В распределении по профилю водорода четкой тенденции не наблюдалось, так в лугово-болотной мочаристой почве было отмечено увеличение этого элемента в нижних горизонтах (до 41,07 ат. %), а в черноземно-луговой мочаристой почве в средней части профиля (42,92 ат. %). В распределении азота в ФК прослеживается аналогичная тенденция с ГК, все верхние горизонты имеют повышенное его содержание, а нижележащие пониженное, что связано с поступлением растительных остатков.

При расчете соотношений установлено, что Н:С фульвокислот всех изученных почв выше, чем для гуминовых кислот. Это подтверждает тот факт, что ФК являются более окисленными чем ГК. Отмечено, что если в черноземе Н:С уменьшается вниз по профилю (от 1,36 до 1,27), то в мочаристых почвах наоборот увеличивается (от 1,32 до 1,42). Это свидетельствует о том, что ФК переувлажненных почв склонов более глубоких горизонтов имеют молекулы с большей долей алифатических боковых цепей в своем составе и обладают менее конденсированным ароматическим ядром, чем ФК чернозема. Отношение О:С в фульвокислотах мочаристых почв более высокое (0,90–0,93), чем в черноземе (0,87–0,89). Вниз по профилю всех мочаристых почв это атомное отношение увеличивается, а в черноземе уменьшается. Отношение С:N в препаратах ФК мочаристых почв в верхних горизонтах выше, чем в черноземе и вниз по профилю увеличивается до 15,93. Выявлено, что все ФК являются окисленными ( $\omega=+0,39$ ), вниз по профилю степень окисленности возрастает до  $\omega=+0,47$ .

Обработка данных элементного состава графико-статическим методом по Ван-Кревелену показала, что ФК исследуемых почв образуют обособленную группу, при этом процессы перехода гуминовых кислот в фульвокислоты выражены реакциями гидрогенизации и окисления. При образовании ФК мочаристых почв, в сравнении с ФК чернозема, в большей степени участвуют процессы окисления и гидрогенизации, при этом степень окисленности возрастает и происходит образование молекул с большей долей алифатических боковых цепей.

УДК 631.421

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**Канатова Д.А.**

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*  
[darya.kanatova.94@mail.ru](mailto:darya.kanatova.94@mail.ru)

Увеличение урожайности и высокое качество зерна зависит от условий достаточного обеспечения растений элементами минерального питания за счет использования удобрений.

Целью данной работы является изучение влияния минеральных удобрений на морфобиометрические показатели и урожайность кукурузы в почвенно-климатических условиях Ростовской области.

В работе представлены результаты полевого опыта, проведенного согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на территории госсортоучастка «Целинский» Ростовской области в 2015 году. Общая площадь делянки – 67,2 м<sup>2</sup>, учетная - 48 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя (0-30 см): содержание гумуса – 3,80 %, подвижного фосфора – 22,0 мг/кг, обменного калия – 328 мг/кг, рН – 7,8. Гумус определяли по Тюрину, подвижный фосфор и обменный калий по Мачигину, рН ионоселективным методом. Морфо-биометрическую диагностику проводили по Церлинг.

Изучали среднеспелый гибрид кукурузы Фурио ФАО 360-390, зернового направления. Отбор образцов производили в фазы 3–4 и 6-7 листьев. Гибрид имеет хорошую приспособляемость к почвенно-климатическим условиям, может возделываться при минимальной и нулевой обработке почвы. Агротехника возделывания кукурузы была общепринятой для зоны и проводилась в соответствии с рекомендациями.

В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос, калий хлористый и цинк серноокислый. Удобрения вносили согласно следующей схеме:

1. Контроль
2. N30P40 до посева (средние дозы хозяйств)
3. N100P80K60 до посева + обработка семян Zn
4. N18P80K60 до посева + обработка семян Zn
5. N100K60 до посева + обработка семян Zn
6. N100P80 до посева + обработка семян Zn

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние удобрений на морфо-биометрические показатели гибрида кукурузы Фурио. Наибольшее влияние на высоту растений в обе фазы вегетации культуры отмечено при внесении полного минерального удобрения в высокой дозе. В этом же варианте наблюдалась и максимальная ассимилирующая поверхность, превышающая данный показатель в варианте с внесением фосфорно-калийного сочетания на 63 % в фазу 3-4 листа, и на 32 % в фазу 6-7 листьев.

Установлена достаточно высокая эффективность минеральных удобрений в опыте: средняя урожайность удобренных вариантов на 18,7 % выше контрольного. Применение рекомендуемых в хозяйстве доз удобрений (N30P40) способствовало накоплению сухой массы зерна кукурузы до 26,44 ц/га, что на 1,59 ц/га выше, чем на контроле. Максимальные прибавки сухой массы зерна кукурузы по сравнению с контролем – 7,17 ц/га (29 %) и 6,65 ц/га (27 %) получены при внесении полного минерального удобрения в максимальной дозе (N100P80K60); использование N100K60 и N18P80K60 увеличили урожайность на 3,9 и 3,3 ц/га соответственно. Действие азота на фосфорно-калийном фоне составило 12 %; фосфора на азотно-калийном фоне - 10 %; а калия на азотно-фосфорном фоне – 5 %.



## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ В СТРАТЕГИИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Капустянчик С.Ю.<sup>1</sup>, Добротворская Н.И.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>СибНИИРС – филиал ИЦиГ, Новосибирск, <sup>2</sup>ГНУ СибНИИЗиХ, Новосибирск*

[kapustjanchiksv@mail.ru](mailto:kapustjanchiksv@mail.ru)

Важнейшей частью адаптации систем земледелия к ландшафтным условиям местности является предварительная агроэкологическая оценка и группировка земель, для которых необходима взаимная увязка компонентов в системе рельеф – почвы – микроклимат. В настоящее время не до конца изучены региональные особенности агроэкологических условий сельскохозяйственных земель, важные с позиций современной стратегии адаптивно-ландшафтного земледелия.

Поэтому целью исследования явилось: выявить закономерности распределения факторов агроэкологической неоднородности и осуществить агроэкологическую группировку с/х земель в лесостепи Новосибирского Приобья. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: выявить закономерности дифференциации почвенно-микроклиматических условий по элементам рельефа местности и провести группировку агроландшафтов на основе комплекса показателей: рельефа, почвенных свойств, микроклиматических условий.

Исследования проводили на ключевом участке в ландшафтной системе, представляющей собой сочетание плакорного участка четвертой террасы реки Обь и ее склона к третьей террасе.

На ключевом участке были выбраны наблюдательные площадки (н.п.) характеризующие элементы рельефа: 1– расположена на северном пологом склоне, 2 – в замкнутом эллипсообразном понижении, 3– возвышенная плакорная часть, выбранная в качестве эталона, 4,5,6 – верхняя, средняя и нижняя часть склона. Наблюдательные площадки 1, 3, 4, 6 характеризуются черноземами выщелоченными, 2 – темно-серыми лесными поверхностно-глееватыми, 5 – черноземами выщелоченными среднесмытыми.

По геоморфологическим условиям объект исследования находится на Приобском субаэральном-аккумулятивном плато, представляющем собой приподнятую равнину, расположенную на левобережье Новосибирского водохранилища. Преобладающая экспозиция склонов Новосибирского Приобья южная, восточная и юго-восточная. Характерной особенностью рельефа является наличие микрозападин на фоне общей равнинности рельефа, которые обнаруживаются при крупномасштабном картографировании.

При исследовании почвенного покрова участка, было выделено три почвенных комбинации: 1. пятнистость чернозема выщелоченного и темно-серых лесных почв до 10% (I вид агроландшафта – плакорные земли); 2. комплекс чернозема выщелоченного и темно-серых лесных поверхностно-глееватых почв с долей участия до 20% (II вид агроландшафта – плакорные микрозападинные земли); 3. сложное сочетание-вариация чернозема выщелоченного с

черноземами выщелоченными смыто-намытыми (III вид агроландшафта – эрозионные земли). По шкале контрастности почв в почвенных комбинациях пятнистость относят к неконтрастным, комплекс – к малоконтрастным, сложное сочетание – к среднеконтрастным. Наибольшей однородностью характеризуется почвенный покров в центральной части изучаемого объекта.

Проведенные наблюдения за динамикой дневной температуры почвы в течение вегетационного периода позволяют разделить исследуемую территорию на три типа по особенностям температурного режима. Первая – плакор с оптимальным температурным режимом в течение вегетационного периода (н.п. 1, 3, 4), вторая – микрозападины на плакоре (н.п. 2): по суммарному набору тепла они существенно отстают от окружающих массивов. Третья – склон южной экспозиции с повышенной контрастностью температурного режима (н.п. 5, 6). Данные по запасам продуктивной влаги в почве за вегетационный период, усредненные за годы исследований, также позволили выявить три типа увлажнения на исследуемом участке. Выделяется плакор с усредненными за вегетацию запасами влаги 70-80 мм в слое почвы 100 см, микрозападина с высоким содержанием влаги – 165 мм, склон южной экспозиции с недостаточным увлажнением – содержание влаги 45 мм в слое почвы 100 см.

На основе совокупности вышеперечисленных данных была проведена группировка агроландшафтов: 1 – плакорные, доля западин менее 10%, пятнистость черноземов выщелоченных с серыми лесными до 5%; 2 – плакорные микрозападинные, доля западин более 10%, комплекс черноземов выщелоченных с темно-серыми лесными глееватыми почвами (до 20%); 3 – эрозионные, вариации чернозема выщелоченного с черноземом выщелоченным смыто-намытым. Границы типов агроландшафтов идентифицируются по границам почвенных комбинаций.

УДК 631.4

## **ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Карабутов А.П.<sup>1</sup>, Уваров Г.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «Белгородский НИИСХ», Белгород,

<sup>2</sup>Белгородский ГНИУ БелГУ, Белгород

[karabut.ap@mail.ru](mailto:karabut.ap@mail.ru)

Целью наших исследований явилось установление изменений количественного и качественного состава гумуса чернозёма типичного в зависимости от интенсивности воздействия приемов агротехники.

Исследования проведены в Центрально-Чернозёмном регионе на базе стационарного полевого многофакторного опыта лаборатории плодородия почв и мониторинга Белгородского НИИСХ, заложенного в 1987 г. Объектом исследований являлся чернозём типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке. Исходное содержание гумуса в пахотном слое 5,18-5,32%. Испытали факторы интенсификации земледелия – севообороты с различным насыщением пропашными культурами, приемы обработки почвы (вспашка и мелкая обработка) и удобрения (минеральные удобрения и навоз).

В зернотравянопропашном севообороте (20% пропашных культур) за пять ротаций произошло накопление гумуса за счет большего поступления растительных остатков в почву при возделывании эспарцета. Содержание гумуса в почве повысилось без удобрений в среднем на 0,15%. В почве зернопаропропашного севооборота при высоком насыщении пропашными культурами (60%), наоборот, проявилась дегумификация. Снижение содержания гумуса составило в абсолютном выражении 0,23%.

Приемы обработки почвы привели к снижению содержания гумуса, однако, если по вспашке оно составило 0,28%, то по мелкой обработке, лишь 0,10%.

Действие минеральных удобрений на содержание гумуса зависит от вида севооборота. Так, в зернотравянопропашном севообороте с наличием многолетних трав его содержание возросло на 0,10%, а в зернопаропропашном, произошло его снижение. Однако снижение содержания гумуса наблюдалось в меньшей степени, чем без внесения удобрений. Навоз способствовал увеличению гумуса в почве, в среднем на 0,15%. Совместное внесение навоза и минеральных удобрений еще в большей мере увеличивает содержание – на 0,23%.

Зернотравянопропашной севооборот способствует большему накоплению фульвокислот, чем зернопаропропашной. Это связано с тем, что в севообороте с многолетними травами в верхнем слое почвы накапливаются малоразложившиеся органические остатки, которые приводят к частичной фульватизации гумуса. Однако тип гумуса при этом не изменился и остался гуматным.

Среди приемов обработки почвы в регулировании качественной стороны гумуса можно отметить тенденцию частичной фульватизации по мелкой обработке.

Длительное внесение минеральных удобрений и навоза, как отдельно, так и совместно влечет за собой нарастание фульватности гумуса и доли гумина в нем. Совместное внесение удобрений снижает долю углерода гуминовых кислот на 12%, но при этом увеличивает долю фульвокислот на 24%.

Следовательно, воспроизводство органического вещества в черноземе типичном и предотвращение дегумификации возможно в севообороте с 40% многолетних трав, мелкой обработки и совместном внесении навоза с минеральными удобрениями. При этом возрастает фульватизация гумуса и наличие в нем гумина, однако, генетическая природа гумуса не меняется, и он остается гуматным.

УДК 631.452

## **МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ТЕСТОВЫХ ПОЛИГОНАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Кирсанов А.Д., Комаров А.А., Суханов П.А., Хомяков Ю.В.,  
Селиванова Т.В.**

*ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург*  
[andrkkir88@gmail.com](mailto:andrkkir88@gmail.com)

В условиях Ленинградской области сформирована региональная сеть тестовых полигонов (12-полигонов), позволяющих осуществлять постоянный мониторинг плодородия почв. Каждый тестовый полигон расположен в

наиболее типичных почвенных, агроландшафтных, климатических и агропроизводственных условиях региона. Целью мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения на тестовых полигонах является продолжение системы постоянных (ежегодных) наблюдений за состоянием сельскохозяйственных угодий, плодородием почв, качеством и количеством производимой сельскохозяйственной продукции. Проводимый мониторинг позволяет выявлять деградационные процессы, производить оценку изменения плодородия почв, обеспечивать мероприятия по предупреждению и устранению выявленных негативных процессов, происходящих в почвах и окружающей среде.

В качестве основных задач в работах по мониторингу поставлены следующие:

- контроль (наблюдение) за состоянием агроэкосистем (почва, растение, вода), оценка изменений во времени и пространстве;
- прогноз изменения состояния агроэкосистем;
- составление рекомендаций по внедрению экологически безопасных технологических приемов в земледелии, направленных на регулирование основных режимов в почвах, непосредственно определяющих их плодородие, обеспечивающих получение качественной сельскохозяйственной продукции, функциональную устойчивость агроэкосистем и сохранение агроландшафтов.

Важно отметить, что плодородие почв включает не только все виды ресурсов, необходимых растению за вегетационный период, но и доступность их растениям. Последнее зависит от строения верхней части почвенного профиля, минералогического состава почв, запасов доступной растениям влаги, агрофизических и иных свойств, определяющих как водно-воздушный, питательный, тепловой режимы почв, так и возможности пространственного роста корневых систем, а также оптимизацию биологических и физиологических свойств почв. Плодородие почв в многолетнем плане зависит также от климатических условий, фитосанитарного, эколого-токсикологического, радиологического и других категорий состояния почв. Интегральным показателем эффективного плодородия почв является урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность кормовых угодий, качество продукции растениеводства при соблюдении нормативных экологических требований. В целом проводимые мониторинговые многолетние исследования по изучению изменения плодородия почв совместно с исследованием влияния состояния агроландшафтов (с учетом выноса биогенных элементов с их водосборов) могут являться научной базой для разработки конкретных мероприятий по рациональному использованию агроландшафтов и охране окружающей среды.

По результатам исследований представляется возможным планирование систем земледелия с учетом современного состояния пахотных почв при разном интенсивном сельскохозяйственном использовании.

## **ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ВИНОГРАДНИКА ПОД ВЛИЯНИЕМ БАКТЕРИЗАЦИИ И ЗАДЕРЖАНИЯ МЕЖДУРЯДИЙ МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВАМИ**

**Клименко Н.Н.**

*ФГБУН «НИИСХ Крыма», Симферополь*

[ninaklymenko@yandex.ru](mailto:ninaklymenko@yandex.ru)

Наличие в почве достаточного количества питательных веществ является важным фактором получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. При интенсификации земледелия это достигалось внесением больших доз минеральных удобрений. Для борьбы с сорной растительностью и сохранением влаги в районах с недостаточным природным увлажнением распространенной системой содержания междурядий винограда был черный пар. Однако длительное содержание почвы под черным паром без внесения органических удобрений способствовало снижению содержания гумуса, уплотнению, разрушению структуры, распылению почвы и развитию эрозионных процессов. Все это приводит к деградации почвы, потере плодородия и снижению продуктивности винограда. Кроме того, существующие технологии выращивания винограда требуют применения значительного количества агрохимикатов, приводящего к загрязнению окружающей среды и самого растения токсичными для человека веществами и получению некачественной продукции.

Микроорганизмы имеют существенное влияние на генезис и свойства почвы и в значительной степени определяют ее плодородие. Применение микробных препаратов (МП) способствует улучшению питания растения, прежде всего азотом, созданию оптимальных условий для развития полезной микрофлоры, которая повышает плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур. Кроме того, полезная микрофлора подавляет патогенных микроорганизмов, способствует оздоровлению почвы.

Ассоциативные микроорганизмы diaзотрофы улучшают питание растения азотом за счет азотфиксации, фосфатмобилизаторы – поставляют растению фосфор в доступных формах. Однако эти микроорганизмы являются сапрофитами и для своей жизнедеятельности потребляют углерод. Источником углерода является растение и почва. В связи с этим для лучшего развития полезных микроорганизмов и улучшения их питания необходимо обогащать почву органическим веществом (навозом, соломой, применять сидераты и многолетние травы). Исследования совместного влияния применения МП и выращивания многолетних трав в междурядьях винограда на свойства почвы немногочисленны, поэтому целью нашей работы было изучение действия бактериализации растений винограда и выращивания многолетних трав на состояние почвенного плодородия.

Исследования проводили на винограднике, заложенном у с. Хмельницкое (Балаклавский р-н, г. Севастополь). Почва – лугово-аллювиальная карбонатная. Содержание гумуса в контроле (черный пар) составляло 1,5-2,2%; нитратного азота 11-18 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Мачиги-

ну) – 32-38 и 260-430 мг/кг соответственно; рН<sub>водн.</sub> 8,2-8,5; содержание карбонатов 15-37%, активной извести – 10-15%.

Установлено, что введение в ампелоценоз микроорганизмов с полезными свойствами и многолетних трав способствовало улучшению питания виноградного растения, повышению его продуктивности и, кроме того, приводило к накоплению элементов питания и органического вещества в почве. Бактеризация почвы на фоне применения смеси бобовых и злаковых многолетних трав способствовала увеличению содержания основных элементов питания в почве. Так, по сравнению с контролем, количество нитратного азота под действием Диазофита и комплекса микробных препаратов (КМП) повышалось на 6,8-9,1 мг/кг; подвижного фосфора на 8,6-16,2 мг/кг (под действием Фосфоэнтрина и КМП), подвижного калия – на 11,7-16,4 и 17,1-18,7 при использовании Фосфоэнтрина и КМП соответственно. Отмечено, что содержание органического вещества в почве ризосферы под влиянием КМП увеличилось на 0,05-0,32% по сравнению с контролем. Следует отметить, что задернение междурядий смесью злаково-бобовых трав способствовало накоплению большего количества элементов питания в почве виноградника, чем на фоне естественного задернения.

В связи с этим повышение биоразнообразия в ампелоценозе с обогащением микробного и фиторазнообразия является одним из путей повышения экологической и продовольственной безопасности и охраны окружающей среды.

УДК 631.458

## **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГРУППИРОВКА ЗЕМЕЛЬ В СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**Козлов Д.Н.**

*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*  
[daniilkozlov@gmail.com](mailto:daniilkozlov@gmail.com)

Оптимальное решение задач интенсификации и экологизации сельского хозяйства России достигается в адаптивно-ландшафтных системах земледелия. Точность и трудоемкость разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия зависит от уровня их интенсификации. Интенсивные и тем более точные системы земледелия проектируют в специальных геоинформационных системах по материалам почвенно-ландшафтного картографирования на основе детального полевого обследования. В современных социально-экономических условиях такие трудоемкие и дорогостоящие работы не могут получить широкого распространения. В условиях неупорядоченности землепользования и невысокого уровня земледелия на большей части страны предлагается ориентироваться на упрощенный вариант обоснования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и нормальных агротехнологий на основе агроэкологической группировки земель по степени проявления свойств, снижающих продуктивность с/х культур и осложняющих агротехнические условия их возделывания.

В докладе обсуждаются теоретические, методические и организационные проблемы агроэкологического картографирования и излагается опыт составле-

ния крупномасштабных карт агроэкологического содержания с применением цифровых технологий в ареалах дерново-подзолистых, черноземных и лугово-черноземных почв. При переходе к цифровым методам меняется общая схема картографирования, и ряд методических задач получает новые решения, обеспечивающие внедрение математических методов в область экспертных знаний. Элементом территориальной оценки становятся ячейки регулярной сетки, для которых на основе индикационной модели рассчитывается степень проявления свойств, лимитирующих земледелие (степень эродированности или засоления почв, продолжительность весеннего переувлажнения, контрастность почвенного покрова и др.). Индикационными характеристиками выступают топографические свойства поверхности (крутизна, водосборная площадь и др.), спектральные индексы дистанционного зондирования наземного покрова (температура, биомасса, продуктивность, влажность и др.), при наличии данных – особенности почвообразующих пород, уровня грунтовых вод, истории хозяйственного использования и др. Для обучения индикационной модели используется либо репрезентативный массив полевых описаний, либо существующие крупномасштабные почвенные и ландшафтные карты при сокращенной программе полевых исследований. В качестве средств построения индикационной модели используются формальные методы статистического анализа (регрессионный, дискриминантный анализ и др.), либо технологии машинного обучения (регрессионные деревья, генетические алгоритмы и др.).

Собственно группировка земель строится путем объединения элементов регулярной сетки, схожих по расчетным значениям лимитирующих факторов. Возможна как интегральная группировка – по всей совокупности лимитирующих показателей, так и дифференцированная – только по показателям, выражающим специфические экологические требования конкретной сельскохозяйственной культуры или условия ее возделывания. Сопутствующими результатами цифрового агроэкологического картографирования являются: общая точность индикационной модели (степень ее соответствия полевым наблюдениям, либо контурам обучающей карты); оценка значимости каждой индикационной переменной, локализация участков с высокой неопределенностью ландшафтно-индикационных связей, лежащих в основе картографической модели.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-04-01083.*

УДК 631.45; 631.87

## **АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ**

**Комаров А.А.<sup>1</sup>, Комаров А.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>АФИ, Санкт-Петербург, <sup>2</sup>ЛенНИИСХ "Белогорка", Белогорка  
[zelenydar@mail.ru](mailto:zelenydar@mail.ru)

Аллелопатию рассматривают как химическое влияние одних видов растений на другие посредством специфически действующих выделений, а также как форму биотических связей в фитоценозах. Оценку аллелопатического действия производят в лабораторных условиях, преимущественно в изолированных опытах с прорастающими семенами различных растений, где аллело-

патическую активность оценивают по реакции прорастающих семян на тот или иной оцениваемый агент. Однако в последние годы результаты подобной оценки подвергаются сомнениям. Обусловлены они тем, что результаты лабораторных опытов не совпадают с результатами полевых исследований. Объяснение этому несовпадению было следующим: корни и листья многих растений, действительно выделяют в окружающую среду разнообразные соединения, действующие как ингибиторы или стимуляторы для произрастающих в их среде растений. Это хорошо фиксируется в лабораторных исследованиях. Однако в почве активность этих соединений существенно изменяется за счет их разложения и утилизации микроорганизмами, фиксации на минеральных и органических частицах, вымывания дождевыми водами, трансформации в другие вещества и др. Можно предположить, что различные физиологические агенты в почве сохраняют свою специфическую физиологическую реакцию на растения путем закрепления в трансформирующейся матрице лигнинового каркаса в гумус, в органо-минеральном почвенном комплексе. Известно, что специфические гумусовые вещества почвы обладают высокой физиологической активностью. Особенно ярко физиологическая активность гумусовых веществ проявляется в условиях резких антропогенных (внесение повышенных доз средств химизации, распашка и др.) или климатических реакций, то есть при воздействии на гель-гумус агентов и условий, переводящих его из относительно устойчивого состояния в другое физико-химическое, а главное, физиологическое состояние - золь. Действительно, физиологическая активность различных гумусовых веществ (ГВ) проявляется в области широкого градиента концентраций. Физиологический эффект для гумусовых веществ различной стадии трансформации и из разных географических зон проявляется по-разному. Общим является то, что в области концентраций более 0,1% преимущественно наблюдается ингибиторный эффект. Позитивный эффект проявляется в области нескольких градиентов концентраций. При оценке физиологической активности характер распределения доза-эффект наблюдается в виде несколько пиков повышения и понижения активности ГВ, что характерно для действия эндогенных фитогормонов (например, ауксина). Наибольший позитивный физиологический эффект на растения ГВ проявляют в области разведений ( $10^{-5} \dots 10^{-7}\%$ ). Характерно, что область подобных концентраций также соответствует гормональному уровню концентрационных воздействий специфических фитогормонов (СФГ), что, по-видимому, объясняет эффект действия некоторых гумусовых и гумусоподобных препаратов на ростовые процессы растений. В этом случае ГВ выступают в роли неспецифических фитогормонов (НФГ). В области подобных концентраций ГВ проявляются основные признаки СФГ. Для СФГ, способных проявлять свою специфическую активность в тщательно выбранном биотесте, (селективный гормональный тест - СГТ), так же и для разных ГВ не одинаково проявляется СГТ. В тоже время общим для них является то, что все они способны сильно перекрываться по своей активности, затрагивая практически каждый аспект развития растения. Можно предположить, что ГВ в процессе своей трансформации не только сохраняют (стабилизируют), но и направляют аллелопатическую регуляцию между различными группами растений в фитоценозе.



## САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ ТАЁЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНО–СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ НАРУШЕННЫХ ТЕХНОГЕНЕЗОМ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Коркина Е.А., Стреляева А.С.

Нижевартовский государственный университет, Нижневартовск  
[lenaknv@gmail.com](mailto:lenaknv@gmail.com)

Определяющей особенностью почвообразования в таёжной зоне Западно–Сибирской равнины является климатический фактор. Именно он создаёт особые условия для гидротермических режимов почв, биогенно-аккумулятивных процессов, которые являются определяющими в формировании основных типов почв таёжной зоны. Несомненно, матричной основой для формирования почв является литогенный комплекс, включающий в себя отложения, на которых формируется современная почва, и сложенные формы рельефа, сформированные в определенные моменты геологического времени. Все эти факторы почвообразования, известны, они влияют на формирование естественных почв, а также эти же факторы определяют формирование почв на нарушенных техногенезом землях.

Нефтедобывающая промышленность, развитая в таёжной зоне Западно–Сибирской равнины, с одной стороны, трансформирует и уничтожает естественные почвы, изменяя гидротермические режимы почв, с другой стороны, конструирует техногенные поверхностные образования, которые являются матричной основой для формирования почв, при их самовосстановлении. Под самовосстановлением почвы подразумевается естественное её восстановление, при котором происходит формирование органического горизонта в виде слабо развитого горизонта W, растительных и микробных сообществ.

Основными техногенными поверхностными образованиями, сконструированными в ходе нефтедобывающей деятельности в таёжной зоне Западно–Сибирской равнины, являются литостраты песчаные. Низкое самовосстановление почв и растительности на исследуемых литостратах песчаных, относящихся к группе натурфабрикатов, определяется следующими условиями: 1) в гранулометрическом составе песка, из которого сконструированы инженерные сооружения для добычи нефти, отсутствуют пылеватые и глинистые частицы, таким образом, ни вода, ни почвенные растворы не имеют возможности задерживаться в таком субстрате; 2) развита дефляция, это отрицательно сказывается на самосев семян древесной и травянистой растительности; 3) температура поверхности литострата песчаного прогревается до +40°C, в июне, в это время температура верхнего торфяного горизонта Т торфяной олиготрофной почвы прогревается до +8°C; 4) в ходе исследования амилотической микрофлоры, актиномицетов, аммонификаторов, была определена низкая микробиологическая активность в литостратах песчаных, по сравнению с естественными почвами; 5) количество органического углерода – 0,93%, по сравнению с торфяной олиготрофной почвой – 82%; 6) низкое содержание в литострате подвижного фосфора —4,72 мг/100 г и аммонийного азота – 1,74 мг/100 г; 7) на литострате первыми из представителей растительности появляются *Polytrichum*, затем кипрей, хвощ полевой, пырей. Таким образом, самовосста-

новление почв на литостратах песчаных, сконструированных нефтедобывающей промышленностью, в условиях таёжной зоны Западно–Сибирской равнины происходит крайне медленно.

*Работа выполнена в рамках исполнения базовой части государственного задания № 2014/801 Министерства образования и науки Российской Федерации*

УДК 634.41

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЯДА МИКРО- И МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ФРАКЦИЯХ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ**

**Котельникова А.Д., Матвеева Н.В.**

*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*

[a.d.kotelnikova@gmail.com](mailto:a.d.kotelnikova@gmail.com)

Применение минеральных удобрений в почвах сельскохозяйственных угодий требует внимания к формам нахождения питательных элементов и микроэлементов в почвах, изучению их фаз-носителей. Именно эти характеристики определяют степень доступности тех или иных химических элементов для растений. Это тем более важно, так как вносимые удобрения могут служить источниками не только недостающих питательных элементов, но и элементов-токсикантов. В ряде работ отмечалась перспективность анализа органо-минеральных фракций почвы в этом отношении.

Объектами исследования послужили образцы пахотных горизонтов агрочерноземных почв Воронежского НИИСХ.

Выделение органо-минеральных фракций почв проводилось методом грануло-денсиметрического фракционирования, разработанного Шаймухаметовым и Травниковой. Разделение образцов на фракции происходит без существенного изменения их естественного вещественного состава. Выделялись фракции ила (ИЛ) с размером частиц <1 мкм, легкой фракции (ЛФ) с плотностью < 2 г/см<sup>3</sup> и фракции остатка почвы после выделения тонкодисперсных частиц.

Определение уровня содержания ряда микро- и макроэлементов в выделенных фракциях проводилось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС).

Анализ относительного содержания элементов по фракциям позволяет выделить различную предпочтительность металлов к отдельным фракциям. Статистическая обработка полученных результатов содержания элементов в трех почвенных фракциях с применением кластерного анализа позволила выделить три группы элементов, объединяющихся геохимически. Относительное содержание первой группы элементов (Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sr, Ca) в почвенных фракциях распределились следующим образом: ЛФ > ИЛ > остаток. Большая приуроченность этих элементов к органической составляющей почвы позволяет говорить об их активном включении в биологический круговорот, в результате которого они становятся трансформированной частью гумусовых веществ, отчасти за счет сорбции на поверхностях глинистых частиц. При

этом показано превышение установленных предельно и ориентировочно допустимых концентраций (ПДК и ОДК) для Cu во фракциях ИЛ и ЛФ, для Mn в ЛФ ряда образцов и для Ni в ЛФ всех изученных образцов почв.

Содержание второй группы элементов (As, B, Ba, Cr, Fe, Li, V, Zn, P, Mg, K) характеризуется следующим соотношением: ИЛ > ЛФ > остаток. Эти элементы сорбируются главным образом на илистых частицах, преобразованной минеральной компоненте, роль органических составляющих в их закреплении несколько меньше. Превышена ОДК для As во фракциях ИЛ и ЛФ, для V и Zn превышена ПДК во фракции ИЛ всех образцов.

В третью группу, содержание которой во фракциях характеризуется соотношением ИЛ > остаток  $\approx$  ЛФ, вошли два элемента – Ti и Na. Органические компоненты играют наименьшую роль в закреплении этой группы элементов.

Корреляционный анализ распределения элементов в органо-минеральных фракциях и некоторых физико-химических свойств исходных почв с применением коэффициента корреляции Спирмена позволил выделить рН как наиболее существенный фактор. Относительное содержание ряда элементов (Ba, Fe, Li, Ti, V, Zn) во фракциях ИЛ и ЛФ имеет обратную корреляционную зависимость с рН. По-видимому, увеличение кислотности способствует закреплению этих элементов в минеральной части почвы.

Накопление ряда элементов в органо-минеральных фракциях изученных почв говорит о необходимости уделить внимание вопросу их биодоступности, учету сорбции элементов органическими и преобразованными минеральными компонентами почвы. При этом наблюдаемое распределение элементов может быть характерно только для изученного типа почвы. Исследование образцов других типов почв может обнаружить иные закономерности, что важно для вопросов нормирования.

УДК 631.51.003.13

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЛИТЕЛЬНОЙ MINI-TILL ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СОЧЕТАНИИ С УДОБРЕНИЯМИ НА ЭРОДИРОВАННЫХ КАРБОНАТНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ КРЫМА**

**Крайнюк М.С., Крайнюк С.В.**

*Академия биоресурсов и природопользования Крымского федерального  
университета им. В.И. Вернадского, Симферополь*

[dekankms@mail.ru](mailto:dekankms@mail.ru)

В предгорно-степной зоне Крыма наиболее разрушительным почвенным процессом является комбинированная эрозия (то есть совместное проявление водной эрозии и дефляции). В составе пахотных земель имеются значительные площади с уклонами от 1 до 3°, которые необходимо эффективно защищать от эрозионной деградации и повышать их плодородие. Применение mini-till технологий обработки почвы повышает устойчивость почвы к эрозии, снижает энергетические и трудовые затраты на выращиваемую продукцию. На склоновых землях предгорно-степной зоны Крыма остается невыясненными как в теоретическом, так и в практическом плане предельная длительность

mini-till технологий обработки смытых почв. Недостаточно изучена также проблема расширенного воспроизводства плодородия склоновых (в том числе различной степени смытости) карбонатных черноземов. На опытном поле университета в 2002-2015 годах в двухфакторном полевом опыте в севообороте: яровой ячмень с подсевом люцерны – люцерна – люцерна – люцерна – озимая пшеница – озимый ячмень – горчица – озимая пшеница – озимый ячмень – озимая вико-пшеничная смесь на корм – озимая пшеница – озимый ячмень – горох – озимая пшеница изучались системы обработки почвы (разноглубинная отвальная; плоскорезная разноглубинная и mini-till технология на 10-12 см) и системы удобрения (без удобрения; органоминеральная на запланированный урожай; органоминеральная повышенная). При длительной mini-till технологии обработки почвы (14 лет подряд) усиливается дифференциация пахотного горизонта по содержанию гумуса между слоями почвы 0-10 и 10-20 см. Так, на фоне длительной плоскорезной разноглубинной системы обработки почвы различия между слоями почвы 0-10 и 10-20 см по содержанию гумуса составляют 0,22%, а при систематической mini-till технологии обработки почвы – 0,39% и на фоне систематической вспашки – 0,04%. При многолетнем применении разноглубинной плоскорезной либо mini-till технологии обработки почвы на расчетном, так и на повышенном органоминеральном вариантах удобрения происходит резкая дифференциация почвенного профиля по содержанию подвижного фосфора с максимальным его содержанием в верхнем 10 см слое (в 1,6-2,9 раза выше, чем в слое 10-20 см). При разноглубинной отвальной системе обработки почвы дифференциация по содержанию подвижного фосфора происходит уже между слоями 10-20 и 20-30 см. Накопление подвижного фосфора в верхней части пахотного слоя является положительным явлением, так как в начальные периоды вегетации повышенное содержание фосфора вблизи корневых систем улучшает его усвоение растениями и способствует увеличению урожайности культур. Однако повышенное содержание подвижного фосфора в верхней части почвенного профиля на плоскорезных фонах не приводит к более быстрому появлению всходов, улучшению условий роста и развития растений. Такая дифференциация приводит резкому снижению количества подвижных фосфатов в нижних, лучше увлажненных слоях почвы. Наиболее высокая продуктивность севооборота была отмечена на фоне mini-till технологии обработки почвы на 10-12 см. При этом выход зерновых единиц составлял 30,8 ц/га, что по сравнению с разноглубинной отвальной, дисковой и плоскорезной обработками выше на 3,0-4,8 ц/га. Максимальная разница по выходу зерновых единиц наблюдается между разноглубинной отвальной обработкой почвы на неудобренном фоне и mini-till технологией обработки почвы на 10-12 см на повышенном удобренном фоне составляла 13,1 ц/га выше и на 2,2 ц/га по сравнению с разноглубинной плоскорезной обработкой. Длительное применение mini-till технологии обработки почвы на 10-12 см с внесением минеральных удобрений на запланированный урожай агрономически и экономически эффективно.

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ АЛТАЯ

**Кудрявцев А.Е.**

*Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул*

[kae5959@mail.ru](mailto:kae5959@mail.ru)

Почвенные ресурсы Алтайского края, в основном, используются в растениеводстве, поскольку природные условия позволяют успешно развивать эту отрасль. Однако использование этого стратегического ресурса в пашне не редко приводит к процессам деградации, развитию которых способствует не только хозяйственная деятельность человека, но и сами природные условия. Ведущими деградационными процессами на территории Алтайского края является дефляция, засоление, осолонцевание, наличие которых характерно для территории сухой степи Алтая, где преобладают каштановые почвы. В колючей степи Алтая преобладает плоскостной смыв, дефляция, засоление и осолонцевание. Пахотные почвы этой территории характеризуются чернозёмами южными, обыкновенными, выщелоченными, встречаются в пашне и серые лесные почвы, однако, их доля незначительная. В лесостепи Алтая и предгорных равнинах Салаира и Алтая прогрессируют процессы линейного, плоскостного смыва и подкисления. Почвенный покров этих территорий, в основном, представлен чернозёмами, где преобладают чернозёмы оподзоленные и серые лесные почвы, в предгорьях Алтая встречаются чернозёмы типичные. Приостановление деградационных процессов и восстановление почвенного плодородия одна из глобальных задач современности. Для сохранения и воспроизводства плодородия нами предлагается совокупность приемов, операций и процедур получения достоверных сведений о процессах деградаций, их уровней развития на основе исследований и научных теорий для выработки практических рекомендаций, это и является основой заявленной темы.

Агроэкологическая оценка плодородия использует общенаучные методы исследования. Так, например, Д.С. Булгаковым была разработана система агроэкологической оценки, в основе которой положены эталоны плодородия почв. А.Н. Каштановым, В.Е. Явтушенко для разработки методики по агроэкологической оценке склоновых земель была использована контурно-мелиоративная организация территорий. В.И. Кирюшиным разработана агроэкологическая оценка земель, которая позволяет строить модели адаптивно-ландшафтной системы земледелия на основе выделяемой агроэкологической группы. И.И. Васенёвым, В.Г. Хахулиным и другими предложена методика агроэкологической типизации земель и почв в агроландшафте.

Заявленная нами тема исследований предусматривает разработку принципиально нового метода комплексной агроэкологической оценки плодородия пахотных почв Алтая. Оригинальность предлагаемого метода заключается в том, что он позволяет определить современное состояние плодородия, установить виды деградации каждого почвенного индивидуума и провести организацию территории с выделением уровней агроэкологического состояния. Такой подход позволяет эффективней использовать почвенные ресурсы, иметь

надежные и научно обоснованные прогнозы для внедрения приемов, обеспечивающих расширенное воспроизводство почвенного плодородия.

Для озвученного метода разработана методика определения динамичности параметров плодородия, в основу которой положены временные изменения свойств почв почвенно-климатических зон в целом, что позволяет устанавливать наличие тех или иных видов деградации и их интенсивность. Учитывая природные условия и совокупность антропогенной нагрузки, характер использования почвенных ресурсов, изменение состояния индикаторов, степень деградации и оценивая эффективное плодородие, с помощью разработанной модели, предлагаем выделять такие уровни агроэкологического состояния как «Норма», «Кризис», «Риск», «Бедствие». Внутри этих уровней возможно выделение конкретных причин и следствий деградационных процессов для приостановления которых требуется индивидуальный подход.

Агроэкологическая оценка плодородия пахотных почв в почвоведении необходима для определения направленности почвообразовательного процесса; в сельском хозяйстве для повышения эффективности использования почвенных ресурсов и разработке систем земледелия препятствующих развитию деградации; в землеустройстве для кадастровой оценке земель, налогообложении, мониторинге земель.

Проводимые исследования позволяют объективно найти решение совершенствований классификаций и диагностики почв, установить виды деградаций почвенных ресурсов и их интенсивность как отдельного поля землепользователя, так и территории в целом, позволяют конкретизировать географическое местонахождение того или иного деградационного процесса и мероприятия по его приостановлению, выявить причины интенсивности деградационных процессов и найти эффективный путь их приостановление.

УДК 631.4

## **ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ПРОФИЛЕЙ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ»**

**Кулижский С.П., Родикова А.В., Марон Т.А.**

*НИ ТГУ, Томск*

[kulizhskiy@yandex.ru](mailto:kulizhskiy@yandex.ru)

Морфология почвы – признак, фиксирующий историю ее развития, в связи с чем, сумма ее динамичных и консервативных свойств отражает особенности генезиса. Формирование почвенного покрова Минусинской межгорной впадины, в том числе – заповедника «Хакасский», сопряжено с длительной и своеобразной историей, включающей влияние ледника, вулканическую деятельность, склоновые процессы, антропогенную составляющую и прочие; особую значимую роль сыграли морские трансгрессии и регрессии. Кластеры особо охраняемой территории расположены изолированно друг от друга в различных природных зонах и занимают относительно небольшие пространства в пределах нескольких котловин. В работе рассматриваются почвенные объекты степей и лесостепей, которые представлены, как правило, типичными зональными сочетаниями, включающими ряд: «неполноразвитые степные

почвы вершин водоразделов – черноземы, каштановые почвы склонов – комплекс полугидроморфных (гидроморфных) почв западин и понижений (часто – озерных)». Выполнено подробное полевое макроморфологическое изучение при естественной влажности, отобраны образцы для дальнейшего исследования, проведены качественные реакции для первоначального определения химического состава крупных солевых концентраций, из которых особый интерес для авторов представляют гипсовые. Данные новообразования характерны, как правило, для аридных условий и засоленных систем, однако, на исследуемой территории подобные минеральные формы встречаются также в условиях лесостепи (участок заповедника «Подзаплоты»), и, согласно литературным сведениям, являются результатом накопления в обширном Бейском море позднеживетского века, акватория которого была распространена на все котловины Минусинской впадины. В изучаемых образцах визуализируемые на макроуровне сульфатные соли кальция можно разделить в общем приближении на две группы. Первая – кристаллы располагаются небольшими стяжениями и гнездами, которые в целом характерны для нижних горизонтов автоморфных тел; вторая – более крупные параллельноволокнистые минеральные агрегаты (до нескольких сантиметров), ясно выделяющиеся из почвенной массы; могут встречаться как в автоморфных (материнская порода), так и в гидроморфных объектах (включая всю толщу). При мезоморфологическом изучении солевых скоплений выявлено, что первая группа представлена, как правило, таблитчатыми элементами, имеющими характерный стеклянный блеск, вторая – игольчатыми кристаллами, плотно прилегающими друг к другу, обладающими матовым шелковистым блеском граней отдельностей. Лабораторно-аналитическое изучение почв показало, что содержание гипса в горизонтах варьирует и составляет в среднем от 0,3 до 28,6%. Новообразования сульфатов кальция в исследуемых природных системах, приуроченные к нижним частям профиля, наиболее вероятно унаследованы от материнской породы и являются свидетельством былой обводненности палеоландшафтов, тогда как минералы, которые находятся ближе к дневной поверхности, при условии связи с грунтовыми водами, вполне могли образоваться в результате кристаллизации из восходящих растворов, насыщенных за счет растворения глубокозалегающих соединений гипса, а также процесса декарбонатизации (в результате обменных реакций между почвенным раствором, обогащенным сульфатом натрия и бикарбонатом кальция), поскольку карбонатность – характерная черта почвенного покрова центральных частей котловин. Таким образом, формирование некоторых морфологических особенностей профилей почв заповедника связано с современными и древними процессами, что находит свое отражение в наличии реликтовых и молодых морфологических элементов в горизонтах и их системах.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ФОСФОРА И КАЛИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ**

**Лапа В.В., Ивахненко Н.Н.**

*Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь*

[brissagro@gmail.com](mailto:brissagro@gmail.com)

В длительных полевых исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве (1998-2015 гг.), изучена эффективность последствий остаточных количеств фосфора и калия, накопленных в почве за две предшествующие олтации севооборотов. Основными задачами исследований являлись оценка динамики продуктивности возделываемых сельскохозяйственных культур во временном интервале после прекращения внесения минеральных удобрений, и оценка скорости агрохимической деградации почвы по изменению содержания подвижных форм фосфора и калия (по методу Кирсанова) в пахотном слое. При этом динамика подвижных форм фосфора и калия изучалась в контрольном варианте, где удобрения не вносились с 1986 года, и в вариантах с последствием фосфорных и калийных удобрений (1986-1997 гг.) и с ежегодным применением азотных, фосфорных и калийных удобрений в оптимальных дозах. Исходное содержание подвижного фосфора в контрольном варианте без внесения минеральных удобрений в 1986 году составляло 101 мг/кг почвы.

В результате проведенных исследований установлено, что содержание подвижного фосфора в контрольном варианте без внесения удобрений за 17-летний период (1998-2015 гг.) снизилось на 20 мг/кг и составило 81 мг/кг почвы. Следует отметить, что на 9 год исследований было отмечено снижение содержания подвижного фосфора ниже уровня, установленного на начало закладки опыта в 1986 году – 101 мг/кг почвы.

В варианте с применением в 1986-1997 гг. фосфорных удобрений было достигнуто содержание в почве подвижного фосфора 156 мг/кг. При возделывании сельскохозяйственных культур в результате выноса фосфора с товарной частью растительной продукции содержание подвижного фосфора постоянно уменьшалось и за 11 лет исследований оно вернулось к исходному уровню 1986 года (101 мг/кг). Таким образом можно считать, что скорость агрохимической деградации дерново-подзолистой супесчаной почвы по фосфору составляет 11 лет. В течение этого периода вынос фосфора с урожаем сельскохозяйственных культур был эквивалентен остаточному количеству фосфора, вносимого с минеральными удобрениями в течение 10 лет. При внесении полного минерального удобрения в оптимальных дозах содержание подвижного фосфора в исследуемой почве поддерживалось на достигнутом уровне -157-161 мг/кг почвы.

На начало исследований по изучению эффективности последствий остаточных количеств кали (1998 г.) содержание подвижного калия в почве в контрольном варианте составляло 148 мг/кг, в варианте с изучением



последствия – 226 мг/кг, в варианте с ежегодным применением калийных удобрений – 218 мг/кг почвы. Накопленный в почве за счет предыдущего внесения калийных удобрений запас калия был полностью компенсирован выносом с урожаем за 4 года исследований. В дальнейшем после 7 года и до 17 последствия содержание подвижного калия в контрольном варианте стабилизировалось на уровне 70 мг/кг, а в варианте с оценкой последствия остаточных количеств калия – на уровне 90 мг/кг почвы. Периодом агрохимической деградации изучаемой почвы по калию можно считать 4 года. Продуктивность сельскохозяйственных культур достоверно отличалась по уровням по изучаемым вариантам и составляла соответственно по вариантам в среднем за 17 лет 34,6, 47,6 и 57,9 ц/га к.ед.

УДК 631.4

## **О МЕХАНИЗМАХ РАЗРУШЕНИЯ МЕЖАГРЕГАТНЫХ СВЯЗЕЙ В ПРОЦЕССЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ**

**Ларионов Г.А., Бушуева О.Г., Добровольская Н.Г., Кирюхина З.П.,  
Краснов С.Ф., Литвин Л.Ф., Горобец А.В.**  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[larionov425@mail.ru](mailto:larionov425@mail.ru)

В предложенных ранее моделях эрозии прослеживается несоответствие между силами межагрегатного сцепления, удерживающими частицы почвы в покое и гидравлическими силами, вызывающими их отрыв. Известны и другие явления, которые не имеют объяснения в рамках известных физически обоснованных моделей эрозии. Так согласно этим моделям при прочих равных условиях интенсивность смыва почвы в модельных опытах должна находиться в линейной зависимости от активного фактора.

В гидромеханической модели эрозии Ц.Е. Мирцхулавы это разность между единицей и отношением квадрата придонной скорости к квадрату пороговой величины скорости. В гидрофизической модели эрозии Г.А. Ларионова и С.Ф. Краснова смыв пропорционален кубу скорости в придонной области потока толщиной в 1 см. Для подтверждения этого положения проведены опыты по размыву модельных образцов почв плотностью 1,2 г/см<sup>3</sup> в широком диапазоне скоростей. Однако при определении скорости размыва образцов почвы с более высокой плотностью нами было установлено, что линейная зависимость между кубом скорости потока и смывом нарушается при достижении некоторой скорости, и при этом затраты энергии потока на смыв почвы многократно увеличиваются. В рамках существующих представлений о механизмах эрозии почв объяснить эти явления не представляется возможным.

Результаты исследований выявили в каком направлении следует искать решение проблемы нарушения связей между частицами в процессе эрозии склоновыми потоками. Эксперименты по оценке влияния температуры воды на скорость размыва образцов почвы в диапазоне от 0 до 25°C с шагом 5°C показали, что при увеличении температуры воды на 10°C эродируемость почвы увеличивается в 1,5-1,6 раза, что практически соответствует правилу Вант-Гоффа. Из этого следует, что разрушение связей между частицами почвы, ве-

роятно, является результатом действия не гидравлических сил, а кинетической энергии молекул воды.

Экспериментально показано, что разрушение связей между частицами почвы в образце черноземной монофракционной почвы происходит под слоем неподвижной воды. После пуска потока воды в гидравлический лоток, в первые же мгновения срываются все частицы лишившиеся связей с остальной почвенной массой. С увеличением продолжительности пребывания образца под слоем неподвижной воды количество частиц с нарушенными связями растет с некоторым замедлением. Эксперименты подтверждают справедливость гипотезы о негидравлическом характере сил приводящих к нарушению межагрегатных связей в процессе водной эрозии.

Таким образом, эрозия почв и связных грунтов это двухкомпонентный процесс. Скорость разрушения связей между почвенными частицами определяется площадью межагрегатных контактов и температурой воды, а также скоростью поступления воды к фронту промачивания почвы, которая в свою очередь зависит от плотности почвы. По мере распространения разрушения межагрегатных связей вглубь почвы скорость процесса замедляется и может остановиться вследствие пригружения вышележащим слоем с уже разрушенными связями.

Установлено, что в области малых скоростей потока, скорость нарушения связей между частицами почвы превышает способность потока захватывать свободно лежащие на его дне частицы. В области высоких скоростей потока темпы эрозии определяются преимущественно интенсивностью разрушения межагрегатных связей. Однако и в этом случае скорость эрозии увеличивается с ростом скорости потока, так как поток начинает срывать частицы с остаточными величинами сцепления, но темпы роста значительно ниже, чем в области низких скоростей.

УДК 631.45→556.51/.54

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ПРОЕКТОВ БАССЕЙНОВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Лисецкий Ф.Н.**

*Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет, Белгород*

[liset@bsu.edu.ru](mailto:liset@bsu.edu.ru)

Для того чтобы решения проблем рационального земле- и водопользования были взаимоувязаны, перспективен выбор такой операционной единицы геопланирования, как речной бассейн. Если в границах субъекта РФ дифференциация территории на уровне порядковой структуры водотоков от IV и выше определяет объекты для почвоводоохранного обустройства агроландшафтов, (в Белгородской области 62 таких бассейнов в среднем по 18,6 тыс. га), то обоснование экорегиона формирует целостный объект для мониторинга и управления бассейновым природопользованием. С бассейновых позиций экорегион – это природно-хозяйственное образование, внешние и внутренние

границы которого определяются подсистемами определенного уровня иерархии, целостными по общности пространственных отношений, обусловленных гидрофункционированием.

Концепция бассейнового природопользования на Белгородчине утверждена постановлением Правительства области в 2012 г. А в 2011-2015 гг. под научным руководством автора было выполнено по бассейново-административному принципу 140 проектов бассейнового природопользования, которые суммарно насчитывали более 3 тыс. тематических слоев, интегрированных с помощью *ArcGIS* в единую базу геоданных. Таким образом, концепция реализована на площади 2692 тыс. га через проекты бассейнового природопользования и предусматривает внедрение почвоводоохранных мероприятий на всей площади водосборов в 2016-2020 гг.

Для интегрированного управления земельными и водными ресурсами необходима активная адаптация к социоприродным изменениям. Выбор стратегии побассейновой адаптации геопланировочных решений к сложившимся природно-хозяйственным условиям и системе расселения обоснован тем, что ни одно решение не может быть пригодным повсеместно. Дифференциация комплексов приоритетных почвозащитных мероприятий на водосборах согласована с типизацией речных бассейнов Белгородского экорегиона по эрозионному потенциалу и экологическому состоянию (4 типа и 9 подтипов).

Основой геопланирования на бассейновых принципах является адаптивное землеустройство и формирование регионального экологического каркаса. Реорганизация агроландшафтов включает: 1) землеустройство пашни на основе позиционно-динамических и бассейновых принципов; 2) проекты лесонасаждений; 3) проекты водоохраных зон; 4) рационализация использования кормовых угодий; 5) проекты рекреационных зон; 6) обоснование новых природных резерватов.

Так как 60% территории Белгородской области занимает пашня, то ключевым звеном рационализации природопользования стало ее почвоводоохранное устройство на площади в 1,5 млн. га. Оно предполагает увеличение доли многолетних трав в структуре севооборотов; пространственную организацию севооборотов с учетом крутизны склонов; внедрение сидеральных и промежуточных культур; минимализацию обработки почвы за счет перехода на технологию *no-till*; посадку новых лесных полос на эрозионно опасных склонах и др. Установлено, что на 22% площади пашни следует применять зернотравяные севообороты, а на 7% ее необходимо залужение многолетними травами в составе почвозащитных севооборотов, на водоотводящих ложбинах и при консервации. Используя норматив мёдопродуктивности на водосборе, предусмотрено также размещение пчелопарков с посевами энтомофильных культур.

Используя принцип оптимизации эколого-хозяйственного баланса земельного фонда, обоснованы параметры соотношения основных видов угодий в каждом бассейне. Это позволило снизить долю дестабилизирующих угодий в Белгородской области на 22%. В результате геопланирования бассейнов лесопокрытая площадь в области увеличится на 23%.

Разработанные структура и единая база проектов бассейнового природопользования позволяют по-новому решать задачи рационального использования земельных и водных ресурсов в формате бассейново-административного деления территории Белгородской области. Опыт применения концепции бассейнового природопользования для геопланирования

сельских территорий на уровне одного из субъектов страны показывает принципиальную возможность преодоления наиболее критических диспропорций в сложившейся структуре земельного фонда.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №15-17-10008).*

УДК 631.674

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕЛЯ DRIWATER В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ВЛАГИ ДЛЯ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ПШЕНИЦЫ)**

**Локалина Т.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[lok-tv@mail.ru](mailto:lok-tv@mail.ru)

Наибольшая доля воды, затрачиваемая на орошение почв, испаряется с поверхности суши.

В поиске способов получения максимальных результатов с минимальными затратами на различные гидротехнические сооружения и соответствующую механизацию ученые создают новые формы полимеров (гидрогелей) с определенными свойствами для нужд растениеводства. Гидрогели, удерживающие в набухшем состоянии огромное количество влаги, позволяют обеспечивать растение водой в засушливый период. К сожалению, вопросы длительного содержания и поведения в почве разных гидрогелей недостаточно изучены. Известны факты «цветения» гидрогелей на свету, их разложения микроорганизмами почвы, при использовании гидрогеля в сухом виде после его внесения в почву и последующего полива с целью создания запаса воды, часто происходят повреждения корней, из-за резкого увеличения в объеме и последующего оседания почвы. Механическая обработка почвы с внесенными и разбухшими в сотни раз сорбентами после весеннего снеготаяния весьма проблематична.

Исследования проводились с целью оценки эффективности применения геля DriWater на разных субстратах по динамике содержания влаги, по биометрическим показателям растений в лабораторных условиях.

Имеющий гелевую структуру DriWater представляет собой 2% водный раствор карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), обладает механической прочностью, не вытекает из сосуда, характеризуются псевдопластичностью. При помещении геля в почву в результате потребления целлюлозы почвенной биотой постепенно высвобождается вода.

В эксперименте использовали субстраты с контрастными физико-химическими свойствами (песок, гумусово-аккумулятивный горизонт дерново-подзолистой почвы, торфяная смесь), биоиндикатором влажности субстрата выбрана озимая пшеница. Растения выращивали методом вегетационных миниатюр со снижением запасов влаги до устойчивой потери листьями растений тургора. Наблюдения за растениями проводили в течение 35 дней в вегетационной камере с относительной влажностью воздуха около 60%. В опыте, заложенном в 3-кратной повторности, рассмотрено несколько вариантов: субстрат с пшеницей без источников воды (контроль), субстрат с гелем («гель»),

субстрат с гелем и пшеницей («гель + растение»), субстрат с пшеницей и поливом («растение + полив»), субстрат с гелем и мульчей («гель + мульча»), мульчированный субстрат («мульча»). В качестве мульчи использовали опилки.

В контрольных вариантах опыта показатели влажности достигали значений влажности завядания на 2 недели раньше, чем в вариантах опыта «гель» и «гель+растение» на разных грунтах.

Статистически показана однородность групп данных по влажности в двух вариантах опыта: с внесенным гелем в качестве дополнительного источника влаги и поливом на всех грунтах. Хотя визуальная оценка (по тургору) растений озимой пшеницы, которые поливали в течение всего периода наблюдения по сравнению с растениями остальных вариантов наилучшая. Но при традиционном поливе затрачено воды в 7 раз больше, чем при использовании геля. Эффективность мульчирования по показателям влажности всех исследованных грунтов ниже эффективности применения геля.

Анализ влияния фактора «время» на динамику изменения влажности в исследуемых образцах выявил момент отмены влияния фактора «время» на группы исследуемых данных. С определенного момента отмены и до конца эксперимента все группы данных становились однородны. То есть, в определенный момент эксперимента влажность исследуемых образцов уменьшалась до определенной величины – X, которая может сигнализировать о неблагополучии почвенной среды по показателю доступной влаги для растений и сопоставима с влажностью завядания.

Группы данных по показателю массы озимой пшеницы при обычном поливе и при внесении геля на всех грунтах не различаются, но обнаружена зависимость длины растений от варианта опыта.

УДК 631.445.4

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА ПОД РАЗЛИЧНЫМИ АГРОЦЕНОЗАМИ**

**Мамедов Г.М., Махмудова Э.П., Рагимова Г.Р., Ибрагимлы Р.Н.**

*Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[goshgarmm@day.az](mailto:goshgarmm@day.az)

Почвы Азербайджана характеризуются своеобразным гидротермическим режимом, разнообразной растительностью и почвенной фауной. Нами изучены агрохимические свойства почвы субтропических зон, то есть аллювиально-лугово-лесных, орошаемых лугово-коричневых и орошаемых серо-бурых, а также почвы горных черноземов Азербайджана. Аллювиально-лугово-лесные и орошаемые лугово-коричневые почвы в основном распространены в Куба-Хачмазском районе, территория которого является основной базой плодоводства и овощеводства Азербайджана. Для получения на этих почвах высоких урожаев сельскохозяйственных культур большое значение имеет применение системы удобрений составленной с учетом потребности растений в элементах питания и условиями внешней среды. Серо-бурые почвы Азербайджана не

имеют определенной зональной приуроченности. Они в основном распространены на Апшеронском полуострове, где основными почвообразующими породами являются соленосные глины и продукты их выветривания. Горные черноземы являются одним из распространенных подтипов чернозема в Азербайджане, которые встречаются в северных и южных частях Малого Кавказа и на Большом Кавказе. Характерной особенностью аллювиально-лугово-лесных почв является пестрый гранулометрический состав, наличие глинистых и суглинисто супесчаных прослоек. Реакция почвенной среды в верхних горизонтах слабо - щелочная (рН-7,3-7,8) содержание питательных элементов в этих почвах по азоту и по фосфору низкое, а по калию среднее. Так например аммиачный азот ( $N-NH_4$ ) в 100 см слое почв достигает 17,5-4,84 мг/кг; нитратный азот ( $N-NO_3$ )-7,20-0,23 мг/кг; а содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) - составляет от 21,11 до 8,15 мг/кг почвы. Здесь величина обменного калия ( $K_2O$ ) достигает 238-109 мг/кг почвы. Количество общего гумуса в этих почвах не высокое и достигает в метровом слое почв 3,25-0,60%. Орошаемые лугово-коричневые почвы являются характерными представителями ряда гидроморфных почв умеренно-сухих субтропиков Азербайджана. Характерными морфологическими признаками лугово-коричневых почв является наличие хорошо выраженного серовато - коричневого или темного-гумусного горизонта мощность, которого составляет 30-35 см, зернисто-комковатой структуры, где заметна оглиненность и уплотненность средней части профиля почвы. Общее содержание гумуса по профилю почв (0-100 см) колеблется в пределах 2,95-0,70 %, величина аммиачного азота ( $N-NH_4$ ) достигает 11,14-0,82 мг/кг почвы, что характеризует их низкую обеспеченность этих почв усвояемыми формами азота, а обеспеченность подвижными формами фосфора и калия средняя. Среди исследуемых почв по содержанию питательных элементов серо-бурые почвы характеризуются низким уровнем. Так здесь общий гумус варьирует в пределах 1,4-1,1% аммиачный азот ( $N-NH_4$ )-10,8-16,2 мг/кг, нитратный азот ( $N-NO_3$ ) 2,4-5,1 мг/кг, что является очень низким показателем обеспеченности почвы по азоту. В орошаемых серо-бурых почвах содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) и обменного калия ( $K_2O$ ) слабое, варьирует в 100 см слое почвы соответственно в пределах 15,2-8,2 мг/кг и 250-198 мг/кг почвы. Для горных черноземов характерным является равномерное распределение гумуса в верхних слоях почвенного профиля, содержание которого здесь в 0-80 см слое почв колеблется в среднем в пределах 5,85-1,16%, а величина аммиачного азота ( $N-NH_4$ ) - 107,4-61,2 мг/кг, что оценивается как хорошая обеспеченность почв. Таким образом, почвы по агрохимическим показателям отличаются, как в пределах одинаковых почвенных зон, так и по разным. Почвы исследуемой территории отличается в пределах почвенных зон и вне их не только рельефом и климатическими условиями, но и по содержанию питательных веществ и для повышения плодородия почв требуется применение удобрений соответствующих определенным питательным элементам.

## МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И ПАРАМЕТРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ВИНОГРАДНЫХ ПЛАНТАЦИЙ

**Мамедов М.И.**

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана,  
Баку, Азербайджан*

[mamed-mamedov-52@mail.ru](mailto:mamed-mamedov-52@mail.ru)

Виноградарство и виноделие представляют большой интерес для экономики Азербайджана. По сравнению с 1980-ым годом плантации винограда увеличились на 300 га. В настоящее время под виноградниками находятся 15000 га земель, 12 из которых дают урожай. Подножья и среднегорья Большого и Малого Кавказа являются универсальными регионами, отвечающими требованиям культуры винограда. Заложенные за последние 5-10 лет виноградники представляют большой интерес с точки зрения научно-практических исследований, в частности, изучение диагностических показателей их урожайности. В различные годы с этой целью были заложены более 30 почвенных разрезов до глубины 1,5 метра. Эти разрезы были заложены на серо-коричневых (каштановых) и богарных горно-коричневых почвах. Было изучено генетическое состояние профилей, главные параметры плодородия.

На примитивных серо-коричневых почвах верхний гумусовый горизонт менялся от 2,3 до 2,5 %, в нижних горизонтах от 0,4 до 0,6.

Количество азота под аккумулятивным гумусовым горизонтом меняется от 0,2 до 0,25 %.

На орошаемых серо-коричневых (каштановых) почвах количество гумуса меняется от 2,7 до 4,0 %, азота от 0,22 до 0,31 %. Серо-коричневые почвы карбонатные, количество карбонатов меняется по профилю в среднем от 6,1 до 7,8 %. Количество поглощенных оснований на 100 г почвы составляет от 18 до 25 мг-экв. Верхний горизонт этих почв по гранулометрическому составу супесчаный, количество физической глины (< 0,01 мм) меняется от 40,3-44,7 % илистых частиц (< 0,001 мм) от 13,3 до 15 %. В средних горизонтах их количество меняется от 50,6-55,8 и от 18,6 до 27,8. Такое распределение гранулометрического состава указывает на сезонные процессы, происходящие в этих почвах.

Используемые под виноградные сады горно-коричневые почвы имеют гумусовый состав в пределах от 5,1 до 5,7 %, в более глубоких горизонтах от 4,0 до 4,6 %. Глубокая вспашка под виноградниками приводит к вымыванию подвижной части гумуса в нижних горизонтах, вследствие чего на глубине 100-120 см количество гумуса падает от 1,0 до 1,3 %.

Многолетние наблюдения показывают, что по сравнению с почвами под виноградниками горно-коричневые почвы под зерновыми культурами более склонны потере гумуса (от 3,8 до 4,1 %). Как на примитивных горно-коричневых почвах, так и окультуренных почвах прослеживается вымывание карбонатов. В среднем иллювиальном горизонте наблюдается низкая карбонатность (4,2-5,1). На окультуренных горно-коричневых почвах количество поглощенных оснований меняется от 35,1 до 41,1 мг-экв.

Благодаря потенциальным агрономическим качествам, используемое длительное время под виноградниками серо-коричневые (каштановые) и окультуренные горно-коричневые почвы обладают высоким количеством усвояемых питательных элементов. Так, например, в горизонте 0-20 см количество поглощенного аммиачного азота меняется от 15,4 до 31,0 мг/кг, нитратного азота от 4,5 до 10,0 мг/кг, подвижного фосфора от 19,6 до 24,2 мг/кг, обменного калия от 187,9 до 292,0 мг/кг.

В отличие от почв занятых виноградниками, под серо-коричневыми и горно-коричневыми почвами в занятых под зерновыми, количество усвояемых элементов заметно слабое. Так, например, под зерновыми количество поглощенного аммиачного азота меняется от 16,8 до 22,0 мг/кг, нитратного азота от 5,7 до 6,5 мг/кг, подвижного фосфора от 16,8 до 22,0 мг/кг и обменного калия от 174,7 до 208,4 мг/кг. Эти данные указывают на более оптимальные стороны использования этих почв под культуру винограда.

УДК 631.47

## **СОСТАВ ПОЛИВНЫХ ВОД, ИРРИГАЦИОННЫХ НАНОСОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ПОЧВ МУГАНО-САЛЬЯНСКОГО МАССИВА**

**Мамедова А.С., Бабаев М.П., Алиев С.П.**

*Институт почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[aytenaliyeva99@yahoo.com](mailto:aytenaliyeva99@yahoo.com)

В настоящее время при решении вопроса генезиса орошаемых почв все большее внимание уделяется изучению состава и свойств поливных и речных вод, являющихся важным диагностическим показателем этих почв. Многолетний опыт и практика показывают, что урожайность сельскохозяйственных культурв значительной степени зависит от минерализации и солевого состава поливных вод.

Ирригационные наносы, как показывает само название, являются результатом отложения на орошаемых полях тонкодисперсных частиц, взвешенных в оросительных водах. Поливными водами ежегодно приносятся на орошаемые поля взвешенные наносы с воднорастворимыми веществами, изменяется процесс передвижения веществ в почвенном профиле.

Объектом для детальных исследований был выбран Мугано-Сальянский массив. Исследуемая территория полностью охватывает орошаемые лугово-сероземные почвы Мугано-Сальянского массива. Для проведения исследований по изучению некоторых физико-химических свойств вод были взяты пробы вод из рек Араз, Главного Муганского канала, Южного Муганского (в бывшего Азизбековского канала), Нижне Муганского канала, канала имени Сабира, реки Кура, Акуша а также из перечисленных водораспределителей и арыков. Результатами средних показателей проведенных исследований установлено, что минерализация вод Мугано-Сальянского массива в реках, каналах, водораспределителях и небольших арыках значительно изменялась. Здесь она была подвержена изменениям в зависимости от источника питания рек Араз и Куры соответственно в пределах 1.573-1.760 г/л и 0.880-0.973 г/л. Из



перечисленных источников основная минерализация отмечена в реке Араз - притекающей вблизи селения Новые Новрузлу (1.760 г/л), минерализация вод реки Кура изменялась в пределах 0.973-г/л. Здесь при сравнении этих показателей со значениями минерализации реки Араз изменения незначительны. Здесь по сравнению с другими ионами солей преобладают сульфаты, гидрокарбонаты и катионы натрия+калия. В исследуемых водах количества сульфат иона в реке Араз колеблется в канале и водораспределителе в пределах 0.664-0.719 г/л, а в арычной сети эти значения составляют - 0.669-0.806 г/л. Среди катионов по сравнению с катионами натрия+калия значительно преобладают катионы кальция и магния, по сравнению с величиной катионов вод реки Араз, значение этих катионов в реках Кура и Акуша и питающих их источниках наименьшее. Здесь величина сульфат-ионов в реке Кура притекающей вблизи территории Сабирабада, Сальян и Нефтечала колеблется в пределах 0.312-0.351 г/л, в водораспределителях и арыках не значительно изменяется, а в реке Акуша и разделяющих ее каналах, водораспределителях и арыках величина указанных ионов колеблется не значительно по сравнению с территорией эти реки в пределах селений Арбатан, Гызылагач и Шорсулу, составляя соответственно: 0.324-0.345 г/л, 0.340-0.351 г/л, 0.356-0.378 г/л. Величина гидрокарбонатов и хлор иона в реке Кура колеблется на данной территории в пределах: 0.215-0.234, 0.101-0.111 г/л, реке Акуша и у оросительной системы эти значения колебались соответственно в пределах 0.236-0.242 г/л, 0.114-0.122 г/л. В указанных источниках величина ионов натрия+калия, кальция и магния высокая. Здесь показатели ионов в реке Кура катионов натрия+калия колеблется в пределах 0.172-0.193 г/л, а в реке Акуша и в водах ее распределительной сети -0.200-0.219 г/л. А величина кальция и магния в выше указанных водах колеблется по следовательно в реке Кура-0.035-0.052 г/л, 0.044-0.048 г/л, реке Акуша и орошаемых ее водах -0.043-0.057, 0.029-0.046 г/л.

УДК 631.157

## **ИЗУЧЕНИЕ ЗАПАСОВ ГУМУСА В ЭРОДИРОВАННЫХ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВАХ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

**Мамедова Г.И.<sup>1</sup>, Бабаев М.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт Эрозии и Орошения НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан*

<sup>2</sup>*Институт Почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,  
Баку, Азербайджан*

[gunay.ivf@gmail.com](mailto:gunay.ivf@gmail.com)

Серо-бурые почвы, на которых мы проводили почвенно-эрозионные исследования, распространены на территории Апшеронского района. Эрозионные процессы широко распространены в этих регионах и приносят огромный ущерб плодородию почвы. Выявлено, что эрозионные процессы сильно влияют на запасы гумуса и питательных элементов. 59,3% территории подверглись эрозии в различной степени. Процесс эрозии ухудшает плодородие, агрофизические и агрохимические свойства почвы. Эти земли используются для овощеводства, виноградарства, в сухо-субтропическом плодоводстве и в других целях.

Процесс эрозии этих земель ухудшает морфологические признаки, а также агрофизические и агрохимические показатели. В результате антропогенного давления можно ясно видеть из морфогенетического описания и анализа результатов деформацию почв выложенных на обрезках почв. Для характеристики морфологических признаков почв и генетических структур были поставлены обрезки на незэродированной, средне- и сильно-эродированной территории, были взяты экземпляры с генетических слоёв.

Процесс эрозии уменьшает количество серо-бурых почв, негативно влияя на агрохимические показатели.

На профиле незэродированных серо-бурых почв, распространенных на территории, количество гумуса является 0,57-1,94%, на средне-эродированных типах это количество на профиле составляет 0,55-1,02%, на тяжело-эродированных почвах уменьшилось от 0,36 до 0,58%. Потенциальная плодородность почв чётко и ясно представляет запасы гумуса и питательных элемент в профиле почв. Более эффективное использование почв играет большую роль в распределении закономерности запасов гумуса в профиле. С этой целью были подсчитаны запасы гумуса в профиле незэродированных, средне-эродированных и сильно-эродированных серо-бурых почв. Было установлено, что на незэродированных почвах в слое 0-30 см запас гумуса на каждый га состоит 65,67 т. По сравнению с ним на средне-эродированных почвах в слое 0-30 см запас гумуса на каждый га состоит 45,00 т, а на тяжело-эродированных почвах запас гумуса на каждый га уменьшился на 16,86 т.

Такое сокращение запасов гумуса вызывает нарушение процессов внутри почвы и резкое падение урожайности.

УДК 631.439

## **КОНТАКТНЫЙ УГОЛ СМАЧИВАНИЯ ГРАНУЛОДЕНСИМЕТРИЧЕСКИХ ФРАКЦИЙ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ РАЗНОГО ГЕНЕЗИСА**

**Матвеева Н.В., Котельникова А.Д.**

*ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва*

[nataliy\\_matveeva@list.ru](mailto:nataliy_matveeva@list.ru)

Изучение органоминеральных соединений является одним из актуальных направлений исследований в почвоведении. Разработка методов физического фракционирования почвы на функционально значимые органоминеральные компоненты твердой фазы почв дала возможность многим исследователям сформировать представление о составе естественных растворимых продуктов органоминерального взаимодействия.

В то же время имеющаяся информация о природе и свойствах поверхности твердой фазы этих соединений, роли различных функциональных групп в формировании функциональной специфичности поверхности и ее изменении при антропогенной нагрузке весьма ограничена. В значительной степени это обусловлено трудоемкостью препаративного выделения фракций в необходимых для таких исследований количествах, их высокой гетерогенностью, обу-

словленной многообразием форм органических и минеральных компонентов и механизмов их взаимодействия.

Поэтому цель нашей работы – изучение состава и свойств гранулометрических фракций, полученных методами физического фракционирования агрогенных почв разного генезиса, для определения наличия и причин функциональной специфичности свойств поверхности твердой фазы почв.

Исследования проводились на образцах почв из Волгоградской и Воронежской областей на каштановых почвах и черноземах соответственно, агрогенное воздействие на которые было различно (парование, залежь, различные дозы внесения минеральных удобрений и их последствие). Мы провели гранулоденсиметрическое фракционирование образцов по методу М.Ш. Шаймухаметова и др. (1984 г). Выделены три фракции: гранулометрическая – ил <1 мкм (из водной суспензии с применением ультразвукового диспергирования); денсиметрическая “легкая” фракция (ЛФ) с плотностью <2 г/см<sup>3</sup> (бромоформ-этанольной смесью  $d=2$  г/см<sup>3</sup>); остаток после отделения ила и ЛФ. Во фракциях ила и остатка, а также в исходной почве был определен контактный угол смачивания (КУС).

Определение КУС мы проводили методом статической сидячей капли на цифровом угломере (Система Анализа Формы Капли, DSA100, Kruss, Германия), оснащенной видеокамерой и программным обеспечением. Объем капли дистиллированной воды 1,5 мкл, скорость вытекания 100-150 мкм/с. Аппроксимацию формы капли проводили методом Лапласа-Юнга. Перед измерением испытуемый образец растирали в агатовой ступке и просеивали через сито 100 мкм. Затем равномерно распределяли на предметном стекле (2,5x7 см), покрытом двусторонним скотчем и уплотняли другим предметным стеклом в течение одной минуты с усилием около 100 г. Аккуратно стряхивали не приклеившиеся частички и вновь прижимали почв предметным стеклом. Съемка производилась для воздушно-сухого образца.

На агрофоне с применением удобрений выявлено усиление гидрофобности для фракций ила и остатка, в то время так на исходной почве такая взаимосвязь не проявляется. На участках без внесения удобрений значения гидрофобности исследуемых фракций оказались ниже, чем на тех участках, на которых применялись удобрения. Также гидрофобность исследуемых фракций и исходных почв снижается на опытных участках, внос минеральных удобрений на которые был прекращен. Значения КУС исходной почвы и почвенных фракций были различны: в 35% случаях КУС повышался для илистой фракции в среднем на 16%, а для фракции остатка на 12%. Остальные 65% отобранных образцов показали значения КУС гранулоденсиметрических фракций ниже, чем значения КУС исходной почвы. Эта разница варьировала в среднем от 14% для илистых фракций до 69% для фракций остатка.

Полученные результаты говорят о том, что гидрофобно-гидрофильные свойства агрогенных почв разного генезиса, а также почвенных фракций различаются, что проявляется в варьировании средней величины контактного угла смачивания.

Исследования в этом направлении будут продолжены, что позволит выявить взаимосвязь между аналитическими показателями и установить диагностические критерии показателей свойств поверхности твердой фазы агрогенных почв разного генезиса.

## ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИРОДНО-ПОЧВЕННЫХ ЗОН АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Морковкин Г.Г.<sup>1</sup>, Максимова Н.Б.<sup>2</sup>, Овцинов В.И.<sup>1</sup>, Литвиненко Е.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул,

<sup>2</sup>Алтайский государственный университет, Барнаул

[ggmork@mail.ru](mailto:ggmork@mail.ru)

Среди многочисленных воздействий человека на окружающую среду наиболее значимыми являются распашка целинных земель и длительное их использование в составе пахотных угодий. Актуальным является изучение временной динамики проявления эрозионных процессов, показателей плодородия почв, направленности и трансформации процессов почвообразования в пахотных почвах.

Для решения указанных вопросов проводили сравнительный анализ данных результатов 2-х туров почвенных обследований (60–70-е и годы 80–90-е годы XX века) на основе архивных материалов и результатов современных экспедиционных исследований.

Выявлено, что агроландшафты основных природно-почвенных зон Алтайского края испытывают интенсивную антропогенную нагрузку и находятся в неустойчивом состоянии, что приводит к неизбежной деградации ландшафтов в целом, и почвенного покрова в частности. В настоящее время наибольшая распаханность территории характерна для природных зон сухой, засушливой и умеренно-засушливой колючей степей. В условиях луговой степи распаханность самая низкая, что обеспечивает функционирование агроландшафтов в относительно стабильном устойчивом состоянии.

Более активно ветровая эрозия проявляется в зоне каштановых почв сухой степи и подзоне черноземов южных засушливой степи, в результате которой происходит опесчанивание верхнего слоя почв. В подзонах засушливой, умеренно-засушливой и колючей степи наблюдается совместное действие ветровой и водной эрозии, а в зонах средней лесостепи и луговой степи развивается водная эрозия, как плоскостная (поверхностная) так и линейная (струйчатая и овражная) её формы.

Наибольшая интенсивность процессов дегумификации наблюдается в условиях засушливой и умеренно-засушливой степи, а большая скорость изменения площадей видов почв по мощности гумусового горизонта, в сторону его уменьшения, зафиксирована в зоне каштановых почв сухой степи и подзоне черноземов южных засушливой степи.

Относительно высоким содержанием гумуса на современном этапе характеризуются почвы лесостепи и луговой степи, низким – почвы сухой степи Алтайского края.

По величине рН водной суспензии статистически существенное смещение в кислую сторону выявлено только в серых лесных почвах и черноземах оподзоленных средней лесостепи.

Таким образом, в Алтайском крае актуальны вопросы воспроизводства почвенного плодородия и охраны почвенного покрова, теоретическими предпосылками которых является стимулирование в почвах развития дернового

(черноземного) процесса почвообразования. Для осуществления этого необходимо в зонах степи и лесостепи Алтайского края обратить внимание на следующее:

1. Обеспечение бездефицитных балансов органического вещества и основных элементов питания в севооборотах. При разработке структуры посевных площадей и севооборотов необходимо учитывать не только их продуктивность, но и балансы гумуса и питательных веществ с расчетом доз органических и минеральных удобрений на воспроизводство почвенного плодородия.

2. Оптимизировать соотношение сельскохозяйственных угодий. Исключить из пашни сильно деградированные почвы, требующие для их использования дорогостоящего комплекса почвоохранных мероприятий.

УДК 630\*114.441.2:630\*232.411.3

## **ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ НА РОСТ КУЛЬТУР СОСНЫ В ЗОНЕ ТАЙГИ**

**Мочалов Б.А.<sup>1,2</sup>, Мочалова Г.А.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Северный арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, <sup>2</sup>Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Архангельск*  
[bmochalov@mail.ru](mailto:bmochalov@mail.ru)

Культуры заложены в средней подзоне тайги в Архангельской области на вейниковой двенадцатилетней вырубке из-под сосняка брусничного. Возобновление на вырубке - береза, сосна и ель до 500 шт./га. В напочвенном покрове вейник, луговик, брусника, кипрей, плеуроциумы. Задерненность средняя.

Почва дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на тяжелом карбонатном моренном суглинке. Реакция среды на глубине 0-25 см средне- и слабобокислая, на глубине 25-80 см нейтральная и щелочная. Содержание щелочногидролизующего азота и подвижного фосфора относительно высокое в горизонтах  $A_0$  и  $A_0A_1$  (0-6 см) и низкое в минеральных горизонтах. Подготовка почвы проведена нарезкой пластов двухотвальным плугом ПЛП-135 и созданием полос дисковым орудием ПЛД-1,2. Посадка сеянцев с закрытыми (ЗК) и с открытыми (ОК) корнями и саженцев проведена по центру пластов и полос.

В пластах формируется сдвоенный слой (9-12 см) подстилки и горизонтов  $A_0A_1$ , в котором даже на четвертый год после посадки содержание подвижных калия и азота в 1,5-8 раз выше, чем в минеральной почве. В полосах орудия ПЛД формируются профили с частично перевернутой и непогребенной подстилкой и минеральной почвой.

Для культур характерно уже в первый год после посадки сильное зарастание травой. На четвертый год масса травы была выше предела, при котором отмечается торможение роста культур, на пластах в 3,6 раза, на полосах в 2 раза, а у растений в посадочных местах с очень сильным зарастанием травой показатели роста в 4 раза меньше, чем у растений в местах со слабым зарастанием.

Средняя приживаемость культур в первый год составляла 85%, причем более низкая она на полосах, что можно объяснить более рыхлой структурой органогенных горизонтов. В пятнадцатилетнем возрасте сохранность культур оставалась высокой на пластах (90%) и 58% на полосах.

Рост культур, как и приживаемость, зависят в определенной мере от качества и вида посадочного материала, а так же от способа подготовки почвы и условий среды на культивируемом участке. В пятилетнем возрасте на пластах лидирующее положение по всем показателям роста сохраняют саженцы, превышая сеянцы с ЗК и ОК на 35% с высоким уровнем достоверности. За ними не требуются агротехнические уходы. На полосах ПЛД распределение культур по размерам в зависимости от вида посадочного материала примерно такое же, как на пластах, но с более низкими, на 5-20%, показателями высоты, диаметра и прироста.

В пластах формируются несколько лучшие условия питания, за счет сдвоенной подстилки, и более высокий прирост последнего года предполагает, что интенсивность их роста будет выше. В пятнадцать лет диаметры культур были в пределах 7-9 см, а высота 7-8 м. Определенное лидерство в росте сохраняют культуры из саженцев. У культур из сеянцев с ЗК и саженцев на пластах диаметр больше, чем на полосах ПЛД в пределах 10%. Приведенные материалы показывают, что более благоприятные условия сохранности и роста культур создаются при подготовке почвы нарезкой пластов.

УДК 631.4

## ТРАНСФОРМАЦИЯ АЗОТА УДОБРЕНИЙ В ПОЧВАХ

**Надежкин С.М.<sup>1</sup>, Маркарова М.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ ВНИИССОК, пос. ВНИИССОК,

<sup>2</sup>ФГБНУ Институт биологии Коми НЦ УРО РАН, Сыктывкар

[nadegs@yandex.ru](mailto:nadegs@yandex.ru)

Для познания направленности процессов трансформации зеленого удобрения и сравнения их с трансформацией азота минеральных удобрений были проведены исследования с использованием меченого <sup>15</sup>N растительного материала.

Установлено, что превращение различных видов удобрений на светлосерой лесной почве и черноземе выщелоченном значительно различается. Неравномерное влияние разлагающейся биомассы на иммобилизационно-мобилизационные процессы в почве определяется в первую очередь ее химическим составом. Зеленая масса бобового сидерата представлена узким отношением C:N = 14,3. При разложении ее как, установлено в лабораторных исследованиях по компостированию зеленой массы донника с почвой в течение 12 дней, в большей мере увеличивается содержание обменного аммония, чем N-NO<sub>3</sub>. Видимо, этим можно объяснить близкий минерализующий эффект зеленого удобрения и сульфата аммония. При внесении в почву овсяной соломы, бедной азотом (C:N = 100), но являющейся энергетическим источником для микроорганизмов, процессы мобилизации несколько ослабляются, но усиливалась иммобилизация азота. На обоих типах почв наибольшее его количество - 77-86 % обнаружено при заделке в почву овсяной соломы. Закреп-

ление зеленой массы донника значительно меньше - 58-62%. Добавление к меченой соломе немеченой зеленой массы донника и наоборот, в первом случае снижает величину иммобилизации, а во втором увеличивает ее, что вероятно, обусловлено различиями в составе микробных ценозов, осуществляющих иммобилизационные процессы.

Вне зависимости от вида удобрений закрепление их в черноземной почве было выше, чем в светло-серой лесной, что обусловлено, в первую очередь большей биогенностью чернозема и меньшими непроизводительными потерями азота удобрений. Наименьшее количество меченого азота обнаружено при использовании  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , наибольшее - соломы; из зеленого удобрения закрепляется 15-19%.

В составе лабильных гумусовых кислот в первый год обнаружено 8-33% азота в светло-серой лесной почве и 8-42% в черноземе выщелоченном. Наибольшим содержанием азота в этой группе почвенного органического вещества также характеризуется солома овса, наименьшим - сульфат аммония. С течением времени иммобилизованный азот удобрений постепенно минерализуется. При этом наибольшие относительные потери его (в течение трех лет - 78-80%) характерны для  $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , наименьшие - для соломы и соломы использованной в сочетании с зеленой массой донника. Потери азота на светло-серой лесной почве несколько выше, чем на черноземе. Из общего количества иммобилизованного азота наибольшие потери характерны для  $\text{N}_{\text{лов}}$  (59-95% за 3 года) и  $\text{N}_{\text{лгк}}$  (50-94%).

Таким образом, азот минерального и органических удобрений, не используемый в год его внесения в значительной мере иммобилизуется в составе почвенного органического вещества. Скорость и направленность трансформации  $^{15}\text{N}$  зависит как от вида удобрений, так и типа почвы. В светло-серой лесной почве происходит значительное его закрепление в составе легкогидролизуемых фракций гуминовых и фульвокислот, в черноземе - в составе гуминовых кислот, связанных с Са. С течением времени происходит усложнение продуктов трансформации, что подтверждается с одной стороны увеличением содержания азота во фракции ГК-2, а с другой - снижением размеров реминерализации иммобилизованного азота удобрений. Наиболее полно и прочно закрепляется азот соломы и его сочетаний с зеленой массой донника.

УДК 631.445

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ СКЕЛЕТНЫХ ЧЕРНОЗЁМОВ В САДАХ КРЫМА

**Опанасенко Н.Е.**

*Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, Ялта*  
[igorkostenko@ukr.net](mailto:igorkostenko@ukr.net)

В Степной и Предгорной зонах Крыма около 460 тыс. га скелетных почв, которые целесообразно шире осваивать под плодовые сады. Наряду с положительным опытом освоения скелетных почв под сады были допущены серьёзные ошибки, сказавшиеся на урожайности и долговечности плодовых деревьев по причине недостаточной изученности состава и свойств таких

почв. Скелетность почв чаще определялась не инструментально, а визуально, что не позволяло установить истинные запасы мелкозема – основного хранилища питательных веществ, влаги, корней растений. Параметры агрономически значимых показателей состава и свойств скелетных почв и почвообразующих пород, по которым объективно оценивается их плодородие и пригодность под сады, не установлены.

В результате 30-летних сопряженных исследований системы «климат – скелетные почвы – почвообразующие породы – плодовые растения» дана комплексная агрономическая оценка плодородия различных по степени скелетности и развитости профиля карбонатных плантажированных южных и обыкновенных предгорных чернозёмов на разнообразных по генезису и возрасту продуктах выветривания известняков и на аллювиально-пролювиальных галечниках, подстилаемых плитами известняков и конгломератами.

Разработаны теоретические и прикладные основы повышения плодородия скелетных чернозёмов и пути их освоения под сады по установленным для 93-х сортов абрикоса, персика, черешни, сливы, алычи, яблони, груши, миндаля по допустимым и оптимальным параметрам интегральных показателей плодородия почв.

На основе корреляционно-регрессионного анализа результатов гранулометрического состава, физических, химических свойств и водно-питательного режима установлено, что мощность корнеобитаемого слоя, количество в нем скелета, запасы мелкозема (т/га) и влаги (мм) зависят от глубины залегания плиты известняков и конгломератов. Запасы мелкозёма, N, P, K и влаги, в свою очередь, коррелируют с содержанием скелета и плотностью сложения мелкозёма. Запасы мелкозёма количественно, статистически достоверно отражают степень скелетности и развитости профиля почвогрунтов, плотность сложения мелкозёма, обеспеченность почв гумусом, азотом, фосфором, калием, влагой и являются интегральным показателем физической выветрелости, состава и плодородия скелетных почв. Урожайность и окружность штамба деревьев достоверно коррелирует с глубиной залегания плиты известняка и конгломератов, с запасами мелкозёма, гумуса, основных питательных веществ и влаги. Таким образом, плодородие и пригодность чернозёмов Крыма под многолетние насаждения оценивается по содержанию скелета, глубине залегания плит известняков и конгломератов, по запасам (т/га) мелкозёма, гумуса, N, P, K и влаги (мм, м<sup>3</sup>/га).

Обобщающим критерием плодородия и пригодности скелетных чернозёмов под плодовые сады является урожайность и окружность штамба деревьев.

Установлены эталоны плодородия скелетных чернозёмов Крыма для промышленных плодовых садов в зонах Южной и Предгорной степи, Предгорной и Горной лесостепи.

Наиболее адаптированными на скелетных почвах были абрикос, алыча, персик и миндаль. Для них в степном и предгорном Крыму пригодны почвы с содержанием скелета в слое 0–50 см 15–20%, в слое глубже 50 см 30–35% от объема почвы. Плотные подстилающие породы должны залегать глубже 120–130 см, запасы мелкозёма составлять не менее 9–10 тыс. т/га, а гумуса >140 т/га. Запасы валовых форм N, P, K колебаться от 7–8, 8–9, 80–100 т/га, соответственно. Более «требовательны» к плодородию почв слива, яблоня и груша. Для них пригодны почвы с тем же количеством скелета, но при залегании



плотных пород глубже 145–150 см, с запасами мелкозема более 12 тыс. м<sup>3</sup>/га и гумуса более 160 т/га.

УДК 631.6

## НОВЫЕ ПРИЕМЫ ИЗВЕСТКОВАНИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ

**Осипов А.И.**

*ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург*

[aosipov2006@mail.ru](mailto:aosipov2006@mail.ru)

Известкование кислых почв - важнейший прием повышения плодородия почв и получения высоких и устойчивых урожаев возделываемых культур. Многолетний мировой опыт убедительно показывает, что нет альтернативы известкованию. Для устойчивого и экологически безопасного ведения сельского и лесного хозяйства необходимо прогнозировать долгосрочную динамику почвенной кислотности, сопутствующих свойств почвы и правильно управлять ими. Известкование, устраняя излишнюю кислотность, оказывает многостороннее действие и на свойства почвы. Оптимизируются условия для почвенной биоты. Патогенная грибная микрофлора сменяется на бактериальную. Активизируется деятельность азотфиксирующих и нитрифицирующих бактерий, что в итоге усиливает азотное питание растений за счет усвоения атмосферного азота. Повышается активность фосфатмобилизующих бактерий, способствующих переводу труднодоступных почвенных соединений фосфора в усвояемые формы. Известковые частицы, попадая в почву, становятся центрами структурных агрегатов, способствуя формированию зернистой водопропрочной структуры. Известно, что относительно крупные частицы диаметром от 3 до 5 мм не являются «балластом», как считалось ранее, хотя и взаимодействуют с почвой гораздо медленнее, чем мелкие частицы. Для того, чтобы уровень реакции почвы поддерживался относительно постоянным в течение продолжительного времени, известковые материалы должны содержать широкий спектр частиц различного размера. Нами с 2013 года в Ленинградской области ведется работа по внедрению технологии известкования кислых почв сыромолотой доломитовой мукой грубого помола (диаметром менее 5 мм). Подготовлены технические условия на данный мелиорант. Специалисты Агрофизического НИИ активно участвует в создании программно-аппаратных комплексов для дифференцированного внесения известковых мелиорантов и других минеральных удобрений на современную машину РМУ-8 выпускаемую совместно Германией и Белоруссией. По сравнению с имеющимися машинами МХА-7 и МВУ-8 данные рассеиватели обладают большей производительностью (+ 30%) и надежностью в работе, высоким качеством внесения мелиорантов (неравномерность у новых машин от 3 до 10%, а у старых 20-25%), а также возможностью работать по точному земледелию с электронными картами полей, позволяющими учитывать пестроту почвенной кислотности. С 2012 года на Меньковском филиале АФИ заложен производственный опыт по влиянию доломитовой муки грубого помола на кислотно-основные свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы и урожай козлятника восточного. В опыте использовался отсев доломитовой муки тониной помола

менее 20 мм в дозах 3,2-6,4 т/га. Исследования показали, что через два года проведения опыта почва из градации среднекислой (рН ксl 4,6) перешла в градацию слабокислой (рН ксl 5,2 на одинарной дозе извести и рН ксl 5,6 на двойной). Полученные результаты подтверждают нашу гипотезу о пролангированности действия сыромолотой доломитовой муки. В первые годы снижение кислотности в почве осуществляется за счет мелких фракций внесенного мелиоранта.

УДК 631.4.582

## **СУПРЕССИВНОСТЬ ПОЧВ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ К ПОРАЖЕНИЮ ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРОЙ**

**Пахненко Е.П., Гунина Е.А.**  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[urosh@rambler.ru](mailto:urosh@rambler.ru)

Совокупность физико-химических, биологических, агрохимических процессов в почве определяет устойчивость растений к поражению патогенной микрофлорой, формируя новое свойство, которое называется почвенной супрессивностью (ПС). К опасным заболеваниям растений, индуцированным патогенными грибами, относят корневые и прикорневые гнили зерновых (*Bipolaris sorokiniana*), серую гниль зернобобовых (*Botrytis fabae*, *B. cinerea*), фузариоз зерновых и зернобобовых культур (*Fusarium* sp.), белую гниль подсолнечника, томатов (*Sclerotinia sclerotiorum*).

Исследовали потенциальную способность почв, разных по типу, уровню плодородия и интенсивности использования к формированию инфекционного фона. Установлено, что почвы агроценозов имеют более высокий инфекционный фон *B. sorokiniana*, чем естественные аналоги - содержание конидий 120-340 шт/г почв. Максимальную инфекционную емкость в ряду почв имел выщелоченный чернозем. *B. sorokiniana* не заселяет кислые дерново-подзолистые почвы и красноземы. Сульфат аммония, и мочевино-формальдегидные удобрения сохраняют зерновые от корневой гнили.

Внесение НРК на слабокислой дерново-подзолистой почве негативно влияло на сапротрофное выживание патогена, скорость деградации конидий возрастала на 80-90%, потери урожая зерна ячменя сокращались на 15%; яровой пшеницы – на 10%.

Внесение бесподстильного навоза под предшественник в дозе 90 т/га снижало инфекционный уровень на черноземной почве в посевах ячменя в 5 раз. Калийные удобрения ингибируют *B. sorokiniana* (снижение числа конидий с 550 до 140 шт/г), анионы хлора и сульфата напротив усиливают развитие патогена.

На окультуренных дерново-подзолистых почвах кормовые бобы, вика, фасоль слабо поражаются серой гнилью. Вредоносность заболевания снижалась в 2-3 раза при известковании. Калийные удобрения предохраняли кормовые бобы от поражения серой гнилью. Внесение фосфорных и азотно-

фосфорных удобрений провоцирует развитие заболевания растения-хозяина. Потери урожая зерна при внесении NP - 33%.

Умеренное известкование, калийные удобрения надежно сохраняли люпин синий узколистный от фузариоза, урожай зеленой массы увеличился с 354 до 570 ц/га. Использование фосфорно-калийных удобрений под люпин снижало вредоносность болезни с 58 до 15%.

Во всех регионах возделывания подсолнечник поражается белой гнилью. Дерново-подзолистые почвы обладают высокой естественной супрессивностью, растения сохраняются здоровыми при рН<sub>KCL</sub> 5,6. Оценка инфекционного фона на черноземах выщелоченном, обыкновенном, луговом, южном, слитом показала, что супрессивные факторы присутствуют в черноземе выщелоченном - репродуктивная способность патогена в 3 раза ниже. Внесение различных комбинаций удобрений под подсолнечник, показало, что депрессивное влияние на патоген оказала только активированная солома. Фосфорные удобрения *S.sclerotiorum* использует как источник питания, внесение калия в почву усиливало паразитарный потенциал гриба. Внесение подстилочного навоза усиливало процесс деструкции склероциев.

Корневые экссудаты растений в севообороте оказывают ингибирующее, стимулирующее и абортное влияние на патогенные грибы, в зависимости от вида растения. Разработан метод поиска растений фитосанитаров с антифунгицидным эффектом. Корневые экссудаты клевера лизируют конидии *V.sorokiniana*, сильным фунгицидным действием обладает овес и озимая рожь. Индуцируют патоген ячмень и подсолнечник. Сохранению *S.sclerotiorum* в почве сильно способствуют экссудаты сои, клевера, подсолнечника. Генеративные функции патогена подавляют корневые выделения тимофеевки, пастушьей сумки, трехреберника.

Таким образом, органическое вещество почвы, сумма поглощенных оснований, показатель рН, органические удобрения и пожнивные остатки, азотные, фосфорные, калийные удобрения, корневые экссудаты культур-предшественников в севообороте – основные факторы регулирования ПС в агроценозе.

УДК 631.452:631.87

## **МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ЖИДКИХ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ**

**Полиенко Е.А.<sup>1</sup>, Безуглова О.С.<sup>1,2</sup>, Горовцов А.В.<sup>1,2</sup>, Лыхман В.А.<sup>1</sup>,  
Горбов С.Н.<sup>1,2</sup>, Дубинина М.Н.<sup>1,2</sup>, Павлов П.Д.<sup>1</sup>, Попов А.Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «ДЗНИИЭСХ», *Рассвет*, <sup>2</sup>ЮФУ, *Ростов-на-Дону*

[dzni@mail.ru](mailto:dzni@mail.ru)

В последние годы возрос интерес к органическому земледелию, что обусловлено необходимостью обеспечения импортозамещения и продовольственной безопасности страны. Данный вид альтернативного земледелия предполагает отказ от интенсивных технологий: от средств химизации и защиты растений, биотехнологических сортов. На данный момент в России полный отказ от традиционной технологии возделывания сельскохозяйственных культур невозможен, что связано с низкой урожайностью, и высокой сто-

имостью продукции, получаемой методами органического земледелия. Однако, применяются биологизированные системы земледелия, которые предполагают сочетание традиционной технологии с элементами органического земледелия, к таким приемам относится и применение жидких гуминовых препаратов, так как их использование позволяет существенно снизить дозы минеральных удобрений и средств защиты растений.

Жидкие гуминовые препараты в зависимости от сырья и технологии производства характеризуются различной концентрацией действующего вещества – гуминовых кислот и фульвокислот, и составом сопутствующих веществ – гормонов, витаминов, аминокислот. В работах Христовой, Прата и Поспишила, Фляйга, Фюра и Заурбека, Фокина, Горовой установлено, что гуминовые вещества, несмотря на большую молекулярную массу, способны проникать в клетку растений и достигать важных органелл – ядра, митохондрий, хлоропластов, участвовать в стимулировании процессов дыхания и фотосинтеза, синтеза белка, деления клеток и, как следствие, роста растений. Подобное действие отмечается и на микроорганизмы при внесении гуминовых препаратов непосредственно в почву.

Однако гуминовые препараты оказывает влияние на внутрипочвенные процессы даже при внесении их только на вегетирующие растения. В рамках государственного задания (тема № 710-2014-0005) проводили исследования по изучению влияния жидкого гуминового препарата ВЮ-Дон на посевах озимой пшеницы. Получают данный препарат посредством щелочной экстракции из вермикомпоста. Содержание в нем действующего вещества (гуматов и фульватов натрия) около 2 г/л.

В 2014 и 2015 годах в условиях производственных экспериментов на стационаре ФГБНУ «ДЗНИИЭСХ» проводили во время вегетации однократно и двукратно обработку посевов озимой пшеницы в дозировках, рекомендованных производителем (2 л/га).

Обобщая полученные результаты, можно констатировать, что гуминовые препараты даже при обработке вегетирующих растений, когда непосредственное их попадание в почву проблематично, существенно влияют на режим элементов питания, и прежде, всего на доступность фосфора растениям, что в карбонатных почвах особенно важно.

Активация процессов перехода труднорастворимых фосфатов в подвижные формы, возможно, идет через стимулирование микробиологической активности. Известно, что фосфатазной активностью обладают все изучаемые группы почвенной микрофлоры (бактерии, грибы и актиномицеты). Это стимулирование может осуществляться как непосредственно гуминовым препаратом, так и корневыми выделениями растений.

Действительно, при определении численности микроорганизмов было обнаружено повышение микробиологической активности почвы по аммонификаторам, целлюлозоразрушающим микромицетам и актиномицетам. При этом стимуляция почвенной микрофлоры достигает у некоторых групп микроорганизмов более чем 150% прибавки в численности.

По-видимому, это связано с усилением секреции корневых выделений растениями под влиянием компонентов препарата «ВЮ-Дон», что способствует быстрому росту численности аммонификаторов и других групп микроорганизмов.

Аналогичные результаты, свидетельствующие об увеличении численности азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов при использовании фитогуминовой комбинации, были получены В. Новиком, что позволило автору сделать вывод: повышенная микробиологическая активность почвы способствует увеличению доступности элементов питания. Наши данные подтверждают этот положение: существенно увеличивается в почве содержание подвижных форм азота, фосфора, обменного калия. Причем такие закономерности отмечены на почвах разного генезиса.

УДК 631.6.02

## ДЕГРАДАЦИЯ ЧЕРНОЗЁМОВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Прущик А.В., Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Титов А.Г.**  
*ФГБНУ ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, Курск*  
[model-erosion@mail.ru](mailto:model-erosion@mail.ru)

В настоящее время в Курской области чернозёмы занимают 74 % от площади пашни. Поэтому очень важно следить за динамикой изменения их параметров, особенно за величиной гумусового горизонта. В расчётах был использован метод прогнозирования, который основан на использовании комплексной модели, разработанной коллективом авторов данной статьи. Комплексная модель включает в себя модели динамики эрозии почвы, трансформации органического вещества и почвообразования (образования гумусового слоя). Для проведения расчётов разработана специальная компьютерная программа на языке программирования Visual Basic Microsoft Excel 2010. Так, при обработке статистических данных для современного земледелия установлено, что средняя глубина гумусового слоя для неэродированных чернозёмов составляет 74 см, для слабоэродированных – 55 см, для среднеэродированных – 35 см и для сильноэродированных – 24 см. В расчётах принято, что интенсивная распашка целины в пределах Курской области началась 200 лет назад. По расчётам средняя за 200 лет скорость сокращения гумусового горизонта эродированных чернозёмов Курской области находилась в интервале 1.0 – 2.5 мм/год, что значительно превышает интенсивность почвообразования. Следовательно, при таком землепользовании сокращение гумусового горизонта было обусловлено практически только эрозионными потерями почвы, т.е. влиянием почвообразования на мощность гумусового слоя можно было пренебречь.

Восстановление мощности гумусового горизонта является весьма актуальной задачей, однако практически единственным способом, гарантирующим восстановление является перевод пашни в залежь, которая со временем перейдет к условиям целины. С помощью вышеуказанной комплексной модели, были разработаны прогнозы для разных вариантов использования эродированных чернозёмов Курской области: 1 – типичный (зернопаропропашной севооборот) для 19 - 20 вв.; 2 – почвозащитный (зернотравяной севооборот); 3 - консервация (переход к многолетним травам); 4 - целина (залежь, переходящая к условиям целины). Используя только модель почвообразования, были получены следующие результаты: начальная скорость почвообразования будет в интервале 0 - 0.16 мм/год; продолжительность восстановления эродиро-

ванных почв будет в интервале 5.6 тыс. лет для слабоэродированных чернозёмов и 8.7 тыс. лет для сильноэродированных чернозёмов. Отклонение от предыдущих прогнозов для тех же самых условий не превысило 4.6 %. Разработанные долгосрочные прогнозы для разных вариантов использования эродируемых чернозёмов привели к выводам: на современном уровне земледелия почвенные ресурсы будут продолжать сокращаться, но можно существенно замедлить этот процесс, однако для полного восстановления мощности гумусового слоя почвы – тысячелетия.

УДК 631.43

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВЗВЕШИВАЕМЫХ ЛИЗИМЕТРОВ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ**

**Пузанов А.В.<sup>1</sup>, Балыкин Д.Н.<sup>1</sup>, Бондарович А.А.<sup>2</sup>, Щербинин В.В.<sup>2</sup>,  
Стефан Э.<sup>3</sup>, Майсснер Р.<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup>Институт водных и экологических проблем, Барнаул, <sup>2</sup>Алтайский государственный университет, Барнаул, <sup>3</sup>Университет Мартина Лютера Галле-Виттенберг, Институт геологии и географии, Галле, Германия, <sup>4</sup>Центр исследований окружающей среды имени Гельмгольца, лизиметрическая станция, Фалькенберг, Германия*  
[puzanov@iwep.ru](mailto:puzanov@iwep.ru)

В настоящее время лизиметрические методы широко используются в прикладных и фундаментальных исследованиях как в России, так и за рубежом. Лизиметры различных конструкций используют прежде всего для водобалансовых расчетов и экологического мониторинга.

Исследования выполняются в рамках международного междисциплинарного проекта «Кулунда». Проект объединяет усилия немецких и российских ученых для решения комплексных проблем земледелия в Кулундинской степи Алтайского края. С 1954 по 1963 гг. около 3 миллиона гектаров целинных и вторичных (на месте старых залежей) степей было распахано. Так как антропогенно-преобразованные почвы значительно больше подвержены процессам дефляции, в результате уменьшилась мощность гумусовых горизонтов, снизилась концентрация поглощённого почвой углерода. В условиях сухой Кулундинской степи регулирование водно-солевого режима почв приобретает особое значение не только для гарантированного получения сельскохозяйственной продукции, но и для стабилизации и сохранения почвенного плодородия.

В августе 2013 года в районе села Полуямки (Михайловский район Алтайского края) была установлена лизиметрическая станция 2-х контейнерного типа. Она состоит из водонепроницаемой сварной конструкции (полиэтилен высокого давления) площадью 11,56 м<sup>2</sup>, двух контейнеров для почвенных монолитов, центральной входной (контрольной) шахты. Станция специально адаптирована к условиям климата Сибири, снабжена устройством для отделе-

ния снежного покрова, образующегося в зимние месяцы на поверхности почвенных монолитов.

В данной работе показаны возможности современных гравитационных взвешиваемых лизиметров для оценки водно-солевого режима почв степных территорий.

Для изучения водного и солевого режима почв в условиях Кулундинской степи были извлечены и доставлены на лизиметрическую станцию два почвенных монолита ненарушенного строения площадью 1 м<sup>2</sup>, 2 м глубиной на пахотном участке с посевами пшеницы (монолит 1 - вариант антропогенно-преобразованной почвы) и залежи приблизительно 30 летней давности со степной растительностью (монолит 2 - вариант с минимальным антропогенным воздействием). Для определения основных почвенно-гидрологических свойств в почвенные монолиты были установлены измерительные датчики (TDR зонды, тензиометры, всасывающие трубки, датчики температуры) на глубинах 0,3, 0,5 и 1,20 м. Таким образом, можно получить подробную информацию о количестве и качестве почвенного раствора, проходящего через почвенную колонку.

В современных гравитационных лизиметрах применяют весовые тензодатчики для измерения массы почвенных монолитов с высокой точностью ( $\pm 20$  г.). Взвешиваемый лизиметр позволяет непрерывно проводить замеры изменения массы почвенного монолита и таким образом позволяет получить детальную информацию о изменении влажности почвы и малых значениях эвапотранспирации для любого периода времени, что совместно с метеорологическими данными дает возможность учитывать различные категории поступающей влаги включая росу, иней, осадки в форме снега. Все данные измерений хранятся в регистраторе данных.

Использование современной гравитационной лизиметрической станции позволит более точно изучить водный и солевой режим почв, количественный и качественный состав почвенных растворов. Полученные данные можно использовать для моделирования гидрологических процессов в условиях сухостепной зоны Кулундинской степи.

УДК 631.47

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ НА ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ**

**Садыхова М.Э., Самедов П.А.**

*Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[leyla.sadixova@gmail.com](mailto:leyla.sadixova@gmail.com)

В настоящее время биологические методы исследования находят все более широкое применение в современном почвоведении, в частности для диагностики почв и в качестве биоиндикаторов техногенно-загрязненных почв. Поскольку разным типам почв присущи характерные сообщества живых организмов, то изучение их видового разнообразия

позволяет реально оценить не только динамические свойства почв, но и получить объективный показатель (индикатор) современного режима жизни почвы.

Нашей целью было исследование видового разнообразия беспозвоночных животных серо-бурых почв Апшерона, загрязненных техногенными отходами различной этиологии.

В качестве объектов исследования были выбраны почвы естественных ценозов, загрязненные отходами цементного, гипсового заводов, суперфосфатного комбината и завода хлор-органического синтеза.

Отходы цементного завода (в виде цементной пыли) насыщены глинистыми компонентами и угольной сажей (определенное количество мелких фракций каменного угля добавляется в обжиговую печь для создания высокой температуры), которые поступая в почву, вызывают ее сильную слитизацию и уплотненность.

В таких неблагоприятных условиях формируется скудная саянково-злаковая растительность которая является пищевым ресурсом для более адаптированных групп беспозвоночных – жестоккрылых.

Гипсовая пыль поступающая в окружающую среду при производстве гипса насыщена карбонатами, а также техническим кальцием. Гипсовая пыль хотя и вызывает некоторое уплотнение почвы, тем-не менее она выражается в виде отдельных почвенных агрегатов, создающая характерную комковатую структуру.

Растительность более обильно представлена разнотравием которая пищевыми звеньями связана с беспозвоночными формирующихся в аридных экологических условиях, и представлена в основном калькофильными группами (мокрицы, моллюски).

Отходы завода хлор-органического синтеза накапливаемые в почве обладают достаточно сложной химической структурой, значительно устойчивая к внешним климатическим и биологическим факторам разложения и (поэтому) длительное время сохраняется в экосфере. К таким условиям приспособлены только группы беспозвоночных обладающие твердыми покровами тела - кокцинелиды, нарывники и гастроподы.

Химические отходы суперфосфатного комбината, трансформируемые в окружающую среду и накапливаемые в почве также содержат небольшое количество фтора токсически действующая на жизнедеятельность беспозвоночных. Среди беспозвоночных отмечены группы более устойчивые к данному загрязнению - это жестоккрылые и моллюски.

Из приведенных данных следует, что почвенные беспозвоночные избирательно относятся к различным техногенным отходам.

Естественный ценоз, расположенный в сфере влияния цементного завода и загрязненный цементной пылью содержит гумуса 0,69 – 1,62 %, реакция среды (рН) щелочная – 8,1 – 8,5 плотный остаток солей составляет 0,59 – 1,57 %.

Под солянково-злаковой растительностью фауна беспозвоночных комплектуется за счет галофильно – степных групп Elateridae; Coccinellidae; Tenebrinidae и мокриц рода *Hemilepistus*.

Целинные биотопы, загрязненные гипсовой пылью, содержат гумуса до 1,7 %, реакция среды щелочная – 8,0–8,2 растительность полынно-злаковая. Фауна беспозвоночных формируется за счет степных, полулу-



стных групп, с незначительным участием ксерофильных галлофилов – Oniscoidea (род Armadillidium); Helicidae; Coccinellidae; Tenebrionidae; Noctuidae.

Почвы естественных биотопов, загрязненные отходами суперфосфатного комбината содержат гумуса 1,4 – 2,0 %, реакция среды (pH) щелочная 8,1 – 8,3, растительность полынно-злаково-эфемерная. Видовой состав беспозвоночных органичен и состоит из следующих групп: Mollusca (Xeropicta); Coccinellidae; Carabidae; Alleculidae. Биотопы, загрязненные токсическими отходами завода хлорорганического синтеза заселены только более адаптированными группами: Mollusks (p.Helix); Coccinellidae; Meloidae (p. Mylabris). Более устойчивые и адаптированные группы могут быть использованы при биоремедиации загрязненных почв.

УДК 631.872:631.445.2

## **ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ЖИДКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ГУМУСА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ**

**Серая Т.М., Богатырева Е.Н.**

*Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь*

[seraya@tut.by](mailto:seraya@tut.by)

При современных тенденциях развития сельскохозяйственного производства гумус, являющийся основным агропроизводственным ресурсом почвы, претерпевает количественные и качественные изменения. Наиболее чувствительны к действию агрогенных факторов активные компоненты в составе гумуса, которые характеризуются высокой подвижностью и играют огромную роль не только в формировании агрономически важных свойств почв, но и в глобальном круговороте углерода в экосистеме. В этой связи существенное увеличение в последние годы выхода жидкого навоза и навозных стоков и их бессистемное применение на ограниченных площадях актуализировало необходимость проведения исследований по установлению содержания активных компонентов гумуса в дерново-подзолистых почвах, подвергающихся интенсивным нагрузкам жидких органических удобрений.

Объектом исследований были дерново-подзолистые почвы, используемые в качестве сельскохозяйственных земель и расположенные вблизи крупных животноводческих комплексов. Почвенные образцы без нагрузки жидких органических удобрений и при их внесении отбирали на участках, расположенных в сходных условиях рельефа и в пределах той же почвенной разности.

При определении содержания активных компонентов гумуса для экстрагирования подвижных гумусовых веществ ( $C_{\text{под.}}$ ) использовали 0,1 н NaOH (непосредственная вытяжка по схеме Тюрина); содержание водорастворимого органического вещества ( $C_{\text{водн.}}$ ) определяли по методу Тюрина.

В пахотных дерново-подзолистых почвах при внесении жидкого навоза КРС в дозах от 100–200 до 1400–1500 т/га содержание  $C_{\text{водн.}}$  составило 507–1034 мг/кг, что в 2,3–4,6 раза превышало показатели неудобренных почв. Дозовая нагрузка свиных навозных стоков от 200–300 до 700–800 т/га

обеспечила прибавку  $C_{\text{водн.}}$  165–781 мг/кг. По сравнению с пахотными почвами на луговых землях содержание  $C_{\text{водн.}}$  при постоянном внесении жидких органических удобрений характеризовалось более низкими показателями.

Регулярное внесение жидких органических удобрений увеличило содержание  $C_{\text{под.}}$  в дерново-подзолистых почвах на 891–4827 мг/кг. Минимальный прирост получен в супесчаной почве пахотных земель при ежегодной дозе внесения жидкого навоза КРС 100–200 т/га в течение 25 лет. Максимальное содержание  $C_{\text{под.}}$  (8402 мг/кг) отмечено в суглинистой почве при регулярном внесении свиных навозных стоков в дозе 700–800 т/га в течение 20 лет. Одним из основных факторов, определяющим высокое накопление  $C_{\text{под.}}$  в этой почве, по-видимому, является среднекислая реакция почвенной среды ( $\text{pH}_{\text{КС1}}$  4,9). Данное предположение можно сделать исходя из того, что при нагрузке свиных навозных стоков 500–600 т/га на близлежащее поле в этом хозяйстве с  $\text{pH}_{\text{КС1}}$  6,7 содержание  $C_{\text{под.}}$  составило 4626 мг/кг или 55% от вышеуказанного показателя.

В целом в исследуемых хозяйствах при регулярном внесении жидких органических удобрений в течение 3-х лет среднегодовой прирост активных компонентов гумуса в зависимости от их дозовой нагрузки составил: для  $C_{\text{под.}}$  – 12–40% (373–1270 мг/кг), для  $C_{\text{водн.}}$  – 17–121% (52–270 мг/кг) относительно неудобренных почв; при сроке внесения 5–10 лет – 5–10% (206–320 мг/кг) и 8–39% (33–156 мг/кг) соответственно. При нагрузке от 100–200 до 900–1000 т/га в течение 20–30 лет ежегодная прибавка  $C_{\text{под.}}$  составила 1–2% (36–121 мг/кг),  $C_{\text{водн.}}$  – 5–12% (7–23 мг/кг).

Установлена более тесная корреляционная связь среднегодового прироста активных компонентов гумуса с длительностью внесения жидких органических удобрений ( $r = 0,64–0,69$ ) по сравнению с их дозовой нагрузкой ( $r = 0,25–0,56$ ).

УДК 631.41

## **ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ И ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Слюсаренко Э.Е.<sup>1</sup>, Федоренко К.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Адыгейский государственный университет, Майкоп,*

<sup>2</sup>*Министерство образования и науки Краснодарского края, Краснодар*  
[chehovich\\_elvira@mail.ru](mailto:chehovich_elvira@mail.ru)

При интенсивном использовании почвенных ресурсов наблюдается нарушение экологического равновесия в окружающей среде. Постоянно увеличивается количество отходов производства и переработки сельскохозяйственной продукции, которые занимают громадные территории и пагубно действуют на человека. В Краснодарском крае скопилось громадное количество отходов химической промышленности (от производства удобрений), среди которых несколько классов веществ, которые можно отнести к токсическим, нейтральным и почвоулучшающим. Оценка отходов зависит от спосо-

бов их нейтрализации. Применение последних в качестве удобрений и мелиорантов зависит агрофизических свойств почв, конкретного ландшафта и от климата.

Впервые в предгорной части края стали использовать отходы - фосфогипс для повышения плодородия и продуктивности почв. Для этого определяется характер взаимодействия почв и фосфогипса в нерастворимые формы, в соединения, содержащие необходимые питательные вещества, улучшающие физические свойства почв.

Улучшение физических свойств почв особенно важно для слитых черноземов, для солонцов и солончаков. Разработка оптимальных способов взаимодействия отходов – фосфогипса и почв очень важная проблема. Проводимыми исследованиями решается задача – изучение особенностей формирования плодородия почв с помощью различных видов отходов и роли экологической составляющей для качества жизни населения края. Положительные изменения физических свойств почв способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур, уменьшению гидроморфности почв, и тем самым улучшает состояние почвенных ресурсов, как элемента окружающей среды.

Кроме того, фосфогипс в смеси с глиной и плотной частью из профиля почвы, используется для рекультивации свалок твердых бытовых отходов. Послойная пересыпка таким субстратом, прикатывание с последующим залужением многолетними травами типа овсяницы луговой и пырея ползучего предохраняет от водной и ветровой эрозии.

Отходы сахарной промышленности, рисоводства и животноводства занимают тоже огромные территории. Из-за дороговизны горюче-смазочных материалов их не всегда вывозят на поля в качестве органических удобрений. Хотя опыт прежних лет показал хороший результат после их применения – это улучшение водно-физических свойств, повышение плодородия. Как видно из выше изложенного, отходы химического производства и переработки сельскохозяйственной продукции, можно использовать в качестве удобрений и мелиорантов.

УДК 631.62.4: 631.432

## **ТЕНЗИОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В ИНТЕНСИВНЫХ САДАХ**

**Сторчоус В.Н.**

*Академия биоресурсов и природопользования ФГАОУ ВО*

*«КФУ им. В.И. Вернадского», Симферополь*

[samuljanec@yandex.ru](mailto:samuljanec@yandex.ru)

На основании исследований установлены величины всасывающего давления, соответствующие различным значениям влажности для всех почв Крыма.

В результате статистической обработки многочисленных данных полученных в процессе исследований были определены репрезентативные точки в

почвенном профиле, получены уравнения регрессии, с помощью которых, определив влажность в этих точках, по формулам (1, 2) с минимальными затратами времени и средств можно определять наличие влаги во всем активном корнеобитаемом объеме почвы.

$$y_1 = 0,88x_1 + 2,83 \quad (1)$$

$$y_2 = 0,94x_2 + 2,45 \quad (2)$$

где  $y_1$  - влажность почвы в слое 0...50 см;  $y_2$  - в слое 50...100 см;  
 $x_1$  - в слое 20...30 см;  $x_2$  - в слое 50...60 см.

Таким образом, определив влажность почвы в слоях 20...30 и 50...60 см с помощью уравнений регрессии можно определять влажность почвы в метровом слое в целом и по слоям 0...50 и 50...100 см. Назначение поливов и расчет поливных норм по показателям тензиометров производится в следующем порядке:

-при достижении всасывающего давления уровня предполивного порога с помощью графиков зависимости всасывающего давления и влажности почвы определяется влажность в контрольных точках;

-с использованием уравнений регрессии (1, 2) определяется влажность почвы по слоям и по всему почвенному профилю 0...100 см.

Установлено, что для плодовых культур нижней границе предельно - допустимой влажности почвы чернозёмов южных соответствует всасывающее давление почвы: - 0,50...0,75 атм. орошаемых капельным способом. В качестве нижней границы (предполивного порога) оптимального диапазона всасывающего давления для условий горных и предгорных районов Крыма установлены следующие величины  $P_s$  для шиферных почв - 0,58-0,6 атм, для пойменных почв - 0,65-0,68 атм, для коричневых, вымытых, среднесмытых почв - 0,55 атм.

В каждой точке контроля необходимо устанавливать по 2 тензиометра на глубине 30 и 60 см и на удалении 30...40 см от штамба дерева, под четырьмя растениями основного сорта. Замеры всасывающего давления проводить раз в 2...3 дня в течение первых 5...6 дней после очередного полива или выпадения обильных (более 20...30 мм) дождей и через день - перед очередным поливом. Во избежание влияния температуры на величину показаний тензиометров, замеры необходимо выполнять в одно и то же время суток, лучше утром.

При оперативном контроле за влагозапасами почвы тензиометрическим методом тензиометры необходимо устанавливать в репрезентативных точках. Практическое решение задачи управления водным режимом почвы на орошаемом участке сводится к поддержанию на протяжении вегетационного периода оптимального диапазона всасывающего давления почвы. Использование тензиометров для контроля влажности корнеобитаемого слоя почвы обеспечивает необходимую точность и оперативность по сравнению с другими методами (термостатно-весовым, нейтронной влагометрии, с использованием балансомеров, испарителей, диагностики поливов по концентрации клеточного сока).

Пользуясь графиками зависимости всасывающего давления и влажности почвы, уравнениями регрессии, по данным, полученным в репрезентативных точках, с минимальными затратами времени и средств, можно определять состояние влагообеспеченности всего активного (корнеобитаемого) объема почвы.

На базе серийно-выпускаемых барографов, был изготовлен и апробирован в полевых условиях прибор, который в комплекте с тензиометром способен регистрировать всасывающее давление почвы. Показатели всасывающего давления выдаются в виде графика на бумажной ленте с недельным периодом наблюдений. Он может быть использован в производственных и особенно в научных целях, для регистрации динамики всасывающего давления в непрерывном режиме.

УДК 631.6.02

## УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ К ОРОСИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ

Сулейманов Р.Р.<sup>1</sup>, Сайфуллин И.Ю.<sup>1</sup>, Сулейманов А.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уфимский Институт биологии РАН, Уфа,

<sup>2</sup>Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва  
[soils@mail.ru](mailto:soils@mail.ru)

Оросительная мелиорация является важнейшим компонентом ведения продуктивного сельскохозяйственного производства и устойчивого функционирования почв в районах с недостаточным увлажнением. Однако, как показывает практика, дополнительное увлажнение почв без учета их генетических особенностей приводит к снижению их устойчивости, трансформации и деградации свойств и соответственно к уменьшению биопродуктивности и потери плодородия. В связи с чем, целью исследований явилось оценка устойчивости агрочерноземов к оросительной мелиорации в условиях Предуральской степной зоны Республики Башкортостан. Обследованный участок расположен на слабоволнистой равнине с абсолютными отметками от 130 до 183 м. В мезорельефе выделяются небольшие всхолмления и понижения. Климат данной территории незначительно засушливый и характеризуется холодной суровой зимой, жарким сухим летом, коротким весенним периодом, неустойчивостью и недостаточностью атмосферных осадков, сухостью воздуха, интенсивностью процессов испарения.

По данным полевого обследования и результатам лабораторных анализов на обследованном участке были выделены агрочерноземы миграционно-мицелярные, различающиеся между собой по мощности (мало-, средне- и мощные), механическому составу (средне- и тяжелосуглинистые), содержанию гумуса (мало- и среднегумусные) и каменистостью (от отсутствия камней в гумусово-аккумулятивном горизонте до сильнокаменистых). Такие различия обусловлены геоморфологическими условиями их формирования, различной системой землепользования и локальным проявлением водной и ветровой эрозии. Также были изучены их морфологические, водно-физические (гранулометрический состав, плотность, водопроницаемость, категории влагоемкости), физико-химические (рН, состав почвенно-поглощающего комплекса, уровень засоления), агрохимические (содержание подвижных форм фосфора и калия, щелочногидролизующего азота) и экологические свойства (тяжелые металлы – Pb, Cd, Hg, Asi микроэлементы – Co, Zn, Cu, Mn, Mo), а также была составлена почвенно-мелиоративная карта.

Таким образом, проведенные исследования показали, что на обследованном участке сформированы агрочерноземы миграционно-мицелярные, т.е. одного типа и подтипа, различающиеся только по категории вида и разновидности. Они очень близки по агрохимическим, водно-физическим и экологическим свойствам. Все почвы характеризуются достаточно высоким естественным и потенциальным плодородием, экологически чистые, устойчивы к антропогенным воздействиям. В целом на массиве проявления водной и ветровой эрозии незначительны и носят локальный характер. Это позволяет отнести их к одной первой мелиоративной группе. Для предотвращения развития водной и ветровой эрозии, а также для лучшего задержания снега в поле, основную обработку почвы целесообразно проводить плоскорезными орудиями на глубину 20-22 см или использовать систему No-tillage.

Ко второй мелиоративной группе относятся агрочерноземы миграционно-мицелярные маломощные малогумусные среднесуглинистые сильнокаменистые сильноэродированные, но они находятся за пределами зоны орошения.

УДК 631.445.41: 631.417.2 (470.620)

## **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ И ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В АГРОЦЕНОЗАХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**Терпелец В.И., Попова Ю.С., Швец Т.В.**

*ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»,  
Краснодар  
[vterpelets@mail.ru](mailto:vterpelets@mail.ru)*

Многолетние исследования проводились в системе агроэкологического мониторинга в типичном равнинном агроландшафте Западного Предкавказья. Объектом исследований являлся чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый (агрочернозема глинисто-иллювиального агрогенно уплотненного), занятый культурами одиннадцатипольного зернотравяно-пропашного севооборота. Полевые культуры возделывались различными технологиями в течение двух ротаций (22 года). Полевые исследования проведены по четырем факторам: плодородие почвы, система удобрения, система защиты растений и система основной обработки почвы. Схема опыта представлена частью выборки из полной схемы многофакторного полевого опыта (4x4x4)x3 и включала четыре альтернативные агротехнологии с условным названием: экстенсивная, беспестицидная, экологически допустимая и интенсивная. Площадь делянки: общая – 105 м<sup>2</sup>, учетная – от 34,0 до 47,6 м<sup>2</sup> в зависимости от культуры звена севооборота. Повторность опыта трехкратная, расположение делянок систематическое.

Длительное использование в течение двух ротаций севооборота альтернативных технологий возделывании сельскохозяйственных культур по-разному влияет на агрофизические и физико-химические показатели чернозема выщелоченного. Внесение высоких доз органических удобрений способствовало улучшению его агрофизических и физико-химических свойств, в сравнении с экстенсивной технологией. Независимо от агротехнологий грану-

лометрический состав чернозема выщелоченного не менялся. Интенсификация технологий в севообороте с использованием безотвальной системы обработки почвы способствовала повышению содержания гумуса в черноземе выщелоченном при возделывании полевых культур в регионе. Максимальное положительное влияние на этот показатель оказал уровень плодородия почвы. Доля влияния этого фактора в черноземе под озимой пшеницей составила в слое 0-20 см – 41,5 %, под озимым ячменем – 36,2 %. Такая же закономерность наблюдается и в слое 0-60 см исследуемой почвы. Ограничивающими фактором в увеличении содержания и запасов гумуса в черноземе выщелоченном являлись интенсификация системы основной обработки почвы и системы защиты растений.

Факторы агротехнологий оказывали разное влияние на качественный состав гумуса чернозема выщелоченного: положительное – уровень плодородия на лабильные гумусовые вещества, гуминовые кислоты связанные с  $R_2O_3$  и фульвокислоты с долей влияния, соответственно, под озимой пшеницей – 50,6; 40,4 и 18,4 %, под озимым ячменем – 51,2; 41,3 и 16,4 %, отрицательное – система применения удобрений и система обработки почвы на общее содержание гуминовых кислот и гуминовых кислот, связанных с кальцием. Система защиты растений способствовала снижению в слое 0-20 см стабильных компонентов гумуса – гуминовых кислот связанных с кальцием и гуминов.

Улучшение качественного состава гумуса чернозема выщелоченного в агроценозах Западного Предкавказья происходит при применении беспестицидной технологии возделывания полевых культур с использованием безотвальной системы основной обработки почвы и экологически допустимой технологии возделывания полевых культур с использованием безотвальной или зональной систем обработки почвы, способствующие повышению степени гумификации органического вещества. Интенсификация технологий возделывания сельскохозяйственных культур не способствует улучшению качества гумуса, так как значительно снижается содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием.

УДК 502/504; 631/635; 911

## **СОХРАНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И АГРОЛАНДШАФТОВ РОССИИ**

**Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П.**  
*Всероссийский НИИ кормов им. В. Р. Вильямса, Лобня*  
[viktrofi@mail.ru](mailto:viktrofi@mail.ru)

Стратегия "близких выгод" в сельском хозяйстве приводит к созданию биологически упрощенных систем земледелия, основанных на севооборотах с короткой ротацией и повторных посевах, что снижает фитосанитарную, агрохимическую и экологическую устойчивость агроэкосистем. Структура посевных площадей изменилась в сторону увеличения экономически более привлекательных культур (пшеницы, подсолнечника), востребованных на рынке. Но-

вые высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур интенсивно используют ресурсы плодородия почв. Увеличилась несбалансированность структуры посевных площадей и севооборотов. В результате усилились риски, обусловленные неблагоприятными климатическими изменениями, влиянием засух, эрозии, дефляции, дегумификации и других негативных процессов.

Природные факторы являются определяющими для эффективной сельскохозяйственной деятельности. Они позволяют с наибольшей отдачей использовать производственный потенциал сортов и технологий, создавая естественные предпосылки для эффективного хозяйствования и конкурентного преимущества. Для обеспечения продуктивности и устойчивости сельского хозяйства необходима сбалансированность наших сортов и технологий с другими антропогенными и природными частями и функционированием агроландшафта.

Адаптивность сельского хозяйства связана с многолетними травами и травяными экосистемами, которые являются основными почвообразователями и обеспечивают устойчивость сельскохозяйственных земель к воздействию климата и негативных процессов, защищают их от воздействия стихий (засух, эрозии, дефляции).

Многолетние травы и травяные экосистемы в значительной степени обеспечивают продуктивность всех сельскохозяйственных культур и сохранение используемых в сельском хозяйстве земельных и почвенных ресурсов, которые являются важнейшими показателями продовольственной безопасности России. Недостаточная их доля в структуре посевных площадей и севооборотов не обеспечивает эффективную защиту сельскохозяйственных земель от воздействия засух, эрозии, дефляции и дегумификации.

Сохранение ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для почвообразования и развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей – многолетних трав и микроорганизмов. Многолетние травы играют важнейшую роль в почвообразовании, снабжают почвы достаточным количеством необходимых для образования почвенной структуры перегноя и кальция и обеспечивают создание достаточно мощного структурного слоя почвы.

Многолетние травы являются единственной группой сельскохозяйственных культур, способствующей расширенному воспроизводству органического вещества в почве. В этом состоит их важное преимущество по сравнению с однолетними культурами, особенно пропашными. В среднем по России плодородие почв (содержание гумуса) возрастает под многолетними травами (0,2–0,6 т/га в год) и снижается под однолетними культурами (0,4–1) и чистыми парами (1,5–2,5).

В земледелии России сложился отрицательный баланс питательных веществ. Ежегодный их вынос из почвы вследствие сельскохозяйственной деятельности в 3 раза превышает их возврат с вносимыми минеральными и органическими удобрениями. При остром дефиците навоза в настоящее время оптимизация режима органического вещества и частично пищевого режима почв большинства полей должна обеспечиваться за счет потенциала самих агроценозов – многолетних трав.

Основным правилом сельскохозяйственной деятельности является сбалансированность антропогенного взаимодействия с Природой. Сохранение



агроландшафтов и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий: 1) для функционирования агроландшафтов, обеспечения сбалансированности продуктивных и протективных агроэкосистем; 2) почвообразования и развития почвенной биоты, обеспечения активной жизнедеятельности основных почвообразователей – многолетних трав и микроорганизмов. Необходимы создание экологически устойчивой структуры из сбалансированного сочетания продуктивных и защитных экосистем (оптимальная инфраструктура агроландшафтов, оптимальная структура посевных площадей, оптимальная структура севооборотов); обеспечение нормального функционирования (оптимальная продуктивность агроэкосистем, минимизация развития негативных процессов).

УДК 631/635; 502/504; 911; 577.4

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЗЕМОВ В АГРОЛАНДШАФТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П.**  
*Всероссийский НИИ кормов им. В. Р. Вильямса, Лобня*  
[viktrofi@mail.ru](mailto:viktrofi@mail.ru)

За последние 20–25 лет в структуре посевных площадей черноземных областей юга России резко (в 3–5 раз, или до 20–23%) увеличились площади, занятые подсолнечником. Это в 2–3 раза превышает рекомендованные нормы и приводит к резкому ухудшению фитосанитарной обстановки. Доля многолетних бобовых и злаковых трав сократилась в 7–8 раз, с 17–19 до 2–2,5%. Это в 10–12 раз ниже нормы биологического земледелия, и в таких условиях темпы снижения содержания гумуса и разрушения комковатой и зернистой структуры черноземов на пахотных землях многократно возрастают. Значительную долю (до 18–20% от площади пашни) занимают чистые пары.

Полевые культуры весьма существенно различаются по их влиянию на процессы минерализации гумуса и почвообразования. Содержание гумуса возрастает под многолетними травами (0,2–0,6 т/га в год) и снижается под однолетними культурами (0,4–1) и особенно сильно – под чистыми парами (1,5–2,5). Однако в настоящее время доля многолетних трав в структуре посевных площадей сократилась на порядок (с 18–20 до 2–3%). Во многих черноземных регионах благоприятные для почвообразования условия создаются всего на 2–3% посевных площадей, тогда как на 97–98% существуют условия для минерализации гумуса и происходит систематическое существенное снижение плодородия почв. В результате угнетения почвообразования на значительных площадях неизбежно снижается плодородие почв и продуктивность агроэкосистем, ухудшается фитосанитарная обстановка. Соответственно возрастают затраты на производство сельскохозяйственной продукции.

Традиционная экономика сельского хозяйства, ориентированная на близкие выгоды, нередко противопоставляет себя рациональному природопользованию. Сохранение природных экосистем, ценных сельскохозяйственных земель и плодородия почв возможно только при создании благоприятных условий для функционирования агроландшафтов, обеспечения сбалансиро-

ванности продуктивных и протективных агроэкосистем, активной жизнедеятельности основных почвообразователей – многолетних трав и микроорганизмов, благоприятных условий для почвообразования и развития почвенной биоты.

Управление агроландшафтами тесно связано со сбалансированным развитием земледелия, растениеводства и животноводства. Только при достаточном развитии скотоводства можно оптимизировать набор культур в структуре посевных площадей и севооборотов как в экономическом, так и экологическом аспектах, обеспечить системный эффект чередования зерновых, пропашных культур и многолетних трав.

Многолетние травы и травяные экосистемы из многолетних растений, с учетом их важной средообразующей роли в агроландшафтах, должны занимать на порядок большие площади в структуре посевных площадей и севооборотов во многих регионах юга России.

Несбалансированность растениеводства и животноводства (межотраслевая и внутриотраслевая), низкая продуктивность и неустойчивость производства сельскохозяйственной продукции, снижение поголовья скота, которое повлекло за собой снижение посевов многолетних трав, дефицит кормов для животноводства (энергии, белка); деградация сельскохозяйственных земель (агроландшафтов): пашни, кормовых угодий, эрозия, потеря гумуса являются хроническими проблемами сельского хозяйства России.

Важнейшим фактором в управлении сельскохозяйственными землями и агроландшафтами, влияющим на плодородие пахотных земель, являются видовой состав культур, их соотношение в структуре посевных площадей и уровень продуктивности. Основным источником пополнения запасов гумуса и азота в почвах являются многолетние травы. В рациональной структуре посевных площадей должно быть максимальное количество многолетних трав и бобовых культур (не менее 20–25%) и минимальное – чистых паров и пропашных культур. Площади последних должны определяться наличием ресурсов для воспроизводства гумуса и вынесенных из почвы питательных веществ.

УДК 631.87; 631.95; 631.4

## **ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

**Ульянова О.А.**

*Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск*  
[kora64@mail.ru](mailto:kora64@mail.ru)

В структуре почвенного покрова пашни земледельческой части Красноярского края почвы черноземного типа относятся к преобладающему в составе пахотных угодий типу почв и занимают 1770 тыс га, что составляет около 54 % к общей площади. Поэтому перспективы успешного развития земледелия в крае зависят от воспроизводства оптимального уровня плодородия именно этих почв, формирующих около 80 % продовольственных ресурсов. Одним из важнейших приемов повышения плодородия почв является применение удоб-

рений. Однако, обеспеченность ими в регионе очень низкая. В условиях Красноярского края дефицит традиционных видов удобрений может быть компенсирован за счет удобрительных средств, полученных на основе переработки местных отходов деревообрабатывающей промышленности (гидролизного лигнина) и сельского хозяйства (птичьего помета) методом вермикультуры – в вермикомпост.

Исследования проведены в полевом опыте землепользования птицефабрики «Заря», расположенном в Емельяновском районе Красноярского края в севообороте: чистый пар - пшеница-пшеница по следующей схеме: 1) N60P30 (фон)- контроль; 2) Фон + вермикомпост эквивалентно N60; 3) Фон + вермикомпост эквивалентно N120. Повторность опыта 3-х кратная, размер опытных делянок 100 м<sup>2</sup>, их размещение рендомизированное. Вермикомпост вносили однократно весной под предпосевную культивацию с заделкой на 12-14 см. Минеральные удобрения применяли ежегодно в виде аммонийной селитры и аммофоса при посеве. Тестовая культура – яровая пшеница сорта Новосибирская 15. По данным ГМС в Емельяновском районе выпадает 350-450 мм осадков в год, сумма активных температур составляет 1550-1800 °С. Среднегодовая температура воздуха около 4-5 °С. ПБА колеблется в пределах 90-115 дней. Почвенно-климатические условия хозяйства позволяют выращивать основные виды сельскохозяйственных культур, однако ежегодно проявляющаяся засуха в начальный период вегетации ограничивает получение стабильных урожаев.

В результате проведенных исследований в удобренных вариантах опыта установлена тенденция увеличения количества подвижного фосфора, обменного калия и повышение содержания аммонийной формы азота в 1,2 – 1,4 раза в зависимости от дозы внесения.

Применение разных доз вермикомпоста в агрочернозем способствует увеличению в 3-4 раза продуцирования CO<sub>2</sub> к контролю, что обусловлено большим содержанием в нем легкогидролизуемых соединений и высокой интенсивностью минерализационных процессов. Применение вермикомпоста способствовало достоверному увеличению C<sub>гумуса</sub> на 13 % при использовании вермикомпоста в дозе, эквивалентной N60, при ее удвоении этот показатель возрастает на 23%. Внесение в агрочернозем только минеральных удобрений приводит к минерализации гумуса. Использование вермикомпоста способствует повышению в 1,4 раза урожайности зерна пшеницы по сравнению с контролем. Выявлены тесные корреляционные связи урожайности зерна пшеницы с выделением углекислого газа (r=0,97) и содержанием C<sub>гумуса</sub> (r=0,93).

Эффективным приемом повышения урожайности пшеницы служит внесение вермикомпоста в дозе эквивалентной N60, обеспечивающей максимальную прибавку зерна пшеницы (5,5 ц/га) и окупаемость удобрений (6,1 кг з.е.).

Таким образом, использование вермикомпоста в сельском хозяйстве позволяет существенно повысить содержание гумуса и биологическую активность, оптимизировать агрохимические свойства агрочернозема, повысить его плодородие и урожайность зерна пшеницы.

## АНТРОПОГЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ ПРЕДГОРИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

**Федоренко К.А.**

*Министерство образования и науки Краснодарского края, Краснодар*  
[fka-2011@mail.ru](mailto:fka-2011@mail.ru)

В Краснодарском крае не осталось почв, которые не используются человеком. Понятно, что интенсивное землепользование имеет свои, какие то последствия, которые не благоприятно сказываются, прежде всего, на плодородии. Очень часто почвы загрязняются отходами промышленности, свалками твердых бытовых отходов. Остро стоит проблема утилизации отходов.

Деградация может быть как природная, так и антропогенная. Антропогенная деградация может проявляться в виде химической (чаще всего это тяжелые металлы), физической (разрушается почвенный профиль) и биологической деградации. Это ведет к потере плодородия и снижению качества продукции.

Большие площади сельскохозяйственных угодий страдают от засорения. Свалки твердых бытовых отходов в большинстве своем не соответствуют требованиям и выработали свой ресурс. Прилегающие к ним территории не используются как почвы сельхоз назначения, потому что идет интенсивное рассеивание загрязняющих веществ. Как правило, с этих участков используют грунт для рекультивации свалки.

Много лет наблюдаем, что почва находится под постоянным воздействием не только климата, но и от запредельных антропогенных нагрузок. В середине прошлого века в Краснодарском крае отмечалась и интенсивная дефляция, связанная с восточными ветрами (пыльные бури). В настоящее время увеличилось количество осадков в предгорной зоне края и это привело к интенсивной водной эрозии и, как следствие, изменению физических свойств почв. На черноземах выщелоченных сверхмощных плотность почвы в слое 0-10 см составляет от 1,30 до 1,35 г/см<sup>3</sup>, а это соответствует слитым почвам.

Глубокая пахота, орошение, уменьшение внесения органики и не правильное орошение привели к деградации почв. Только в Белореченском районе из сельскохозяйственного оборота выведено в 2014 году около 3% пахотных земель. Такая ситуация крайне не благоприятна. Опыт ландшафтного земледелия и минимальной обработки почв применили в ОАО «Русь». В этом хозяйстве на 25% посевных площадей отмечалось интенсивное переувлажнение и зарастание этих участков гидроморфной растительностью. Опыт этого хозяйства показал, что такой способ обработки способствует улучшению физических свойств. Плотность почвы в пахотном слое составляла 1,35 г/см<sup>3</sup>, а в настоящее время 1,25 г/см<sup>3</sup>, водопрочность агрегатов увеличилась, и нет застоя влаги на поверхности.

## ИНТЕНСИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ОКУЛЬТУРЕННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

**Филиппов П.А., Иванов А.И., Воробьев В.А.**

*ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург*

[office@agrophys.ru](mailto:office@agrophys.ru)

Окультуривание дерново-подзолистых почв, выражающееся в постепенном повышении их эффективного плодородия, является наиболее действенным фактором роста производительности труда в земледельческой отрасли и стабилизации производства товарной сельскохозяйственной продукции в Нечернозёмной зоне РФ. На фоне глубокого системного кризиса товарного земледелия фундаментальная проблема воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв временно утратила внимание специалистов, приобретя при этом ещё более острый характер.

Отработка различных вариантов системы воспроизводства плодородия окультуренной супесчаной дерново-подзолистой почвы велась в овощном и полевом севооборотах многолетнего полевого эксперимента «агрофизический стационар» в Меньковском филиале АФИ с 2006 года.

Динамические характеристики скрытой деградации определялись комплексом сопутствующих условий: естественно-генетическими свойствами, степенью окультуренности, уровнем интенсивности севооборотов и систем удобрения и др. Скорость деградационных процессов на хорошо окультуренных почвах была в 2 – 3 раза выше, чем на слабоокультуренных. Среднегодовые потери содержания легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и калия составили у слабоокультуренных 2,7, 2,6 и 4,7 мг/кг, а у хорошо окультуренных почв – 5,0, 5,3 и 14,4 мг/кг соответственно. Прямым следствием продуктивных и непродуктивных потерь оснований в условиях промывного водного режима почвы является её подкисление сопровождающееся ежегодным снижением рН<sub>сол.</sub> на 0,02 – 0,03 ед. Минерализационные потери гумуса, оцениваемые в 0,015 - 0,023 % в год, весьма слабо зависели от уровня применения минеральных удобрений.

Усиление окультуривающих мероприятий путём применения очень высоких доз навоза и средних извести и туков позволила повысить среднегодовую продуктивность полевого и овощного севооборотов с 4,2 – 5,5 до 5,9 – 8,3 т/га з.ед. Более требовательные к агрофизическим свойствам и питательному режиму овощные культуры увеличили продуктивность севооборота на фоне высоких и очень высоких доз навоза на 30 и 52 %, тогда как полевого – на 12 и 24 % соответственно. Они же отличались и высокой отзывчивостью на оптимизацию минерального питания как исходной среднеокультуренной, так и хорошо окультуренной почвы. На высоко окультуренной почве в дополнительном применении туков нуждалась лишь капуста белокочанная. Обоснованным с агроэкономических позиций оказалось формирование параметров интенсивности баланса по азоту в пределах 100 – 167 %, фосфору - 65 – 100 %, калию – 115 – 217 %. Меньшая интенсивность сопровождалась деградацией параметров плодородия, более высокая - увеличением непродуктивных потерь биогенных элементов и резким сокращением окупаемости действующего вещества с 7,5 – 12,6 до 2,7 – 4,5 кг з.ед./кг NPK.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

Хуснетдинова Т.И.<sup>1</sup>, Черкашина Н.Ф.<sup>2</sup>, Балабко П.Н.<sup>1</sup>, Карпова Д.В.<sup>1</sup>,  
Чистова О.А.<sup>2</sup>, Батурина Л.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, <sup>2</sup> УОПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова,  
Москва  
[tamara\\_iul@mail.ru](mailto:tamara_iul@mail.ru)

Гуминовые препараты имеют широкий спектр применения: на зерновых, зернопропашных, технических, овощных, плодовых культурах. Гуматы - благодаря особенностям строения и физико-химическим свойствам, характеризуются высокой физиологической активностью, активизируют метаболизм полезной микрофлоры, повышают защитный механизм растений против действия неблагоприятных климатических факторов, способствуют формированию высокого урожая сельскохозяйственных культур. Были проведены исследования влияния гуматов различного происхождения на урожайность и качество картофеля. Опыт заложен в Солнечногорском районе Московской области на территории учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ им. М.В. Ломоносова на дерново-подзолистой культурной среднесуглинистой на моренных отложениях почве. В задачи исследования входило - определить урожайность следующих сортов: «Брянская новинка», «Сантэ», «Ласунак»; - оценить влияние удобрений гуматного типа на качество клубней картофеля. В качестве нетрадиционных органических удобрений использовали гуматы различных производителей:

Гумат 1 (Г1) - предоставлен ВНИИУА имени Прянишникова, создан фирмой КУБОСТ, является экологически чистым без балластным гуматным удобрением; стимулирует увеличение корней, гарантирует прибавку урожая на 15-20%, уменьшает сроки вегетации однолетних культур в Нечерноземной зоне на 2-3 недели.

Гумат 2 (Г2) - принадлежит к разработкам Владимирского НИИСХ (название препарата Регрос С), приготовлен из гусяного вермикомпоста, характеризуется как качественный, экологически чистый препарат, способный ускорить срок созревания культур на 2 недели, наиболее эффективен в условиях, отклоненных от нормы, чрезмерном увлажнении, засухе и т.д.;

Гумат 3 (Г3) - принадлежит фирме ГУМАТ города Иркутска содержит не менее 80% калиевых и натриевых солей гуминовых кислот, хорошо растворим в воде с образованием небольших количеств взвеси минеральных составляющих. Легко усваивается растением, мобилизует его иммунную систему, стимулирует развитие мощной корневой системы, и способствует усиленному поступлению питательных веществ, интенсифицирует обменные процессы в растительной клетке, снижая содержание нитратов в 2 раза, но увеличивая содержание хлорофилла, витаминов, сахаров и других ценных веществ. Повышает устойчивость растений к засухе и заморозкам.

Пахотный слой почвы характеризуются  $pH_{\text{сол}} - 5,8$ ;  $P_2O_5 - 43,03$  мг/100г;  $K_2O - 49,0$  мг/100г. Содержание гумуса было 6,00 %.

Наибольшую урожайность картофеля при применении удобрений гуматного типа показал сорт Сантэ при взаимодействии с гуматом 2 (Владимирского НИИСХ) – урожайность – 539 ц/га, прибавка составила 33,4 %. Урожайность сорта Ласунак при применении гумата 1 составила – 476 ц/га, что на 96 ц/га больше, чем на контроле, Сорт Брянская новинка показал максимум урожая с применением гумата 3 и урожайность составила 338 ц/га, прибавка - 16 %.

При анализе качественного состава картофеля под влиянием гуматов можно отметить, что из наиболее отзывчив на применение гуматов оказался азот, его содержание в сорте Сантэ увеличилось в среднем на 25 % по сравнению с контролем. Содержание азота в сорте Брянская новинка достигает максимальных значений при применении гумата 2, где прирост содержания азота составил 37,5%. У сорта Ласунак при применении гуматов различной природы отчетливо видна тенденция к увеличению содержания  $K_2O$  и протеина от гумата 1 к гумату 3.

Таким образом, применение гуматов различной природы оказывали положительное действие на продуктивность и качество картофеля.

УДК [504.062:004]/[631.153+631.6.02]

## **ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ В АГРОЛАНДШАФТАХ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ОЦЕНКИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**Червань А.Н., Максимова А.А.**

*Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Беларуси,  
Минск, Беларусь  
[chervanalex@mail.ru](mailto:chervanalex@mail.ru)*

Успешное функционирование измененных в результате сельскохозяйственной деятельности природных систем в части обеспечения продукцией запланированных качества и объема напрямую связано с территориальным планированием, адекватным потенциалу почвенно-земельных ресурсов.

В докладе приводятся результаты применения геосистемного подхода в оценке агроэкологического состояния почвенно-земельных ресурсов типовых в отношении структуры почвенного покрова агроландшафтов Республики Беларусь. Рассматриваются приемы автоматизированного учета трех тематических блоков агроэкологического состояния используемых земель сельскохозяйственного назначения: агропроизводственного, геосистемного и радиологического. Предложена методика агроэкологической оценки почвенно-ресурсного потенциала агроландшафтов на геосистемной основе и архитектура реляционной базы данных показателей почвенно-ресурсного потенциала, удовлетворяющие требованиям геопространственного анализа для оценки состояния геосистем в агроландшафтах. Сформирована пространственная модель соподчиненности структур почвенного покрова на основе сочетания данных кадастрового учета земель, материалов актуального тура почвенных обследований и параметров цифровой модели рельефа на территории пилотных эрозионно опасных и гидротехнически мелиорированных агроландшафтов.

Агропроизводственный блок оценки состояния почвенно-земельных ресурсов включает статистико-картометрическую обработку атрибутивных данных фактического использования земель для выявления пространственных закономерностей распределения значений качественных и количественных показателей ресурсного потенциала, определения степени влияния антропогенной нагрузки по направлениям природопользования и нормирования нагрузки в агроландшафтах с использованием материалов агрофизического мониторинга, агрохимического обследования земель и данных дистанционного зондирования. Радиологический блок учитывает распределение и динамику показателей загрязнения почв радионуклидами, а с учетом коэффициентов их перехода в растениеводческую продукцию дает основания для проектирования соответствующих севооборотов и системы обработки земель в агроландшафтах. Геоинформационный подход в полной мере реализуется в одноименном блоке автоматизированного учета состояния почвенно-земельных ресурсов по принципам геоинформационного описания структуры почвенного покрова в ранге микро- (идентификация по крупномасштабным планово-картографическим материалам) и мезокомбинаций (масштаб растровой основы не крупнее 1:25000). Соподчиненность структур почвенного покрова оценена с использованием данных кадастрового учета земель, материалов актуального тура почвенных обследований и параметров цифровой модели рельефа на территории пилотных эрозионно опасных и гидротехнически мелиорированных агроландшафтов.

По результатам всех блоков агроэкологической оценки почвенно-земельных ресурсов в типовых агроландшафтах предложены технологические приемы территориального планирования элементов системы земледелия в геоинформационной среде.

УДК 631.45

## **ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2000–2015 гг**

**Черкасов Е.А.<sup>1</sup>, Куликова А.Х.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУ "САС" Ульяновская", Ульяновск, <sup>2</sup> ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА,  
Ульяновск  
[fgusas@mv.ru](mailto:fgusas@mv.ru)

Одной из основных функций агрохимической службы страны является мониторинг состояния почвенного покрова и его плодородия, что позволяет своевременно выявлять, предупреждать и устранять последствия негативных процессов, вызываемых антропогенными нагрузками. В настоящей работе приведены результаты мониторинга агрохимического состояния черноземов (выщелоченных, оподзоленных, типичных) Ульяновской области (которые составляют 64,5 % от площади пашни) по данным реперных участков за 2000–2015 гг.

Одним из критериев оптимальности свойств почв для произрастания растений являются уровни содержания питательных веществ в почве, которые непосредственно участвуют в формировании урожайности культур. Увеличе-



ние или снижение уровня плодородия существенно изменяет характер и масштаб обмена веществ в системе "почва-растение".

Анализ содержания подвижных соединений фосфора и калия в почвах 12-ти реперных участков (представленных черноземами) показывает, что обеспеченность ими достаточно высокая и в целом (среднем) ухудшение соответствующих показателей за рассматриваемый период не произошло. При этом на 01.01.2015 г. содержание доступного  $P_2O_5$  в четырех реперных участках (РУ) составляло от 50 до 98 мг/кг, остальных – от 150 до 390 мг/кг почвы; подвижного калия от 75–85 (средняя обеспеченность, РУ № № 4,12) до 295 мг/кг. Аналогичная закономерность наблюдается и по данным сплошного агрохимического обследования полей. Последнее во многом объясняется тем, что в течение длительного времени (70-80-е) годы XX века) применялись достаточно высокие дозы удобрений и которые в силу малой подвижности фосфора и калия в почве и способности в связи с этим аккумулироваться в пахотном слое до настоящего времени поддерживают обеспеченность ими на достаточно высоком уровне. Однако в связи с низким уровнем применения минеральных и почти полным прекращением использования органических удобрений наблюдается устойчивая тенденция истощения почвенного плодородия, которая особенно проявляется в отдельных хозяйствах. Так, в почве реперного участка № 13 (чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый, Майнский район) содержание доступного фосфора в пахотном слое уменьшилось в среднем за 15 лет от 90 до 50 мг/кг почвы, т.е. почти в 2 раза; подвижного калия в черноземе типичном среднесуглинистом Чердаклинского района (РУ №7) на 65 мг/кг, черноземе типичном супесчаном Сурского района в 2 раза (от 80 до 40 мг/кг). Сказанное относится также к азотному режиму почв, учитывая, что 98 % его находится в органическом веществе, а среднее содержание гумуса в почвах области не превышает 4,83 %. Таким образом, под средними благополучными показателями скрывается достаточно серьезная проблема обеспеченности почв области основными элементами питания растений. Последнее подтверждается высокой отзывчивостью сельскохозяйственных культур на внесение соответствующих удобрений.

Особую озабоченность вызывает кислотный режим черноземов области. Реакция почвенного раствора в среднем также вполне благополучная и находится на уровне 5,6 единиц, в черноземах реперных участков – 6,0 единиц. Однако в области площадь кислых почв на 01.01.2015 г. составляет 640,7 тыс. га, что на 144,1 тыс. га больше, чем в 2000 году. Особенно тревожит увеличение площадей очень сильно кислых и сильноокислых почв, которые в настоящее время составляют 13,1 тыс. га, мало- или непригодные для сельскохозяйственного использования. Аналогичную закономерность показывают и данные по реперным участкам. Так,  $pH_{КСВ}$  в почве реперного участка № 13 (чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый, Майнский район) снизился с 5,8 до 5,2 единиц, соответственно гидролитическая кислотность увеличилась с 3,4 до 4,82 мг-экв/100 г почвы. Процесс ухудшения кислотного режима почв обусловлен практически полным прекращением известкования почв к середине 90-х годов прошлого века. И если не принимать неотложных мер по устранению повышенной кислотности почв, в том числе черноземов, она может стать лимитирующим фактором формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Черкашина Н.Ф.<sup>1</sup>, Хуснетдинова Т.И.<sup>2</sup>, Балабко П.Н.<sup>2</sup>, Карпова Д.В.<sup>2</sup>,  
Чистова О.А.<sup>1</sup>, Батурина Л.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> УОПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, <sup>2</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова,  
Москва

[nonachka41@yandex.ru](mailto:nonachka41@yandex.ru)

Загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами, нарушает и угнетает все жизненные процессы: подавляется дыхательная активность и микробное самоочищение, изменяется естественное соотношение численности микроорганизмов и направление обмена веществ, происходит накопление загрязняющих веществ в виде трудноокисляемых продуктов.

Загрязнение окружающей среды нефтепродуктами является актуальной экологической проблемой. Поэтому в настоящее время наблюдается повышенный интерес к использованию нетрадиционных органических удобрений (НОУ), как агентам ремедиации почв. Установлено, что гуминовые вещества, содержащиеся в НОУ, способны снижать токсичность нефтяных углеводородов и стимулировать процессы микробиологической деструкции.

В задачу исследований входило изучение влияния НОУ на агрохимические свойства и продуктивность дерново-подзолистых почв, загрязненных нефтепродуктами.

Для ремедиации загрязнённой нефтепродуктами почвы использовали биогумус фирмы ООО «Эльвестр», полученный путем вермикомпостирования: навоза крупного рогатого скота, свиного и кроличьего помета, растительных отходов, макулатуры, иловых отложений сточных вод; и жидкое органическое удобрение «БИОУД-1», созданное по технологии ЗАО центр «Экономия ресурсов окружающей среды» путем переработки навоза крупного рогатого скота в биотермическом реакторе.

Опытные площадки были заложены на территории Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ имени М.В. Ломоносова вблизи автозаправочной станции (АЗС) вдоль автомагистрали Москва-Санкт-Петербург, на дерново-подзолистой почве, загрязненной нефтепродуктами. В первый год исследования внесли биогумус в дозах 15, 30, 45 т/га. В последующие два года изучали последствие с внесением жидкого органического удобрения «БИОУД-1» в разведении 1:10 (2,5 литра на квадратный метр). Опытный участок был засеян многолетними травами с бобовыми и злаковыми компонентами. Дерново-подзолистая почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями:  $pH_{\text{сол}}$  – 6,00; гумус – 2,2%;  $P_2O_5$  – 8,5 мг/100г почвы;  $K_2O$  – 9,5 мг/100г почвы; общий азот – 0,11%.

Результаты исследования смешанных образцов с площадок, подвергнутых рекультивации, показали, что более положительный эффект на агрохимические показатели загрязненной нефтепродуктами почвы наблюдался при внесении биогумуса в дозах 30 и 45 т/га. При дозе биогумуса 45 т/га возросло содержание доступных элементов питания для растений: подвижного фосфора

на 3,5-3,7 мг/100г почвы, обменного калия на 5,5-7,0 мг/100 г почвы, гумуса на 0,2%.

Применение жидкого органического удобрения «БИОУД-1» на следующий год по ранее вносимым дозам биогумуса привело к улучшению агрохимических свойств почвы: показатель рН увеличился на 0,25-0,45 ед., содержание фосфора соответствовало средней степени обеспеченности почв, а калия – высокой. Содержание гумуса возросло до 2,65%, превышая контрольный вариант на 0,45%.

Внесение биогумуса в дозах 15, 30, 45 т/га в почву, загрязненную нефтепродуктами повышало урожайность зеленой массы однолетних трав на 1,3 – 3,7 ц/га по отношению к контролю. Применение в последующие годы жидкого органического удобрения «БИОУД-1» увеличивало урожайность зеленой массы до 40%.

Положительное действие органических удобрений – биогумуса и «БИОУД-1» объясняется способностью органического вещества, составляющего основу препаратов, вызывать деструкцию, деградацию нефтепродуктов за счет его структурирующей роли, и, как следствие, изменение окислительно-восстановительных условий в почве, и далее мобилизацию микроорганизмов и увеличение количества питательных веществ.

УДК 631.4:551.3

## **ИНДИКАТОРЫ ЭРОЗИОННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ БЕЛАРУСИ**

**Черныш А.Ф., Устинова А.М., Касьянчик С.А., Юхновец А.В.,  
Цырибко В.Б.**

*Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь*

[brissa\\_erosion@mail.ru](mailto:brissa_erosion@mail.ru)

Территория Беларуси является регионом с интенсивным использованием почвенных ресурсов. Основной фон среди пахотных земель составляют дерново-подзолистые почвы, которые являются весьма уязвимыми в отношении эрозии почв по причине маломощного гумусового горизонта, низкого содержания гумуса и неблагоприятного структурно-агрегатного состава.

Картографирование и использование эрозионноопасных почв должно базироваться на объективных количественных показателях (индикаторах) их деградации. При установлении индикаторов деградации почв Беларуси нами использовалась методика, предложенная Шептуховым В.И. и соавторами (1997), основанная на снижении природно-хозяйственной значимости почв с выделением пяти уровней деградации: 0 – нулевого; 1 – слабого; 2 – среднего; 3 – высокого и 4 – экстремального.

В данной работе в качестве индикаторов эрозионной деградации почв Беларуси рассмотрены показатели потерь почвенного мелкозема, изменения содержания и запасов гумуса, внутренней энергии гумуса, биологических и физических свойств, а также среднего снижения производительной способности, которые оценивались по результатам многолетних исследований на опытном стационаре «Стоковые площадки».

На незэродированных почвах (нулевой уровень) потери почвенного мелкозема не превышают 2,0 т/га в год, что соответствует предельно допустимому смыву для дерново-подзолистых почв республики. На слабоэродированных они увеличиваются до 2,1-5,0 т/га; средне – 5,1-10,0; сильно – 10,1-20,0; очень сильноэродированных – более 20,0 т/га в год.

Запасы гумуса в пахотном горизонте (Ап) уменьшаются от 55 т/га при нулевом уровне эрозионной деградации к 42 т/га – при слабом, 27 – при среднем; 20 – при высоком и менее 10 т/га – при экстремальном уровне эрозионной деградации.

В зависимости от величины внутренней энергии гумуса в Ап слое 1м<sup>2</sup> выделены следующие уровни эрозионной деградации: нулевая, если энергия более 0,24\*10<sup>5</sup> ккал; слабая – 0,24\*10<sup>5</sup>; средняя – 0,20\*10<sup>5</sup>; высокая – 0,13\*10<sup>5</sup> и экстремальная, если внутренняя энергия гумуса составляет 0,08\*10<sup>5</sup> ккал и менее.

Плотность Ап незэродированных почв составляет 1,15-1,18 г/см<sup>3</sup>. В зависимости от степени проявления эрозии она увеличивается до 1,32 г/см<sup>3</sup> на слабоэродированных почвах; 1,43 – среднеэродированных; 1,51 – сильноэродированных; 1,57 г/см<sup>3</sup> – на очень сильноэродированных почвах. Увеличение равновесной плотности пахотного слоя слабоэродированной почвы составляет 11-20% по сравнению с незэродированным аналогом; средне – 21-30; сильно – 31-40; очень сильно подверженной эрозионной деградации – более 40%.

Уровни депрессии ферментативной (инвертазной и уреазной) пахотного слоя эродированных почв, сформированных на лессовидных суглинках, составляют по сравнению с незэродированными 7-10% при слабом уровне; 10,1-29 – при среднем; 29,1-50 – при высоком и более 50% при экстремальном уровне эрозионной деградации.

Среднее снижение производительной способности при слабом уровне эрозионной деградации составляет в зависимости от возделываемых культур 5-15 %, при среднем – 15-30; сильном – 30-50 и очень сильном (экстремальном) – более 50%.

Таким образом, предложенные индикаторы эрозионной деградации почв Беларуси могут служить объективной оценкой при их картографировании, использовании и разработке системы почвоохранных мероприятий.

УДК 631.42

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ (НА ПРИМЕРЕ УО ПЭЦ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА)**

**Чистова О.А., Макаров О.А., Панина Н.Н.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[oa\\_chistova@mail.ru](mailto:oa_chistova@mail.ru)

Интенсивное применение удобрений и пестицидов в последние полвека, с одной стороны, практически позволило решить продовольственную проблему за счет роста урожайности сельскохозяйственных культур, а, с другой, - привело к ухудшению состояния окружающей среды. В настоящее время раз-

рабатываются приемы обработки почв, позволяющие оптимизировать дозы удобрений и пестицидов, не уменьшая при этом урожайности культур, а наоборот, повышая ее, в том числе, - за счет увеличения коэффициента полезного действия минеральных удобрений. К числу таких приемов относится применение гуминовых веществ (гуматов): уникальных природных соединений, за сотни и тысячи лет сформировавшихся в биосфере (в почвах, торфах, каменном угле, донных отложениях, компостах, природных водах). Промышленные гуматы, производимые сегодня различными промышленно-коммерческими организациями из природного сырья, уже доказали свою эффективность и высокую положительную отзывчивость почв и растений на их применение. Они не являются удобрениями в буквальном смысле, поскольку содержание элементов питания в них невелико. Скорее это природные биологически активные вещества, которые в оптимальных дозах стимулируют прорастание семян, улучшают дыхание и питание растений, уменьшают поступление в растения тяжелых металлов и радионуклидов и в конечном итоге увеличивают урожайность.

Целью проведенных исследований явилась оценка влияния гуматов промышленного происхождения – гумата калия «Экстра» (произведен на основе бурого угля) и гумата калия «ЭкоОрганика» (произведен на основе торфа) на урожайность картофеля двух сортов – Брянская новинка и Санта (при сохранении минеральной подкормки).

Полевые опыты проводились в Солнечногорском районе Московской области, на территории Учебно-опытного почвенно-экологического центра (УО ПЭЦ) МГУ имени М.В. Ломоносова. Поле, на котором проводилось заложение опытных и контрольных делянок, имеет площадь 0,75 га; его поверхность ровная, без западин и «блюдеч», со слабым склоном на юго-запад. С 1950 года, здесь осуществляется четырехпольный севооборот с ротацией культур во времени (вика+овес - яровая пшеница – картофель - ячмень). Почва опытного поля дерново-подзолистая культурная среднесуглинистая на покровных суглинках, подстилаемых красно-бурой суглинистой мореной. На опытном поле были разбиты делянки площадью 5 м x 0,7 м = 3,5 м<sup>2</sup> в 2012 г. и 4 м x 0,7 м = 2,8 м<sup>2</sup> в 2013 г. Количество опытных делянок составляло 5, контрольных делянок – 3, в 2013 г. количество опытных и контрольных делянок составляло - 3. Концентрация исходных растворов гумата составляла 50 г/л, «рабочий раствор» получали разведением 0,2 л. исходных растворов гуматов в 10 л. воды. Клубни картофеля погружались в «рабочий раствор» гуматов на 12-15 часов, затем (без высушивания) высаживались в почву. Далее проводилось 2-кратное опрыскивание картофеля: 1-е – в фазу появления 5-7 листьев, 2-е – в фазу бутонизации. Доза опрыскивания посадок картофеля рабочим раствором – 300 л/га.

Оценка эффективности применения гуматов показала статистически достоверное улучшение урожайности картофеля (сопоставление опытных и контрольных делянок) - увеличение урожайности сорта Брянская новинка в 2012 году при применении препаратов «Экстра» и «ЭкоОрганика», увеличение урожайности сорта Санта в 2012 году при применении препарата «Экстра». Анализ полученных результатов позволяет заключить, что в ряде случаев действие гуматов калия «Экстра» и гумата калия «ЭкоОрганика» оказывает положительный эффект на урожайность картофеля сортов Брянская новинка и Санта. При этом, существенный положительный эффект в большем количестве случаев дает гумат калия «Экстра», чем гумат калия «ЭкоОрганика».

## ЭЛЕМЕНТЫ БАЛАНСА АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОД ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

**Широкова Е.В., Мусекаев Д.А., Рабинович Г.Ю.**

*ФГБНУ ВНИИМЗ, Тверь*

[shirokova\\_evg@mail.ru](mailto:shirokova_evg@mail.ru)

Баланс элементов питания в системе почва-растение-удобрение является важной характеристикой эффективности применяемой системы удобрений. Анализ баланса и его составляющих позволяет оценить направленность изменения почвенного плодородия, более обоснованно планировать урожайность возделываемых культур и использовать минеральные удобрения с наименьшими затратами и более высокой окупаемостью.

Причем анализ статей баланса и отдельных его элементов может быть более информативным и полезным для оценки применяемых систем удобрений.

В работе представлен материал, полученный в овощном звене овоще-кормового севооборота: 1) горохо-овсяная смесь + беспокровный посев клеверо-тимофеечной смеси, 2) мн. травы 1 г.п., 3) мн. травы 2 г.п., 4) капуста, 5) морковь, 6) столовая свекла. Исследования проводились на торфяной низинной почве, сформированной на осоково-древесном торфе в центральной части Яхромской поймы, используемой в сельскохозяйственном производстве более 70 лет.

Изучались элементы баланса азота, фосфора и калия для оценки эффективности норм удобрений, рассчитанных на получение урожая овощных культур: капусты – 80, моркови – 70 и столовой свеклы 60 т/га. При этом использовались эмпирически подобранные нормы для каждой культуры ( $N_{77}P_{103}K_{263}$ ) и две расчетные дозы: одна на положительный баланс калия ( $N_{95}P_{127}K_{323}$ ), величина которого определялась выносом этого элемента основной и побочной продукции, другая - с учетом осенних запасов обменного калия и коэффициентов его использования из почвы и удобрений ( $N_{50}P_{67}K_{163}$ ).

Для оценки эффективности норм внесения удобрений, подобранных эмпирически, дополнительно были введены: контроль без внесения удобрений, фосфорно-калийный вариант, а также вариант с повышенной долей азота ( $P_{103}K_{263}$  и  $N_{120}P_{103}K_{263}$ ). Представленные выше нормы удобрений соответствуют усредненным величинам, внесенным под овощные культуры на соответствующих вариантах.

Вынос основных элементов питания овощными культурами повышается при увеличении доз удобрений и повышении урожайности. Максимальный вынос калия капустой (261,8 кг/га, при урожайности кочанов 67,2 т/га) и столовой свеклой (603,9 кг/га при урожайности корнеплодов 53,0 т/га) был отмечен при внесении удобрений, рассчитанных на положительный баланс калия (67,2 т/га), несмотря на то, что урожай на этих вариантах был не самым высоким. В целом по опыту при внесении НРК-удобрений урожай составил: кочанов капусты 56,2-68,7 т/га, корнеплодов моркови 53,3-63,4 т/га, столовой свеклы 52,6-53,7 т/га.

При внесении НРК-удобрений баланс по азоту складывался отрицательно, с интенсивностью для капусты 59-98%, моркови 26-96%, свеклы 75-92%,

за исключением вариантов с внесением повышенной дозы азотных удобрений. Здесь баланс был положительным, с интенсивностью 144, 106 и 125%. Для столовой свеклы отмечен положительный баланс азота при внесении повышенной дозы удобрений, рассчитанной на положительный баланс калия, при интенсивности 109%. Отрицательный баланс по азоту является нормальным для торфяных почв, так как при минерализации торфа, освобождается азот, который усваивается растениями. Избыточное его количество приводит к накоплению нитратов в овощной продукции и ухудшает её качество.

Баланс фосфора под всеми культурами положительный. Интенсивность баланса составила при выращивании капусты 323-471%, моркови 246-277%, свеклы 313-403%.

Для капусты и столовой свеклы баланс калия складывался положительно с интенсивностью 134-229% и 110-138%. Для моркови отмечен отрицательный баланс калия с интенсивностью 36-77% , что связано с избыточным его поглощением растениями и накоплении в продукции. При внесении повышенной нормы удобрений, рассчитанной на положительный баланс калия, мы достигли величины интенсивности баланса, равной 114%, хотя такое достижение вряд ли можно считать рациональным.

УДК 631.467

## К ВОПРОСУ О ФАУНЕ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД СУХОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ДОЛИНЫ МАНЬЧА

**Шматко В.Ю., Ильина Л.П.**

*Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону*  
[shmatko@ssc-ras.ru](mailto:shmatko@ssc-ras.ru)

Одной из самых многочисленных и разнообразных групп многоклеточных организмов являются нематоды, которые распространены практически во всех природных зонах. Многие из них являются паразитами позвоночных и беспозвоночных животных, а также встречаются во всех органах и тканях растений. Но при всем многообразии экологических ниш, освоенных нематодами, предпочитаемым ими местообитанием неизменно остается почва.

Исследования фауны почвенных нематод проведены на ключевых участках с разной степенью пастбищной дигрессии, расположенных на территории заповедника «Ростовский» (остров Водный), в подзоне сухих дерновиннозлаковых степей. Ключевым участкам свойственны различные стадии пастбищной дигрессии, выделенные согласно проведенным ранее геоботаническим исследованиям:

Минимальная – доминируют ковыли (*Stipalessingiana*, *S. ukrainica*, *S. sarpertana*, *S. capillata*, *S. pulcherrima*) с содоминированием типчака (*Festucavalesiacas.l.*) и степного разнотравья;

Слабая – доминирует типчак (*Festucavalesiacas.l.*), содоминанты ковыли и разнотравье;

Умеренная – доминируют житняк гребенчатый (*Agropyron cistatum*), полыни (*Artemisia lechiana* и *A. Santonica*) для засоленных почв и *A. austriaca* – для слабозасоленных участков;

Сильная – происходит замещение коренных степных сообществ рудеральными с доминированием мятлика живородящего *Poa crispera*.

Установлено, что таксономическое разнообразие нематод ключевых участков включает 83 рода. Из них более 80% (68 родов) выявлено на участках с минимальной стадией пастбищной дигрессии. На участках со слабой, умеренной и сильной стадиями пастбищной дигрессии разнообразие нематод меньше и составило 36 – 40 родов.

На участках с минимальной стадией пастбищной дигрессии экологотрофическая структура сообществ нематод характеризуется преобладанием паразитов растений, вклад которых составил 41,9%. Политрофы, хищники и бактериотрофы в большинстве случаев являлись субдоминантами, остальные трофические группы имели низкую численность.

Отмечено сходство сообществ почвенных нематод на участках с минимальной и слабой стадиях пастбищной дигрессии, в которых доминировали паразиты растений (51%), а субдоминантами являлись политрофы, хищники и бактериотрофы. В структуре сообществ нематод с умеренной стадией дигрессии такие группы как паразиты растений, политрофы и бактериотрофы были содоминантами и составили 24 – 29%. На участках с сильной стадией пастбищной дигрессии группа нематод политрофов доминировала (36,1%), а паразиты растений и бактериотрофы являлись субдоминантами, также отмечено низкое относительное обилие хищников (3,6%). Выявлено, что на всех остальных ключевых участках относительная численность группы хищников составила 10 – 17,4%.

В результате проведенных исследований изучена фауна почвенных нематод сухостепных ландшафтов о. Водный, которая включает 128 таксонов представленных 83 родами, 37 семействами из 6 отрядов. Выявлено, что по числу видов доминируют отряды Dorylaimida, Tylenchida. Для 55 видов почвенных нематод дана точная видовая принадлежность – *Acrobeles canalis*, *Acrobeles ciliatus*, *Acrobeles cylindricus*, *Actinolaimoides tobleri*, *Alaimus arcuatus*, *Allodorylaimus granuliferus*, *Amplimerlinius macrurus*, *Amplimerlinius socialis*, *Aphelenchus avenae*, *Basiria graminophila*, *Cervidellus arenosus*, *Clarcus papillatus*, *Coslenchus costatus*, *Cylindrolaimus melancholicus*, *Discolaimus major*, *Ecumenicus monohystera*, *Acrobeloides nanus*, *Eucephalobusstriatus*, *Eudorylaimus acuticauda*, *Eudorylaimus lindbergi*, *Eudorylaimus pussulosus*, *Filenchus uliginosus*, *Geocenamus nanus*, *Helicotylenchus digonicus*, *Helicotylenchus vulgaris*, *Helicotylenchus vulvus*, *Lelenchus leptosoma*, *Longidorella microdorus*, *Longidoruse longatus*, *Merlinius nanus*, *Merlinius nothus*, *Mesocriconema antipolitana*, *Mesocriconema kralli*, *Mesocriconema xenoplax*, *Mononchus maduei*, *Nygolaimus diversus*, *Nygolaimus europaeus*, *Nygolaimus fraternus*, *Nygolaimus paratenius*, *Panagrolaimus detritophagus*, *Paramphidelus pseudobulbosus*, *Paraphelenchus pseudoparietinus*, *Paratylenchus vandenbrandei*, *Paravulvulus acuticaudatus*, *Paraxonchium laetificans*, *Plectus acuminatus*, *Plectus aquatilis*, *Plectus sambesii*, *Prismatolaimus leptolaimus*, *Protorhabditis cervi*, *Pungentus angulosus*, *Pungentus maorium*, *Tylenchor hynchusclarus*, *Xiphinema diversicaudatum*, *Zygotylenchus guevarai*.



## ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ

Эюбова С.М.

*Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана, Баку,  
Азербайджан*

[svetlana.m.eyubova@gmail.com](mailto:svetlana.m.eyubova@gmail.com)

Увеличение продуктивности почв при сохранении и повышении плодородия одна из важнейших проблем сельского хозяйства. В 2009-2014 годах исследовались пахотные и целинные сероземно-луговые почвы в пределах Северной Мугани и Ширванской степи на территории Кура-Аразской низменности. Целью исследований предусматривалось сравнительное изучение изменения основных агрохимических показателей плодородия почв в процессе многолетнего сельскохозяйственного использования. Поскольку на формирование почвенного плодородия оказывает влияние тип угодий, то в исследованиях изучались агрохимические свойства почвы под пашней, лесополосой и целиной. Изменения, которым подвергаются при этом почвы, исследовались в стационарах, имеющих многолетнюю историю полей, где на протяжении многих лет проводились научно обоснованные мероприятия и соблюдались агротехнические требования. Почвенные исследования проводились на сероземно-луговых почвах ОМС «Мугань» АзНИИГиМ (с. Джафархан, Северная Мугань) и на Опытной Станции НИИ Хлопководства МСХ (Ширванская степь). Сероземно-луговые почвы преимущественно используются в орошаемом земледелии, они почти полностью распаханы и находятся под посевами хлопчатника, люцерны, злаковых, овощных и бахчевых культур. В семидесятые годы прошлого столетия после капитального планирования территории этих станций представляли собой зрелый культурный ландшафт. Использование хлопково-люцерновых севооборотов служило снижению степени засоления и оздоровлению почвы. Однако с девяностых годов полные севообороты не осваиваются. В этот период при резком сокращении применения удобрений, зачастую ограничивались внесением одних азотных удобрений. При длительном сельскохозяйственном использовании сероземов наблюдается снижение содержания гумуса, фосфатов и обменного калия по всем генетическим горизонтам. Наиболее существенно это проявляется в пахотном и подпахотном слоях. При этом валовые количества элементов питания достаточно высокие. В годы исследований почвы характеризовались в основном низким, в отдельных случаях средним содержанием подвижного фосфора и обменного калия. Под культурами хлопчатника и люцерны показатели рН водной суспензии изменялись в узких интервалах 8,5-8,8 на территории Северной Мугани и 7,7-7,9 в Ширванской степи. Под естественной злаковой и разнотравной растительностью (0-10 см) этот показатель составил соответственно 8,1 и 7,2. В основном реакция среды характеризуется как щелочная и слабощелочная. Содержание гумуса под пашней изменялось в пределах 2,3-3,1%, а под лесополосой - 4,0-4,6%. Элементы питания под культурной растительностью отличаются высокими содержаниями валового фосфора и калия. Однако содержание подвижного фосфора при этом изменялось в пределах 22,2-40,0 мг/кг, а обменного калия - 177,1-303,7 мг/кг. Хотя в прежние годы в научной среде укре-

пилоось мнение о том, что почвы Азербайджана достаточно обеспечены калием, однако исследования показывают, что под культурной растительностью его содержание не превышает 303,7 мг/кг, что соответствует низкой обеспеченности почв этим элементом. Почвы под естественной растительностью содержат большее количество подвижных форм фосфора и калия, по сравнению с пашней. На глубине 0-10 см под лесополосой содержится подвижного фосфора 43,8-50,0 мг/кг, а калия - 219,3-400,5 мг/кг. На исследованных участках целины полученные данные также превышают содержание питательных элементов под пашней: подвижного фосфора в этих почвах содержалось 71,2-119,3 мг/кг, а обменного калия - до 940,0 мг/кг. Пашня находится под большей антропогенной нагрузкой, чем лесополосы и целина, поэтому подвижных форм элементов питания и гумуса в почвах под пашней содержится в среднем на 30-40%% меньше. Таким образом, агрохимические параметры сероземно-луговых почв существенно отличаются от соответствующих показателей целинных земель и для получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо внесение сбалансированных норм органических и минеральных удобрений.

УДК:631.452: 631.873.3

## **СОХРАНЕНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОУДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОДОРОСЛЕЙ**

**Юркевич М.Г., Матвеева Е.М.**  
*ИБ КарНЦ РАН, Петрозаводск*  
[svirinka@mail.ru](mailto:svirinka@mail.ru)

Эффективное использование пахотных земель зависит в первую очередь от сохранения и повышения плодородия почв. Основным приемом повышения эффективного плодородия почв является система рационального применения удобрений. В настоящее время экологический и финансовый аспект побуждает обратить внимание на новые экологически безопасные и малозатратные виды удобрений.

Приморские регионы Европейского Севера в сельскохозяйственном производстве могут в полной мере использовать имеющийся значительный ресурсный потенциал морских водорослей. Запас основных промысловых видов (фукусовые, ламинарии) составляет более 13,5 - 30 млн. т. сырой массы. Фукус пузырчатый (*Fucus vesiculosus* L) - один из основных промысловых видов литорали Баренцева и Белого морей.

В сельском хозяйстве широко изучены вопросы применения фукуса в зоотехнии и лишь малая часть исследований посвящена растениеводству. Разработанные технологии использования бурых водорослей требуют либо специального оборудования, либо основаны на применении сложных по технологии производства экстрактов водорослей. По этой причине они не получили массового распространения среди некрупных агропредприятий, фермеров, владельцев приусадебных участков.

Целью исследований было предложить малозатратную технологию использования фукуса пузырчатого в овощеводстве, доступную всем категориям сельскохозяйственных производителей. Для этого был проведен полевой экспе-

римент по изучению влияния водной вытяжки крупки фукуса пузырчатого на рост и развитие растений огурца в открытом грунте на базе Института биологии КарНЦ РАН (южная Карелия). Почвы опытного участка супесчаные, слабокислые, характеризуются низким содержанием калия и фосфора. В эксперименте исследовали вариант без применения настоя фукуса (контроль) и три варианта с применением в концентрациях 150 г/л, 100 г/л и 50 г/л воды.

Анализ устойчивости растений к заболеваниям в среднем за два года показал, что в течение вегетационного периода растения огурца контрольного варианта в разной степени были подвержены заражению фузариозным и бактериальным увяданием (от 4% до 11 % пораженных листьев от общего количества). В тоже время растения, обработанные вытяжкой фукуса в концентрации 100 г/л и 50 г/л, в течение всего сезона были здоровы (1-3% пораженных листьев от общего количества), однако при опрыскивании максимальной концентрацией (150 г/л) были отмечены признаки ожога листа (4-6 % пораженных листьев).

Исследование влияние водной вытяжки крупки фукуса на стартовый этап жизненного цикла цистообразующей нематоды показало негативный эффект, который проявлялся в задержке (на 4-7 дней) сроков вылупления, снижении количества вылупившихся личинок (75-22% контроля в зависимости от концентрации) и жизнеспособности яиц в цистах.

Интегральным показателем развития овощного растения служит его урожайность. В среднем за два года исследований урожайность огурца при опрыскивании вытяжкой крупки фукуса в средних и высоких концентрациях была достоверно выше контрольного варианта в 1,8-2,0 раза и составила 5,2 – 5,7 кг/м<sup>2</sup>.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о положительном влиянии опрыскивания растений огурца вытяжкой фукуса пузырчатого в любой концентрации. При этом увеличивается длина основного стебля растения, снижается заболеваемость растений и существенно (в 2 раза) увеличивается продуктивность. Установлены нематоцидные свойства водорослей. Оптимальная концентрация водного настоя составляет 100 г/л.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 15-04-07675 и частично Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России» № 0221-2014-0024*

УДК 631/635; 502/504; 911; 577.4

## **ДЕГРАДАЦИЯ И ОПУСТЫНИВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ АРИДНЫХ РЕГИОНОВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Яковлева Е.П., Трофимов И.А., Трофимова Л.С.**  
*Всероссийский НИИ кормов им. В. Р. Вильямса, Лобня*  
[viktrofi@mail.ru](mailto:viktrofi@mail.ru)

Значительная часть (70–85%) аридных территорий юга Западной Сибири представлена природными пастбищами, состояние которых определяет состояние процессов опустынивания земель, а также среды обитания человека и животных. Дегградация природных пастбищ в результате чрезмерных антропогенных нагрузок сопровождается интенсивным разрушением почвенного покрова, появлением пыльных бурь, увеличением площадей развеваемых песков. Эти

процессы приводят к быстро протекающему разрушению природных экосистем, опустыниванию земель и дальнейшему расширению опустыненных территорий.

В институте ведется работа по агроландшафтно-экологическому районированию природных кормовых угодий Сибири (масштаб 1 : 2 500 000) на основе разработанной нами методики агроландшафтно-экологического районирования кормовых угодий, методик эколого-географического анализа, ландшафтно-экологического баланса МГУ и ИГ РАН, с использованием материалов агроклиматического, природно-сельскохозяйственного, ландшафтно-экологического, почвенно-экологического, биогеохимического районирований, ландшафтных, экологических, эколого-географических, почвенных и геоботанических карт, данных государственного земельного учета, фондовых материалов, статистических данных.

В Западно-Сибирском районе (общая площадь 245408,4 тыс. га) к аридным территориям относятся только 21,6% или около 53 млн. га, которые представлены преимущественно лесостепной зоной, а также, в меньшей степени, степной и сухостепной зонами.

Лесостепная периодически засушливая зона занимает 15,9% территории Западно-Сибирского района или около 39 млн. га. Степная слабо засушливая зона занимает 4,5% или 11 млн. га. Сухостепная средне засушливая зона занимает 1,2% территории или около 3 млн. га.

На аридных территориях расположено 87,5% всех сельскохозяйственных угодий Западно-Сибирского района или 31,7 млн. га, в т.ч. пашни 95,8% или 17,8 млн. га, сенокосов – 85,7% или 6 млн. га, природных пастбищ – 72,3% или 7 млн. га.

В лесостепной зоне сельскохозяйственные угодья занимают 55,2% или 21,6 млн. га. Преобладает пашня, которая занимает 31,6% или 12,1 млн. га, сенокосы занимают 11,5% или 4,5 млн. га, природные пастбища – 11,2% или 4,4 млн. га.

В степной зоне сельскохозяйственные угодья занимают 74% или 8,2 млн. га. Преобладает пашня, она занимает 45,3% или 5 млн. га, сенокосы занимают 10,4% или 1,1 млн. га, природные пастбища – 16% или 1,8 млн. га.

В сухостепной зоне сельскохозяйственные угодья занимают около 67% или 2 млн. га. В т.ч. пашня занимает 24,5% или 0,7 млн. га, сенокосы – 12% или 0,4 млн. га, природные пастбища – 30% или 0,9 млн. га.

Экологическое состояние аридных территорий Западно-Сибирского района в значительной степени определяется эрозионной и дефляционной опасностью, эродированностью и дефлированностью сельскохозяйственных угодий, прежде всего, пашни, в меньшей степени засолением и осолонцованностью, переувлажнением и заболачиванием природных кормовых угодий.

Из общей площади сельскохозяйственных угодий 27% эрозионоопасны, из них 16% эродированы, 49% дефляционноопасны, из них 33% дефлированы, 4% переувлажнены, 3% заболочены, 11% засолены, 9% солонцеватые и с солонцовыми комплексами, 4% каменистые. Из общей площади пашни 41% эрозионоопасны, из них 23% эродированы, 65% дефляционноопасны, из них 45% дефлированы, 4% засолены, 5% осолонцованы. Из общей площади сенокосов только 2% эрозионоопасны, из них 1% эродированы, 19% дефляционноопасны, из них 10% дефлированы, 14% переувлажнены, 75% заболочены, 13% засолены, 14% осолонцованы. Из общей площади природных пастбищ только 2% эрозионоопасны и эродированы, 21% дефляционноопасны, из них 12% дефлированы, 7% переувлажнены, 8% заболочены, 24% засолены, 17% осолонцованы, 12% каменистые.

**ЕСТЕСТВЕННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ И ТЕХНОГЕННАЯ  
ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ**

Руководители: д. с.-х.н. Н.Б. Хитров, д.б.н. З.Г. Залибеков

---

УДК 631.618

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ  
НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

**Акимова Н.Ф.<sup>1</sup>, Бабаева Л.А.<sup>2</sup>**

*Институт Почвоведения и Агрехмии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[nergizhakimova\\_123@mail.ru](mailto:nergizhakimova_123@mail.ru)

Охрана окружающей среды является одной из глобальных проблем современного периода. С этой точки зрения загрязнение биосферы нефтью приобретает особую актуальность. Главнейшим и наиболее распространённым видом отрицательного воздействия человека на окружающую среду является загрязнение. Особую актуальность с этой точки зрения приобретает загрязнение биосферы нефтью и нефтепродуктами. Несмотря на соблюдение правил безопасности при добыче нефти, её транспортировке и переработки, загрязнение почв неизбежно. А это в свою очередь приводит к нарушению экологического равновесия, изменению структуры биоценозов, отрицательно влияет на интенсивность и направления почвообразования.

Абшеронский полуостров занимает выгодное географическое положение, располагаясь на пересечении морских путей, железных и шоссейных дорог. Полуостров является не только одним из самых развитых экономических регионов страны, он также занимает передовые позиции в развитии здесь нефтяной промышленности. Разработка нефтяных месторождений производится здесь свыше 100 лет. За последние 50-60 лет почвенный покров Абшеронского полуострова, сформированный в условиях сложного рельефа, геолого-геоморфологических и аридно-климатических условиях подвергся интенсивному антропогенному и естественно-экологическому воздействию. Находящаяся на полуострове разноразовная сырая нефть является ценным сырьем для получения высококачественной нефтяной продукции. Загрязнение почвы нефтью оказывает отрицательное влияние на ее агрофизические и агрохимические свойства.

В результате почвенных исследований определены морфо-генетические свойства, физико-химический и агрохимический состав нефтезагрязнённых почв Абшеронского полуострова. В зависимости от содержания в почвах нефти, являющейся причиной их загрязнения, проведена группировка нефтезагрязнённых почв: слабо загрязнённые, средне и сильно загрязнённые почвы. Содержание нефти в верхнем горизонте составляет 208-132г/кг. Загрязнённые нефтью территории по гранулометрическому составу представлены тяжело суглинистыми песчаными почвами. В этих почвах реакция почвенной среды

составляет  $p^H$  7,5-8,0, величина гумуса-1,14-0,9%, общего азота-0,1-0,05%, фосфора-0,11-0,10%, калия-1,4-1,0%, сумма поглощенных оснований-14,5-16,0 мг-экв/100г почвы. Были изучены некоторые показатели биологической активности нефтезагрязненных серо-бурых почв Абшеронского полуострова, так если в не загрязненных нефтью почвах количество микроорганизмов составило 2870-2800тыс/г, то в нефтезагрязненных почвах 500-350тыс/г, величина углекислого газа в почвенном воздухе ( $CO_2$ ) составила в чистой почве 0,12-0,06%, что связано со слабым протеканием процесса аэрации в этих почвах.

Нефтяное загрязнение оказывает отрицательное влияния не только на окружающую среду, что тем самым приводит к деградации структуры почвенного покрова, а также оказывает губительное воздействие на человеческий организм. В этих почвах возрастание величины тяжёлых металлов способствует снижению нормы содержания необходимых человеческому организму некоторых микроэлементов. Что в свою очередь приводит к возникновению различных заболеваний -нервной системы, инфекционных, эндокринных, аллергических заболеваний и бесплодия.

Используя оценку риска здоровью населения, можно рассчитать человеческую цену загрязнения окружающей среды в результате деятельности химических производств. Риск здоровью населения это угроза возникновения неблагоприятных последствий для организма человека.

В ходе совместных исследований, Бакинским центром гигиены и эпидемиологии определены степень распространения и собраны точные данные по вышеуказанным болезням среди пожилых людей, подростков и детей.

Исследования показывают, что степень и характер загрязнённости находятся в прямой зависимости от природно-климатических условий, их формирования, физико-химического и биологического состава, а также состава нефти.

УДК 502.52

## **ОСОБЕННОСТИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВ ПОСЛЕ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Алексеев А.В.<sup>1</sup>, Алексеев В.А.<sup>2,3,4</sup>, Швыдкая Н.В.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,  
Санкт-Петербург,*

<sup>2</sup> *Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,*

<sup>3</sup> *Государственный морской университет им. адм. Ф.Ф. Ушакова,  
Новороссийск,*

<sup>4</sup> *Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар*  
[al.vl.alekseenko@gmail.com](mailto:al.vl.alekseenko@gmail.com)

Восстановление почвенно-растительных комплексов, нарушенных воздействием горнопромышленных предприятий, во многом зависит от социально-экономических условий. В России и в большинстве стран СНГ очень часто считается, что за счет естественных природных процессов возможны самовос-

становление и самоочищение почв. В данной работе детально рассматриваются процессы природного самовосстановления почв после отработки, расположенных в различных климатических и ландшафтно-геохимических условиях месторождений ртути, полиметаллов, вольфрама-молибдена, угля и строительных материалов. Используются результаты анализов более чем 30 000 проб горных пород почв и растений на площади свыше 600 000 км<sup>2</sup> с использованием ландшафтно-геохимической основы. Полученные данные позволяют сделать выводы о влиянии на указанные процессы следующих природных и техногенных факторов в их различных сочетаниях.

1. Со сменой климатических условий скорость дезинтеграции обломков возрастает в 1,3–1,8 раза.

2. Переход от элювиально-трансэлювиальных ландшафтов к трансаккумулятивным приводит к возрастанию тонкой (менее 0,2 мм) фракции почти в два раза.

3. При открытой добыче руд скорость образования на дне карьеров рыхлого материала (с учетом его частичного сползания) за 50–80 лет составила первые десятки сантиметров.

4. Скорость почвообразования на отвалах горных пород во многом зависит от площади, занимаемой отвалами. При ее больших размерах, за 50–80 лет почвообразование даже не началось, растительность практически отсутствует.

5. Растительность, появившаяся более чем за 50 лет на отвалах, в лесных ландшафтах, без их рекультивации обладает сниженным видовым разнообразием и биомассой в 4–5 раз меньшей, чем в окружающих лесах. В степных условиях, при угледобыче, формирующиеся на перегоревших терриконах почвы находятся в зачаточном состоянии с произрастанием на них отдельных экземпляров степной растительности. На терриконах и в почвах в радиусе около 1 км от них во всех фракциях почв повышены до 4 раз по отношению к кларку содержания Cu, Pb, As, Mo, Ba, Co и других тяжелых металлов.

6. Около водоемов, образовавшихся в результате проседания почв над выработками и на выровненных терриконах, заливаемых для их тушения водой, в рыхлых образованиях повышены содержания тяжелых металлов. Около водоемов произрастают полидоминантные рудеральные сообщества с редкими угнетенными деревьями и кустарниками местной и интродуцированной флоры.

7. Единичный случай посадки на отвалах *Pinuspallasiana*D. Don (без перемещения почв) привел к несколько ускоренному почвообразованию: вокруг ряда мелких обломков начали формироваться почвы мощностью до 3 мм. При этом незначительно изменились средние содержания Ag, Cu, Sn, Sr, V, Ba и Mo. Таким образом, надежды на самоочищение и самовосстановление почв и ландшафтов в целом, после отработки месторождений, не оправдываются. Без помощи человека природные процессы могут дать положительный результат через столетия-тысячелетия.

## СВЯЗЬ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСТЕНИЙ С ГЕОХИМИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ПОЧВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПОСЛЕ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РТУТИ

**Алексеенко В.А.<sup>1,2,3</sup>, Швыдкая Н.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону,

<sup>2</sup> Государственный морской университет им. адм. Ф.Ф. Ушакова,  
Новороссийск,

<sup>3</sup> Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар  
[vl.al.alekseenko@gmail.com](mailto:vl.al.alekseenko@gmail.com)

Проблема восстановления геохимических ландшафтов, нарушенных в результате работы горнопромышленных предприятий, имеет огромное значение для Северо – Западного Кавказа. Течение и последствия процессов самоочищения и самовосстановления ландшафтов рассматривались на примере последствий добычи ртутного сырья на территории Краснодарского края.

Наиболее контрастные ландшафтно-геохимические и конкретно-почвенные изменения, обуславливаемые отработкой месторождений, связаны с созданием карьеров и отвалов горных пород. За прошедшие 50 - 70 лет мощность рыхлых образований на дне карьеров в среднем не превысила нескольких десятков см. Растительность, появившаяся в этих условиях, отличается от окружающей лесной сниженным видовым разнообразием, медленным ростом, невысокой жизненностью лесообразующих пород и, как следствие, уменьшенной в 4-5 раз биомассой.

Содержание элементов в почвах, формирующихся на дне карьеров, определяется их генезисом: образование за счет сползающих лесных почв и за счет отложения их временных водных потоков. В первом случае обычно выше средние содержания Ag, Ba, Co, Mn, Pb, Sn, Sr, V, а во втором – Mo, Ni и Ti.

В почвах, формирующихся на отвалах в трансаккумулятивных ландшафтах, среднее содержание Ag, Cu, Pb, Sn и Zn меньше, чем в элювиально-трансэлювиальных, а Ba, Co, Mn, Mo, Ni, Sr, Ti и V – больше.

Указанные геохимические особенности почв на отвалах в сравниваемых ландшафтах, объясняются, в основном, закономерностями физико-химической миграции химических элементов, при меньшей роли – биогенной.

Растения могут оказывать влияние не только на общие процессы образования почв, но и на их геохимические особенности. В сравнении с местным природным фоном, установленным для всех древесных растений Северо-Западного Кавказа, в золе листьев (хвои) деревьев, произрастающих на отвалах и днищах карьеров отработанных месторождений, повышены средние содержания Cu, Ga, Mo, Sr в 1,2 - 2,0 раза. Содержания Zn повышены в 1,5 - 5,2 раза. Однако в почвах, формирующихся на этих месторождениях, содержание указанных химических элементов не превышает (за исключениями в отдельных случаях содержаний Cu и Zn) их концентрации на Северо-Западном Кавказе в удалении от городов и месторождений, что объясняется биогеохимическими особенностями деревьев, выборочно поглощающих элементы в определенных концентрациях.



Рассматривая биогеохимические особенности деревьев, произрастающих на отработанных месторождениях, следует отметить, что хвоя сосны содержит в повышенных количествах, по сравнению с их обычным содержанием в соснах на Северо-Западном Кавказе, такие элементы как Ag, Co, Cr, Cu, Ga, Mo, Sr, Zn. Если сравнивать средние содержания металлов в хвое сосны на месторождениях с их содержанием для всех деревьев Северо-Западного Кавказа, то картина практически не изменится. Вероятно, этим во многом объясняется аналогичная тенденция накопления элементов всеми деревьями на Северо-Западном Кавказе и на отработанных месторождениях.

Отработка месторождений и начавшийся процесс формирования почв на дне карьеров и на отвалах горных пород не вызвали существенных изменений в поглощении элементов деревьями, по сравнению с их поглощением, происходившем в районе до рассматриваемых техногенных процессов.

УДК 631.48

## **РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ДЕЛЬТОВЫХ ЭКОСИСТЕМ И ЕГО АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ**

**Асгерова Д.Б., Бийболатова З.Д., Батырмурзаева П.А.**

*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, Махачкала*  
[asdi7408@mail.ru](mailto:asdi7408@mail.ru)

Почвенное разнообразие – один из основных компонентов биосферы, характеризующих многообразие форм проявления жизни на земле. На основе почвенного разнообразия создается функциональная структура экосистем, которая определяет стабильность и устойчивость к воздействию внешних факторов.

Теско-Кумская низменность является основным регионом Прикаспийской низменности, где одновременно проявляются процессы затопления и подтопления – с одной стороны, опустынивания, остепенения - с другой. Сочетание их в разных соотношениях создает многообразие природных условий, обуславливающих изменчивость, динамичность почвообразовательных процессов.

Отличительным признаком факторов образования почвенного разнообразия в данном регионе является проявление наряду с основными почвообразующими факторами – регионального фактора - изменение уровня Каспия, проявляющегося в циклическом аспекте. Региональный фактор изменения уровня Каспия способствующий формированию процессов затопления – иссушения выступает на уровне основных факторов – почвообразования. Поэтому задача настоящего исследования определить роль региональных и основных факторов формирования почвенного разнообразия. Колебания уровня Каспийского моря и его последствия являются основным фактором развития почвообразовательных процессов Терско–Кумской низменности, особенно в ее прибрежной полосе.

Общей особенностью распространения типов почв в условиях затопления – иссушения является их смена в зависимости от высотных отметок прибрежных территорий. Здесь проявляется влияние различий в глубине залега-

ющих грунтовых вод, микро-мезо рельефа, густоте гидрографической сети. Во всех случаях определяющим фактором после уровня режима остается изменение высотных отметок.

Наряду с уровнем режимом Каспия, существует целый комплекс факторов оказывающих влияние на почвообразовательные процессы в Терско-Кумской низменности. К ним принято относить: засоление, эрозия, солонцеватость и степень выраженности грунтового, поверхностного увлажнения. Одним из основных факторов почвенного разнообразия выступают и почвообразующие породы, и их гранулометрический состав.

При засолении почв наблюдается увеличение генетических разновидностей параллельно увеличению содержания солей: низкое, (среднее, высокое, очень высокое). Такая градация характеризует объективные специфические последствия в состоянии почвенного покрова, определяя разнообразия почв по засолению и возможности сохранения биологических ресурсов. К примеру, увеличение площадей пастбищных нагрузок приводит к истощению проективного растительного покрова, в результате чего, соли с нижних горизонтов почв подтягиваются на поверхность.

Регулирующим фактором разнообразия выступают и процессы эрозии. Эрозия сопровождается сносом и денудацией отдельных горизонтов почвенного профиля, включая почвообразующую породу. В зависимости от факторов формирования эрозии различают ветровую и водную эрозию.

Разнообразие почв по степени эродированности представляет основу для определения общих закономерностей природного и антропогенного разнообразия и оценки ущерба, наносимого многолетним воздействием эолового переноса твердых частиц. Значительная часть разнообразия связана с появлением нарушенных территорий, обусловленных хозяйственной деятельностью человека.

Следующим фактором почвообразовательных процессов в Терско-Кумской низменности является солонцеватость почв, которая передает почвенному покрову большую пестроту и комплексность. Здесь также, следует отметить увеличение разнообразия за счет повышения долевого участия сильно солонцеватых почв и солонцов, где содержание обменного натрия в почвенно-поглощающем комплексе составляет не менее 10-15 %.

Необходимо так же указать, на влияние различий в глубине залегания грунтовых вод и их минерализации. Наиболее оптимальным для сохранения лугово-степного режима является залегание уровня грунтовых вод в пределах 0.5-1.5 метров со слабой или средней степенью минерализации.

## ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫЕ ТЕРРИТОРИИ АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

**Ахмедов В.А.<sup>1</sup>, Кахраманова Т.Б.<sup>2</sup>**

*Институт Почвоведения и Агрохимии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[ahmedovvezir@gmail.com](mailto:ahmedovvezir@gmail.com)

Нарушение территории Абшеронского полуострова началось с момента градостроительства, т.е. добычи строительных материалов (песок, известняк), а также интенсивной нефтедобычи.

Большую опасность для экологии полуострова представляют нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленности. Техногенно-нарушенные земли, образованные при добыче строительных материалов в настоящее время составляют 24 тыс.га, эти цифры постоянно изменяются. В связи с исходом запаса строительных материалов. Карьеры частично превращены в свалки мусора разного состава. Общей характерной чертой для земель Абшерона является слабый плодородный слой, который при работах был погребен под насыпями. Самым трудным для восстановления являются места каменных, песчаных карьеров и микропонижения вторично засоленные от стоков буровых вод.

Представляем краткую характеристику некоторых техногенно-нарушенных участков. Гравийные карьеры в западной части полуострова расположены в микропонижениях. Рельеф слабо холмистый, местами засоленный. Глубина котловын 2-4 м, по краям имеются насыпи. Имеются сопки потухших грязевых вулканов, вся территория используется как зимние пастбища. Глинистый карьер площадью 46 га. Глубина 8-12 м, почва серо-бурая, очень слабогумусная, тяжелоглинистая, плотный остаток варьирует в пределах 1,80-3,4%, состав хлоридно-сульфатный и наоборот. Напротив глинистого карьера на уклоне рельефа находится каменный карьер, вышедший из-под эксплуатации, площадью 152,5 га. Вокруг наблюдаются каменные опилки, обломки, внутри котлована ступенчатообразная. Химический состав добываемого известняка представлен окислами следующих элементов: SiO<sub>2</sub> 3,12-2,46, FeO 2,55-1,71, CaO 52,3-47,35, MgO 0,54-1,27, SO<sub>3</sub> 0,84-0,48, CO<sub>2</sub> 37,66-41,46 %. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-отсутствует.

На восточной окраине полуострова имеется песчаный карьер, площадью 27,80 га. Глубина котлованы 3-4 м. Расчленен грунтовыми дорогами, окружен домами, садами, огородами. Состав физической глины 3-4%, очень слабогумусный, незасоленный. Рядом имеются сопки высотой 50-60 м, по уклону засыпаны обломками камней, штифтом, песком. Состав камней-известняк. Глубина каменного карьера 10-15 м, местами до 20 м. Ширина 200-400 м. Внутренние борты ступенчатые. Прилегающая территория засыпана песком, обломками камней, свалкой мусора. Частично используется как зимнее пастбище. По химическому составу известняка из Шувелянского, Зыхского карьеров очень схожи. SiO<sub>2</sub> 1,56-9,27, FeO 1,45-2,35, CaO 53,32-47,10, MgO 0,24-0,25, CO<sub>2</sub> 42,14-37,62%. Каменный карьер Маштаги располагается на ровном рельефе. Диаметры котлован варьируют от 1,0 до 4,0 га. Глубина-6-10 м. Дно

покрыто грунтовыми водами, засоление которых по плотному остатку составляет 1,575г/л, состав засоления гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридно-натриевый. Содержание хлора 0,488г/л. Бортовые края ко дну резко обрываются, засыпаны обломками камней, штифтом, песком. По химическому составу известняки из карьеров Маштаги и Балаханы схожи. Каменный карьер Нардаран расположен рядом с дачными хозяйствами. Западная часть котлована резко обрывается, восточная ограничена шоссейной дорогой. Общая площадь 170 га. Почвенный покров отсутствует. Вся территория изрыта котлованами разного размера, местами до 15-20 м глубиной. Округа засыпана обломками камней, штифтом, песком. Высота опилок камней достигает 10-15 м. Механический состав супесчаный, слабогумусный, незасоленный и несолонцовый. Учитывая выше изложенные данные весьма затруднителен выбор методов рекультивации данных территорий.

УДК 631.4

## **ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДА: ПОЧВЕННО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

**Бакина Л.Г., Чугунова М.В., Маячкина Н.В., Теплякова Т.Е.**  
*ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр  
экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург*  
[bakinalg@mail.ru](mailto:bakinalg@mail.ru)

Изучение почвенно-химических и экологических аспектов процессов восстановления нефтезагрязненных почв Северо-Запада проводили в условиях микрополевых опытов, заложенных в 2004 году на трех объектах. Объект 1 – дерново-подзолистая суглинистая почва, развитая на карбонатной морене. Выбрана в качестве примера почвы, наиболее устойчивой к негативному действию различных антропогенных факторов. Опыт заложен на территории опытного поля СПбГАУ (г. Пушкин). Объект 2 – подзолистая иллювиально-железистая песчаная почва, развитая на моренных отложениях. Опыт заложен в районе расположения учебной базы СПбГАУ, д. Гобжицы Лужского р-на Ленинградской области, в сосняке лишайниково-зеленомошном. Биogeоценоз представляет вариант наиболее уязвимого в экологическом отношении объекта, с низкой ассимиляционной способностью к действию загрязняющих веществ. Объект 3 – торфяно-болотная олиготрофная почва, расположена рядом с объектом № 2. Опыты проводили в 4-кратной повторности. Площадь опытных делянок 1 м<sup>2</sup>, ширина разделительной полосы между делянками 10 см. Загрязнение проводили сырой нефтью в дозах, так, чтобы исходный уровень загрязнения для минеральных почв был равен 0,5%, 1%, 3% и 5%, а для торфяно-болотной – 10, 20, 30, 40 и 50%. Образцы почв отбирали ежегодно, в начале и в конце вегетационного сезона. Описание видового состава растительности и определение проективного покрытия почв опытных делянок проводили в июле. В почвах определяли: общее содержание нефтепродуктов, углерод нефтепродуктов, агрохимические и водно-физические показатели. Состояние комплекса почвенных микроорганизмов контролировали по актуальному ды-

ханию и средорегулирующей активности. Особое внимание было уделено изучению токсикологических параметров почв, и выявлению динамики изменения токсичности почв в процессе их самоочищения.

В результате комплексных исследований были изучены закономерности процессов самовосстановления экологических функций разных типов почв, загрязненных нефтью. Предложены математические модели зависимости изменения содержания нефтепродуктов в почве в зависимости от времени наблюдения и рассчитаны их параметры для разных почв. Выявлены закономерности восстановления растительного покрова в зависимости от типа почв и выявлены виды растений, наиболее устойчивых к нефтяному загрязнению. Исследованы механизмы процессов биодеструкции нефти в зависимости от типа почв. Изучена степень исходной токсичности почв при разных уровнях нефтяного загрязнения и динамика процессов детоксикации нефтезагрязненных почв для тест-организмов из разных систематических групп.

УДК 631.427

## **ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ЭЛЮАТНОГО БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

**Бардина В.И.**

*Санкт-Петербургский Научно-исследовательский центр  
экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург*  
[vicula128@rambler.ru](mailto:vicula128@rambler.ru)

Традиционно для экологического контроля загрязненных почв используют методы химического анализа, который позволяет устанавливать концентрации определенных загрязнителей, и сравнивают их с существующими санитарно-гигиеническими нормативами. Однако, в почвах промышленных зон содержится большое количество разнообразных загрязняющих веществ, в том числе и неучтенного состава, которые могут обладать большим токсическим потенциалом и которые невозможно предсказать только на основе физико-химических и химических методах анализа. Биотестирование дает возможность получить наиболее полную информацию о загрязнении окружающей среды при минимальных затратах, учитывая и действие неизвестных новых токсичных веществ. Исследования проводились на трех объектах в Ленинградской области, где деятельность осуществлялась организациями в прошлом и на которых проводилось размещение различных промышленных и бытовых отходов с нарушением технологии депонирования. Объект №1 располагался у п. Ганнибаловка (Всеволожский район), на объекте размещены твердые бытовые отходы (ТБО), строительный мусор, промышленные отходы и отходы 4 класса опасности. Объект №2 располагался у п. Подгорное (Выборгский район), на объекте производилось несанкционированное размещение ТБО и промышленных отходов, а так же отходов 3 и 4 класса опасности. Объект №3 находился у п. Лопухинка (Ломоносовский район), на объекте размещены промышленные и строительные отходы, а также отходы неопределенного состава.

Почвы промышленных зон характеризовались слабокислой и нейтральной реакцией среды (рН 5,8-6,9). Была проведена оценка содержания общего количества растворимых минеральных солей в водной вытяжке. Показатель общей электропроводности составлял 0,05-0,12 мS, что свидетельствует об отсутствии засоленности почв.

Было установлено, что по суммарному показателю загрязнения почв тяжелыми металлами почвы объекта №1 относятся к опасной категории загрязнения ( $Z_c=65,5$ ). Здесь наблюдается превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) содержания элементов 1 класса опасности. Почвы других объектов по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами относились к допустимой категории загрязнения.

Также в почвах на объектах были обнаружены органические загрязнители. Так, на объекте №1 содержание полихлорированных бифенилов (ПХБ) превышало ПДК в 2,7 раза, на объекте №2 превышение составило 1,2 ПДК, и на объекте №3 – 3,3 ПДК.

В результате изучения токсичности водных вытяжек из исследованных почв промышленных объектов на гидробионтах *DaphniamagnaStraus* была выявлена острая токсичность на объекте №2. Результаты биотестирования на *ParameciumCaudatum* показали наличие токсичности в почвах на объектах №1 и №3.

В ходе исследования, при помощи элюатного биотестирования с использованием двух гидробионтов, находящихся на разных трофических уровнях, в качестве тест-культур, была обнаружена токсичность в почвах на всех исследуемых объектах с разной степенью загрязнения. Выполненные исследования показали, что чувствительность примененных биотест-систем различная к присутствию разнообразных токсикантов.

УДК 631.41

## МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРОДСКИХ ПОЧВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Бардина Т.В.**

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр  
экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург*

[bardinatv@mail.ru](mailto:bardinatv@mail.ru)

Почвы городов значительно отличаются от своих аналогов. Антропогенная трансформация городских почв сказывается не только на морфологических и химических, но и на их физико – химических свойствах. Особенно это относится к почвам разделительных полос и газонов, расположенных вдоль транспортных магистралей, которые подвергаются наиболее интенсивному техногенному влиянию: промышленные и транспортные эмиссии, противогололедные средства, дорожная пыль, кальцийсодержащий строительный мусор, цементная крошка и др. Самыми распространенными щелочными и щелочноземельными элементами в почве являются кальций, магний, калий и натрий. Обменная форма этих элементов является самой подвижной частью твердой фазы, поэтому различные изменения, происходящие в почве при тех-

ногенном влиянии, отражаются на их содержании и могут вызывать ухудшение физических и агрохимических свойств почвы.

Изучение физико-химических свойств почв проводилось на 6-ти мониторинговых площадках с антропогенно -глубоко-преобразованными почвами (урбаноземы), расположенных вдоль оживленной транспортной магистрали и в городском саду. В течение 5-ти лет (по сезонам) отбирались образцы почв из верхних горизонтов. Физико-химические показатели (рН, содержание обменных и водорастворимых форм катионов кальция, магния, калия и натрия, электропроводность почв) были определены по общепринятым методикам.

Показатель рН водного раствора является одним из индикаторов антропогенного влияния на почвы города. Исследования выявили, что почвы имеют постоянно нейтральную и слабощелочную среду (рН 6,1-8,2). Сезонные колебания рН были незначительными.

Электропроводность почвы является интегральным показателем, который зависит от ряда важных свойств почвы: влажность, гранулометрический и агрегатный состав, химизма почвенного раствора и др. При изучении электропроводности было установлено, что в почвах всех площадок не наблюдалось превышение величины 1,04 мС. Замечено сезонное увеличение электропроводности почв на площадках, где зимой производилась подсыпка тротуаров, тропинок и дороги противогололедными средствами.

Для исследуемых почв была характерна высокая степень насыщенности обменным кальцием, содержание которого в летний период возрастало до 42,5 мг-экв/100г. Содержание обменного магния также возрастало в этот период до 7 мг-экв/100г. Верхние горизонты урбаноземов имели преимущественно повышенное содержание обменного калия (до 92 мг/100г), которое несколько снижалось в горизонте 5-20см.

В весенний период в почвах увеличивалось содержание водорастворимых форм кальция (до 16 мг/100г), магния (до 8 мг/100г), натрия (до 25 мг/100), калия (до 15,4 мг/100г), очевидно, вследствие попадания в почву солей в составе противогололедных средств. К осени содержание этих катионов в верхних слоях почв значительно снижалось.

Проведенные исследования показали, что за период наблюдения реакция исследуемых городских почв оставалась, в основном, слабощелочной и слабо была подвержена сезонным колебаниям. Применение антигололедных средств в зимнее время приводило к повышенному содержанию щелочных и щелочноземельных катионов в почвах вдоль транспортных магистралей и пешеходных троп, что сопровождалось повышенными значениями удельной электропроводности. Урбаноземы этих площадок характеризовались высоким содержанием обменных катионов, особенно кальция.

Итак, по своим физико-химическим показателям урбаноземы отличаются от естественных почв, что может отражаться на их экологических функциях в отрицательную сторону. В первую очередь это отражается на состоянии зеленых насаждений. Поэтому выявление этих изменений, связанных с содержанием щелочных и щелочноземельных элементов, и своевременное устранение негативных явлений является необходимой задачей при озеленении магистралей и улиц и позволяет выработать оптимальные технически и экономически решения рекультивации этих почв.

## ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ В УСЛОВИЯХ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

**Бахшиева Ч.Т.**

*Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[soiman@science.az](mailto:soiman@science.az)

Известно, что одной из глобальных проблем современности является проблема охраны ландшафтов. В этом аспекте проблема нефтяного загрязнения приобретает особую актуальность. Несмотря на все меры предосторожности в процессе нефтедобычи на Апшероне неизбежно загрязнение почв, которое обуславливает нарушение экологического равновесия. Антропогенные почвы отличаются по формированию профиля и свойств: антропогенно-нарушенные (богарные, орошаемые) и антропогенно-переобразованные (нефтезагрязненные, горнорудные) почвы. Многолетние исследования, проводимые на нефтезагрязненных почвах Апшеронского полуострова показали, что нефть деградирует очень медленно, процессы окисления одних структур ингибируются другими структурами, трансформация отдельных соединений происходит по пути приобретения форм, в дальнейшем трудноокисляемых. В первую очередь разрушаются связи с наименьшей энергией разрыва, наиболее доступные для окислителя. Механизм этот, по мнению многих авторов еще не до конца ясен, но вместе с тем, по поводу его главных особенностей уже нет серьезных разногласий. Конечными продуктами взаимодействия углеводородов с кислородом являются  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Процесс этот в условиях Апшерона при высоких среднегодовых температурах почвы (по сравнению с западным нефтедобывающими районами) происходит более активно, проходя через ряд промежуточных стадий. Один из существенных факторов ускорения процесса-активность катализаторов. Наиболее распространенные и универсальные катализаторы в почвах-различных ферменты, выделяемые микроорганизмами. Выделена многочисленная «специализированная» группа углеводородокисляющих микроорганизмов, использующих те или иные углеводороды в качестве субстрата для своего роста. Выделяемые ими ферменты могут использоваться и для окисления других соединений, которые не являются для них источником питания. Другие группы микроорганизмов утилизируют продукты окисления углеводородов, способствуя дальнейшему углублению процесса. Таким образом, нефтяные углеводороды попадают в своеобразный «конвейер» биокатализаторов, стимулирующих процесс их распада и очищение экосистемы. Окисление углеводородов до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$  происходит стадий, но через ряд промежуточных продуктов. Такими продуктами являются: а) кислородные соединения-спирты, органические кислоты, альдегиды, продукты превращения метановых и алифатических цепей нафтеновых и ароматических углеводородов. Эти продукты легче растворяются в воде, поэтому легче мигрируют по почвенному профилю и выносятся из зоны окисления фильтрующимися внутрипочвенными потоками и грунтовыми водами. Кислородные соединения гораздо легче подвергаются процессами биodeградации, скорость их окисления увеличивается. Часть их включается в состав почвенного гумуса; б) продукты



уплотнения части окисленных циклических молекул углеводородов типа смолистых веществ: нафтенов-ароматические, замещенные ароматические и нафтеновые, изоалканы: соединения с гетероатомами кислорода, серы, азота частично превращаются в высокомолекулярные продукты окислительной поликонденсации сложного строения, недоступные для микробиологического разрушения: эти продукты сначала фиксируются в виде смолистых веществ, а в дальнейшем переходят в более уплотненные твердые высокомолекулярные вещества, нерастворимые в органических растворителях; они не мигрируют и надолго консервируются в почвах; в) новообразованные («вторичные») незамещенные циклические углеводороды и алифатические углеводороды нормального строения. Конечными продуктами метаболизма нефти в почвах являются: 1) углекислота, которая может связываться в карбонатах и вода; 2) кислородные соединения (спирты, кислоты, альдегиды, катионы и др.), которые частично входят в почвенный гумус, частично растворяются в воде и уходят из почвенного профиля; 3) твердые нерастворимые продукты метаболизма - результат дальнейшего уплотнения высокомолекулярных продуктов или связывание их в органоминеральные комплексы; 4) твердые корочки высокомолекулярных компонентов нефти на поверхности почв (киры). В условиях сухого климата Апшерона кыры сохраняются десятки лет.

УДК 631.4

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИРОДНО-АРХИТЕКТУРНОГО КОМПЛЕКСА МУЗЕЯ «НОВЫЙ ИЕРУСАЛИМ»**

**Вертянкина В.Ю., Колесникова В.М.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[victoria\\_vert@mail.ru](mailto:victoria_vert@mail.ru)

В последнее время, в связи с увеличением урбанизированных территорий большое внимание уделяется изучению почв исторических парковых комплексов.

Воскресенский Ново - Иерусалимский монастырь, основанный Патриархом Никоном во второй половине XVII века, расположен в долине реки Истры и относится к уникальным памятникам культуры России. Природно-архитектурный ландшафт Ново - Иерусалимского монастыря создавался как аналог Святой Земли – «Русская Палестина» - и являлся образцом садово-паркового искусства, однако за длительную историю своего существования территория неоднократно подвергалась многочисленным антропогенным воздействиям. Учитывая экологическую роль долинного ландшафта, особый интерес представляет исследование современного состояния почв, вышедших из режима поемности в результате зарегулирования русла реки Истры.

Целью данной работы являлось исследование особенностей почв, принадлежащих различным функциональным зонам парковой территории природно-архитектурного комплекса музея «Новый Иерусалим».

Парковая территория музея располагается на первой надпойменной террасе и пойме реки Истры. В качестве объектов исследования нами были вы-

браны ключевые участки, относящиеся к различным функциональным зонам архитектурно-ландшафтного комплекса музея «Новый Иерусалим».

На территории регулярной части парка выделены разновозрастные участки лесной зоны, примыкающие к стенам монастыря, различающиеся между собой по геоморфологическому положению и функциональному назначению. Для всех почв рассматриваемой части парка характерно наличие в профиле антропогенных включений. Первый участок располагается на склоне первой надпойменной террасы и центральной пойме. Здесь формируются почвы аллювиальные серогумусовые с признаками оглеения. На первой надпойменной террасе под современными посадками Гефсиманского сада формируются дерново-подзолистые урбистратифицированные и аллювиальные серогумусовые почвы. Третий участок выделен под старовозрастным лесным массивом на месте первоначального Гефсиманского сада, на останце первой надпойменной террасы. Здесь формируются дерново-подбур иллювиально-железистый и дерново-подзол иллювиально-железистый.

Все рассматриваемые почвы характеризуются среднекислыми значениями актуальной кислотности, низким и очень низким содержанием гумуса, очень низким содержанием подвижных форм калия и высоким содержанием подвижных форм фосфора. Последняя особенность присуща всем почвам долины, включая эталонные разрезы за пределами парковой зоны. Оксалаторастворимые формы железа содержатся в профиле почв в небольшом количестве.

Следует отметить, что все рассматриваемые аллювиальные почвы относятся к «пост» аллювиальным.

В центральной пойме под травянистой растительностью у музея деревянного зодчества «Усадьба Кокориных» и архитектурного комплекса «Мельница» формируются почвы аллювиальная серогумусовая глеевая и аллювиальная серогумусовая. Данные почвы характеризуются среднекислыми значениями рН, низким содержанием гумуса в верхней части профиля и очень низким в нижней. Содержание оксалаторастворимых форм железа меньше 1%. Профиль почв сильно уплотнен и содержит урбоиндустриальные включения.

Под дорожно-тропиночной сетью, покрывающей первую надпойменную террасу, описаны антропогенные почвы. В верхней части профиля литострата выделяется три насыпных горизонта, различающихся между собой по гранулометрическому составу и плотности. В целом значения актуальной кислотности среднекислые, приближаются к нейтральным, содержание гумуса очень низкое.

В пейзажной части парка в притеррасном понижении формируются аллювиальные темногумусовые различной степени оглеенности и в центральной пойме – аллювиальная серогумусовая почвы.

В качестве эталонов были заложены разрезы на лесном участке за пределами стен монастыря (дерново-подзолистая почва), а также на городской территории в старице р. Истры (аллювиальная серогумусовая почва).

## ГИДРОМЕТАМОРФИЗМ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ПРИ ИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

**Власенко В.П.**

*КубГАУ, Краснодар*

[kirsanovi@mail.ru](mailto:kirsanovi@mail.ru)

Гидрометаморфизм, заключающийся в трансформации минеральной массы почвы под влиянием избыточного увлажнения, создающего в почвах восстановительные условия, способствует изменению генетической принадлежности и классификационного положения изначально автоморфных черноземов и переходу в разряд их полугидроморфных аналогов – лугово- и луговато-черноземных уплотненных и слитых и черноземов мочаковатых. Объекты исследования располагаются в двух крупных геоморфологических областях: Азово-Кубанская низменность и Кубанская наклонная равнина. Детальный анализ факторов развития гидрометаморфизма, изменений в почвах и структуре почвенного покрова, исследование методов воздействия на деграционные процессы с целью их замедления выполнен в наиболее типичных районах – Тимашевском и землях г. Краснодара (Азово-Кубанская низменность) и Отрадненском (Кубанская наклонная равнина). Площадь переувлажненных земель в исследованных районах составляет от 20 до 70% от площади всех с/х угодий, причем проявляется устойчивая тенденция к ее увеличению. Очаги локального увлажнения уверенно диагностируются в низменно-западных и равнинно-эрозионных ландшафтах Азово-Кубанской низменности и практически неотличимы (кроме мочаков) на Кубанской наклонной равнине в связи с отсутствием привязанности их к рельефу. Общим является гидроморфная обусловленность процессов изменения морфологического облика, физического состояния и химического состава почв, что обуславливает целесообразность применения в исследованиях единого ландшафтного подхода. Основными процессами, определяющими сущность гидрометаморфизма являются слитогенез (почти всегда) и, часто, но не всегда оглеение, поэтому в качестве диагностических признаков использованы морфометрические характеристики, особенности физического состояния и химического состава почв, обусловленные именно этими процессами. Другим, не менее важным свойством почвы является ее плотность, которая есть первичный и определяющий фактор всей физики почв. В наших исследованиях характеристика плотности почвы получена с помощью медленной поэтапной сушки образцов, отобранных при влажности равной НВ, информация представлена в виде графиков зависимости плотности почв от их влажности. Важным показателем, характеризующим эту зависимость является критерий Т, физическим смыслом которого является скорость изменения плотности почв при сушке.

Основная гидрофизическая характеристика (ОГХ) почв, полученная расчетным путем показывает уменьшение диапазона влажности, при которой почва ведет себя как упруговязкое пластичное от 25% у почв начальной степени гидрометаморфизма до 15% у почв высшей, что объясняет сложности с определением оптимальных сроков обработки гидрометаморфизованных почв. Процесс гидрометаморфизма затрагивает, минеральную часть почвы,

что приводит к изменению, прежде всего, физических свойств почв. Общая пористость снижается на 13,0% в почвах низменно-западных и на 7,6% в почвах равнинно-холмистых агроландшафтов, при этом прослеживается тенденция опережающих темпов снижения доли влагосохраняющих пор.

Проблема состоит в том, что при использовании гидрометаморфизованных почв в сельскохозяйственном производстве (пашне) возникает, с одной стороны, необходимость повышать затраты на производство, с другой - они не приводят к росту урожая, напротив, наблюдается его уменьшение. Ущерб за счет недополученной вследствие гидрометаморфизма почв продукции с учетом динамики их площадей за период 35 лет составляет в целом 2 436 000 тыс. руб., что говорит о существенном снижении производственной ценности и способности почв выполнять экологические функции.

УДК 631.46

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛИВОВ НА СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ САЛЬЯНСКОЙ СТЕПИ**

**Газиева П.Ч. , Рамазанова Х.М**

*Азербайджанский Архитектурный и Строительный Университет,  
Баку, Азербайджан*

[pervane.qaziyeva@mail.ru](mailto:pervane.qaziyeva@mail.ru)

В орошаемых лугово-сероземных почвах Сальянской степи динамика солей в значительной степени управляется поливами. Поэтому, для оптимизации орошения и техники полива необходимо изучить влияние поливов в формировании солевого режима лугово-сероземных почв. Эти исследования также могут выявить роль поливов в образовании как солевого, так и других режимов лугово - сероземных почв. Исследования проводились на орошаемых почвах Сальянской степи Азербайджанской Республики. Исследуемые почвы слабозасолены, содержание плотного остатка в метровом слое почвы составляет 0,3-0,5 % к весу сухой почвы. Солевой режим изучался в слоях 0-25, 25-50 и 50-100 см почвы, где брали разрезов на трех местах поливных участков. В результате исследований выявлены следующие особенности: в процессе движения по бороздам в поливной воде увеличивается содержание  $Ca^{2+}$  (от 2,8 до 5,1 мг.экв/л) и  $Mg^{2+}$  (от 2,2 до 4,3 мг.экв/л). Резко увеличивается концентрация на глубине 50-100 см, где содержание  $Cl^-$  и  $HCO_3^-$  увеличивается почти 50%, а содержание  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  и  $CO_3^{2-}$  увеличивается в 200%. Концентрация поднимающихся растворов равна или чуть выше концентрации грунтовых вод. Исследования показали, что при поливных нормах 800-1000 м<sup>3</sup>/га соли накапливаются преимущественно в слое 25-50 см, в основном за счет поливов и грунтовых вод. Результаты показали, что накопление и вымывание солей не превосходит нескольких сот килограммов, что составляет 2-3% всех солей содержащихся в метровом слое, которое не может отрицательно влиять на солевой режим исследуемых почв, а излишки солей, накапливающиеся в конце вегетации, легко удаляются зимними профилактическими поливами.

## **ФАКТОРЫ И ПАРАМЕТРЫ УГЛЕВОДОРОДНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА И ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ**

**Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Кошовский Т.С., Пиковский Ю.И.,  
Хлынина Н.И., Лобанов А.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[alexagenna@mail.ru](mailto:alexagenna@mail.ru)

Для оценки экологического качества почв важное значение имеет характеристика находящихся в них углеводородных соединений, которые повсеместно присутствуют в почвенном покрове и отражают своим составом и свойствами воздействие на почву природных и техногенных факторов. В этой связи было введено понятие «углеводородное состояние почв» (УВС), включающее характеристику гексановых битумоидов и индивидуальных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), а также состава и содержания углеводородных (УВ) газов в почвенном воздухе (Пиковский и др., 2008).

Одним из районов, где проводилась апробация связанного с этим понятием подхода, была территория небольшого промышленного города в Московской области и прилегающей к нему пригородной зоны. Основным источников поллютантов, которые через атмосферу попадали в почвы, был завод технического углерода. В процессе исследований установлена четкая связь между расстоянием от завода и запасами ПАУ в 50-см слое почвы – они последовательно уменьшаются от 300000 непосредственно у источника загрязнения до 30 мг/м<sup>2</sup> на удалении 10-12 км. Среди индивидуальных ПАУ направленное уменьшение запасов проявляется наиболее четко для бенз(а)пирена, тетрафена, пирена, хризена и антрацена. Также направленно в почвах с увеличением расстояния от источника загрязнения сменяется и тип битумоида: смолистый – маслянисто-смолистый и маслянистый. При этом в почвах городских территорий запасы техногенных битумоидов в 20 раз и более выше, чем в почвах пригородных участков. Для почв, приуроченных к разным режимам землепользования, установлены различия в характере радиального распределения УВ веществ и глубине их проникновения в почву. В токсиндустратах и хемоземах городских территорий отмечается наиболее глубокое проникновение ПАУ и битумоидов - до глубины от 50 до 100 см. В пригородных луговых и лесных почвах на удалении от источника загрязнения глубина проникновения тяжелых ПАУ менее 5 см, а в распахиваемых почвах она совпадает с нижней границей пахотных горизонтов. При разных режимах землепользования установлены различия в содержании и составе индивидуальных ПАУ в почвах. Выделяется группа полиаренов, запасы которых на пашне существенно меньше, чем в автоморфных лесных почвах - бенз(ghi)перилен, бенз(а)пирен, антрацен, пирен, гомологи нафталина. Среди перечисленных ПАУ все, кроме гомологов нафталина, относятся к тяжелым ПАУ, то есть к полиаренам преимущественно техногенного происхождения. Указанные различия позволяют говорить о более интенсивной трансформации ПАУ в освоенных почвах вследствие их лучшей аэрации и фотодеструкции поллютантов в пахотно-турбируемых горизонтах. Выявлены особенности латерального и радиального распределения свободных и удерживаемых газов в

городских и пригородных почвах. Установлено, что на всех исследованных площадках содержание  $\text{CO}_2$  в лесу меньше, чем на пашнях. Различия составили от 2 до 12 раз. По-видимому, определяющим в этом явлении оказывается больший объем разлагающегося корневого опада на пахотных землях по сравнению с лесными участками. Положительные показания по сумме УВ в свободном газе были зафиксированы полевым газоанализатором только в трех разрезах, расположенных в лесу. Среди удерживаемых газов, содержание метана варьирует в пределах первых единиц ppm, лишь в почве заболоченного леса достигает более 200 ppm. При этом в урбанизированных почвах отмечается пониженное по сравнению с пригородными участками содержание УВ газов – в среднем в 4 – 5 раз, что обусловлено подавлением микробиологической активности из-за высокой токсичности городских почв.

УДК 631.4

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ БЕНЗ[А]ПИРЕНА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**Гимп А.В.**

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского  
Южного федерального университета, Ростов-на-Дону*  
[snsushkova@sfedu.ru](mailto:snsushkova@sfedu.ru)

Впервые изучены особенности аккумуляции, миграции и трансформации бенз(а)пирена (БаП) в системе почва-растения с использованием оригинального метода анализа субкритической водной экстракции в условиях уникального модельного эксперимента с черноземом обыкновенным карбонатным, загрязненным разными дозами БаП. Исследования проводили в условиях вегетационного опыта, заложенного в 2012г. Почву просеивали через сито диаметром 1 мм и помещали по 2 кг в вегетационные сосуды емкостью 4 л. На поверхность почвы вносили раствор БаП в ацетонитриле из расчета создания концентрации загрязнителя в почве 20, 200, 400 и 800 нг/г, что соответствует 1, 10, 20 и 40 ПДК. В качестве контроля использовали исходную почву, а также почву, в которую вносили чистый ацетонитрил. Повторность в опыте – трехкратная.

Почву в сосудах инкубировали в условиях, близких к естественным, под навесом на экспериментальной площадке ЮФУ, в течение 26 мес., поливая ее дистиллированной водой по мере необходимости для поддержания оптимальной влажности. Сосуды засевали тест-культурой через 1 и 2 года после начала инкубирования. В качестве тест-культуры использовали ячмень яровой сорта «Одесский-100». Высев растений производился в 2013 и 2014гг. в первой половине апреля на глубину 5 см в количестве 30 зерен на сосуд. Полив осуществлялся дистиллированной водой по рассчитанной норме полива на заданный объем почвы. В образцах почв и растений определяли содержание БаП методом субкритической водной экстракции.

Для БаП фоновый уровень в почве заповедника несколько превышает его ПДК (20 нг/г), что можно объяснить близостью заповедника к зоне влияния НчГРЭС – источника эмиссии ПАУ. В исходно загрязненных почвах об-

наруживали от 84% (доза внесения 1 ПДК) до 99% (доза внесения 10 ПДК) от внесенного БаП. Через 1 год концентрация БаП в почве снизилась на 8-33%, а на 2-й год на 5-16%. Внесение одного растворителя (контроль с ацетонитрилом) лишь незначительно повлияло на исходное содержание загрязнителя в почве и степень трансформации БаП. Влияние растворителя на содержание БаП в растениях было недостоверным.

В конце 1-го и 2-го сезонов в растениях ячменя установлено накопление БаП в концентрациях 6-62 и 1-18нг/г, соответственно, причем эти величины также пропорционально увеличиваются по мере возрастания дозы поллютанта.

Динамика снижения концентрации БаП в почве удовлетворительно описывается экспоненциальным уравнением, причем константы скорости разложения в почве в каждом варианте остаются примерно одинаковыми в течение 2-х лет наблюдений. Однако с увеличением уровня загрязнения константы скорости разложения БаП пропорционально возрастают в пределах от 0,07 до 0,29г<sup>-1</sup>, а период полуразложения соответственно снижается с 9,3 до 2,4 лет. Таким образом установлена прямая зависимость степени разложения БаП в почве от его исходной концентрации в первые 2 года после загрязнения, что объясняется повышенной биодоступностью молекул БаП в искусственно загрязненной почве. Этим же объясняется более высокий уровень коэффициента распределения БаП в системе почва-растения в первый год после внесения поллютанта.

*Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ № МК-6827.2015.4, РФФИ № 16-35-00347 мол\_а, 15-35-21134.*

УДК 631.48

## **ПЕРВИЧНОЕ, РЕЦЕНТНОЕ И ВТОРИЧНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ КАК ВАРИАНТЫ САМООРГАНИЗАЦИИ ПОЧВ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ГЕОСИСТЕМАХ**

**Голеусов П.В.**

*ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет», Белгород*  
[goleusov@bsu.edu.ru](mailto:goleusov@bsu.edu.ru)

Для разработки природосообразных (ренатурационных) подходов к экологической реабилитации антропогенно деградированных почв и поверхностей с полностью уничтоженным почвенным покровом необходимо расширить теоретические представления о вариантах природного воспроизводства почв. В этой связи нами предлагается рассмотрение вариантов первичного, рецентного и вторичного почвообразования.

Если нарушенная поверхность образована субстратом, не затронутым почвообразовательным процессом, реализуется первичное почвообразование. Его целесообразно различать на два типа: петрогенное (на плотных породах) и террагенное (на рыхлых породах). Этот вариант воспроизводства почв реализуется в посттехногенных геосистемах отвалов горно-добывающей

промышленности, но часто его вызывают и природные явления – отложения вулканических осадков, обнажения дна водоемов и др.

Второй основной вариант характеризует ситуацию, когда нарушенная поверхность представляет собой переработанный почвообразованием, но разупорядоченный (перемешанный, перемещенный) субстрат, который может быть представлен материалов почвенных горизонтов (в том числе гумусовых) или вновь экспонированной материнской породой – рецентное (новое) почвообразование. Как правило, этот вариант воспроизводства почв характерен для локальных нарушений как природного, так и антропогенного происхождения, при его реализации активное участие в формировании новой почвы принимают «экосистемы-доноры» и фоновые ненарушенные или слабонарушенные экосистемы. Вариант с вновь экспонированной материнской породой принципиально не отличается от первичного терригенного почвообразования, но все же характеризуется более быстрым протеканием квазипервичных сукцессий (по сравнению с первичными) и несколько более высокой скоростью почвообразования.

Третий основной вариант воспроизводства почв связан с частичным механическим нарушением/разрушением почвенного профиля – это вторичное почвообразование. В данном случае воспроизводство почв происходит на нарушенной почве-предшественнике и имеет наложенный (аппликативный) характер. Если нарушающим воздействием на почву является удаление верхней части почвенного профиля, то меняется функциональное соотношение почвенных горизонтов. Вследствие регенерации формируется почвенный профиль, наложенный на матрицу остаточных горизонтов абрадированной почвы. При этом аппликативная регенерация затрагивает ту часть почвенного профиля, которая соответствует онтогенетическому уровню функционирования почвенной системы. Скорость регенерации превышает темпы формирования новообразованных первичных и рецентных почв, так как аппликативный почвенный профиль развивается в системе существующих каналов и наследует степень преобразования материнской породы почвой-предшественником.

Если нарушающим воздействием является перемешивание, разуплотнение, переуплотнение части верхнего горизонта, то регенерация почвы осуществляется в пределах нарушенного горизонта. Ее результатом является восстановление морфологических и функциональных признаков данного горизонта (плотности сложения, структуры, содержания и состава гумуса и др.). При этом функционирование почвы происходит в системе существующих почвенных горизонтов. Такое вторичное почвообразование можно считать демутиационным – направленным на устранение структурных функциональных нарушений в пределах интегрированного почвенного профиля. При этом новообразованный профиль не формируется, а скорости регенерационных процессов наиболее велики, что обосновывает широкое применение ренатурационных подходов в реабилитационном земледелии.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ МД-6807.2015.5.*



## **АНТРОПОГЕННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ СЕРО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ**

**Гурбанов Е.А.**

*Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[eldar\\_qurbanov\\_54@mail.ru](mailto:eldar_qurbanov_54@mail.ru)

Исследовали влияние длительного сельскохозяйственного использования и ирригационной эрозии на измерение свойств серо-коричневых почв Кура-Аразской низменности. Анализированы образцы почв различного уровня земледелия, а также целенных или залежных участков. Материал исследования показали, что за 50-60-летний период содержание гумуса в пахотных серо-коричневых почвах снизилось с 3,5-4 до 2,0-2,5 %. Ирригационные эрозионные процессы еще больше увеличили это снижение (до 1,2-1,5 %). Уровень интенсификации изменил и качественный состав гумуса. На почвах Мильской экспериментальной станции систематическое применение высоких доз минеральных удобрений увеличило количество нестабильных гумусовых веществ и привело к декарбонизации почвенного поглощающего комплекса. В почвах существенно изменился и минералогический состав.

Ирригационная эрозия также усилила деградацию свойств почв. Коэффициенты реорганизации илистой фракции, снижение биологической активности, изменение качественного состава гумуса послужили дополнительными критериями при разработке классификации степеней деградации эродированных орошаемых почв. По морфогенетическим и морфологическим показателям почв, подверженных эрозии, почв разделили на слабые, средние, сильные несмытые и смытые группы. Несмытые, смытые и смытые орошаемые почвы резко отличаются разной мощностью почвенного слоя, запасами гумуса и питательных веществ, физическими свойствами и поэтому в производственном отношении, очень неравноценны.

УДК 581.524.31:627.53 (470.67)

## **ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ КИЗЛЯРСКОГО ЗАЛИВА В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОГО УРОВНЯ КАСПИЯ**

**Джалалова М.И., Гасанова З.У., Абдурашидова П.А.**

*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, Махачкала*

[d.marina.66@mail.ru](mailto:d.marina.66@mail.ru)

Последствия трансгрессивной деятельности Каспийского моря, начавшееся с 1978 г., представляет серьезную экологическую проблему, затрагивающую многие сферы хозяйственной и социальной жизни Прикаспийского региона. Особую актуальность имеет изучение влияния этого фактора непосредственно на экосистемы прибрежий. Наиболее подвержена изменениям береговая полоса в интервале отметок от -29м до -25м. Прибрежная полоса Кизляр-

ского залива является как бы «моделью», изучение которой позволяет проследить эволюцию в почвообразовании и смене растительных группировок.

Объектом исследований является почвенно-растительный покров приморской полосы Терско-Кумской низменности в районе Кизлярского залива. Этот район вследствие геоморфологических условий в большей степени находится под влиянием современной трансгрессивной деятельности Каспия.

Исследованиями были охвачены фитоценозы пустынной и полупустынной растительности, солончаковые и остепненные луга, плавни и болота, галофильный вариант гидрофильной растительности.

Изменения колебаний уровня моря в зависимости от особенностей микрорельефа сказываются на прибрежной территории неодинаково. По способу воздействия и конечному результату таких колебаний, на основании анализа основных экологических факторов, рельефа, почв, почвенного и растительного покрова выделяются следующие зоны затопления:

1. зона прибрежной полосы включает полосу плавней, приуроченную к прибрежным мелководьям с преобладанием гидрофильной растительности. На вновь образовавшейся прибрежно-периферийной части отдельными контурами формируются подводные почвы, занятые водной растительностью. Болотные и лугово-болотные почвы переходят в стадию подводного почвообразования.

2. зона прямого контакта представляет участки непосредственного воздействия наступающего моря с берегом. Почвы луговые, лугово-каштановые, отличаются изменением засоленности, солонцеватости. Травостой формируется на почвах разной степени засоленности, в ценотической структуре преобладают сообщества, связанные с засолением.

3. зона косвенного влияния, не несущая следов прямого действия наступающего, где изменения экосистем связано с изменением уровня грунтовых вод. Последняя зона представлена первичными ландшафтами с коренной (плакорной) растительностью. Почвы светло-каштановые, солонцевато-солончаковые, легкосуглинистые. Растительность в основном полынно-эфемеровая в комплексе с полынно-солянковыми и многолетне-солянковыми ценозами.

Последовательное увеличение продолжительности привело к смене водной и водно-болотной растительности (*Salicornia europaea*, *Phragmites australis*, *Puccinellia gigantea*) к лугово-солянковым комплексам (*Halimioneverrucifera*, *Frankenia hirsuta*, *Halocnemum strobilaceum*). Дальнейшее увеличение продолжительности затопления выходит за рамки влияния грунтовых вод и приводит к появлению полынно-солянковых и однолетних солянковых сообществ (*Petrosimonia brashiata*, *Petrosimonia oppositifolia*, *Salsola dendroides*, *Frankenia hirsuta*, *Halocnemum strobilaceum*). При переходе к зоне косвенного влияния формируются полынно-эфемеровые и многолетне-солянковые сообщества, основные показатели которых характеризуются зональными типами пустынных и полупустынных сообществ с участием (*Artemisia taurica*, *Petrosimonia brashiata*, *Salsola dendroides*, *Poa bulbosa*, *Eremopyrum orientale*).

## СПОСОБЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПИРИТОСОДЕРЖАЩИХ ТОКСИЧНЫХ ГРУНТОВ И ОЦЕНКА ТЕМПОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ЭКОСИСТЕМ

Дмитракова Я.А., Абакумов Е.В.

*СПбГУ, Санкт-Петербург*

[janamja@rambler.ru](mailto:janamja@rambler.ru)

Рекультивация сульфатнокислых грунтов представляет собой сложную задачу, особенно в случае неселктивной укладки вскрышных пород в отвалы при добыче самых разнообразных полезных ископаемых. Динамика почвообразования на пиритосодержащих отвальных грунтах и процессы их зарастания были изучены на территории месторождения Устье-Брынкино по добыче огнеупорных глин, которое находится в Боровичском районе Новгородской области. Описание растительности и отбор почв проводили летом 2015 г. на трех участках. На первом была проведена горнотехническая и биологическая рекультивация, внесены различные удобрения и посеяны многолетние злаковые и бобовые травы. На втором участке была выполнена только горнотехническая рекультивация, а третий представляет собой нерекультивированный отвал пиритосодержащей породы. В лабораторных условиях проведены анализы основных агрохимических и агрофизических свойств техногенных почвоподобных образований.

Исследования показали, что в случае проведения комплекса мероприятий по биологической и горнотехнической рекультивации лучше выражен процесс гумусонакопления и формируется развитый гумусовый горизонт, существеннее глубина проникновения корней и ярче выражено формирование почвенной структуры. Эти процессы выражены хуже в случае если рекультивационные мероприятия остановились на горнотехнической стадии. На третьем участке техногенные почвоподобные образования не имеют выраженной структуры, наблюдаются следы поверхностной эрозии и большое количество включений кристаллического пирита черного цвета и ржавых пятен его окисленной формы. По гранулометрическому составу почвы всех участков сходны. На участке, где была проведена биологическая рекультивация общее проективное покрытие растительности достигает 80%. Здесь зафиксировано 19 видов высших сосудистых растений, среди которых преобладают травянистые формы (15). На участке, где ограничили только горнотехнической рекультивацией, ОПП составляет 30%. Сформировался мелколиственный редкостойный лес, где среди высших растений – 5 деревянистых и 4 травянистых видов. На третьем участке растительность не развита.

Установлено, что содержание органического углерода максимально в верхних слоях и уменьшается вниз по профилю. Интересно, что на токсихемолитоземе данное значение максимально, что может быть связано с наличием пирита и литогенного органического вещества, а также отсутствием минерализации.

На первом участке для всех горизонтов характерна слабощелочная реакция мелокзема почвоподобных тел. Данное явление – результат двух противоположных процессов (выветривания фракций почв, содержащих кальцит и доломит, что нейтрализует кислые продукты, образующиеся при выветривании пирита). На участке, где выполнена только горнотехническая рекультивация реак-

ция мелкозема грунта в разных прикопках варьировала от сильнокислой до щелочной. Грунт третьего участка сильнокислый.

Значения эмиссии углекислого газа сопоставимы на всех участках. Этот показатель варьирует в пределах 50-170 мгСО<sub>2</sub>/100г/сутки, что свидетельствует о низкой биологической активности.

Таким образом, скорость регенерации экосистем, видовой состав и общее проективное покрытие растительности сильно зависят от способа рекультивации: в случае отсутствия рекультивации восстановление почвенно-растительного покрова на пиритосодержащих токсичных грунтах не происходит. Для оптимизации рекультивации в условиях смежного складирования щелочных и пиритоносных пород необходимо проводить селективную укладку вскрышных пород в целях нейтрализации кислых продуктов выветривания пирита за счет местных литогенных ресурсов рекультивации.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-34-20844*

УДК 631.4

## **ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ПЕРМСКОМ ПРИКАМЬЕ**

**Еремченко О.З., Максимова С.Е., Митракова Н.В.**

*ПГНИУ, Пермь*

[eremch@psu.ru](mailto:eremch@psu.ru)

Структура почвенного покрова представляет собой пространственное расположение элементарных почвенных ареалов, в разной степени генетически связанных между собой. В условиях техногенеза структура почвенного покрова претерпела существенные изменения. Появились новые почвы (например, урбостратоземы), квазиземы (в том числе, целесообразно созданные) и техногенные грунты, которые в той или иной степени выполняют функции почв. Они, как правило, не связаны между собой длительными почвенно-геохимическими процессами, ведущим фактором их образования является характер антропогенного воздействия. Почвенный покров приобрел сложную мозаичную структуру, обусловленную частой сменой почв и почвоподобных поверхностных образований, многокомпонентным составом и высокой степенью контрастности между входящими в него образований; поэтому для урбанизированных и промышленных ландшафтов предлагаем использовать термин «природно-техногенная организация почвенного покрова».

В Пермском крае основные промышленные узлы (Соликамско-Березниковский, Пермский) расположены в долине р. Камы. Для цели средне-и крупномасштабного картографирования селитебных и промышленных зон предложено использовать метод выделения урбо- и технопедокомплексов – комбинации почв и техногенных поверхностных образований (ТПО) на одинаковых почвообразующих породах. Педокомплексы отличаются по преобладающим почвам и ТПО, они унаследовали некоторые признаки природных почв и почвообразующих пород. На урбанизированных территориях Прикамья сформировались урбопедокомплексы селитебных зон разноэтажной застройки с преобладанием урбостратоземов и квазиземов на элювиально-делювиальных суглинках,

древнеаллювиальных песках и двучленных породах. В урбопедокомплексах селитебных зон малоэтажной застройки с приусадебными участками на таких же почвообразующих породах доминируют агропочвы (агродерново-подзолистые, агродерново-элювоземы и др.) и урбостратоземы. В технопедокомплексах промышленных зон на тех же породах природные почвы сочетаются с техногенными поверхностными образованиями (ТПО) разного состава. Технопедокомплексы отличаются загрязнением, связанным с промышленными выбросами или отходами. У предприятий по добыче и переработке солей почвы и ТПО содержат легкорастворимые соли, у нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий – органические загрязнители, у металлургических – тяжелые металлы и т.д.

В полевых исследованиях установлены закономерности формирования почв, ранее не подлежащих картографированию в долине р. Камы. С применением оцифрованных топографических карт М:100000, карты лесов, почвенной карты М:300000 был реконструирован природный почвенный покров, представленный ареалами дерново-подзолистых почв на элювиально-делювиальных суглинках, дерново-элювоземов на двучленных породах, псаммоземов гумусовых на древнеаллювиальных песках, серогумусовых почв на элювии пермских пород, болотных почв и комплексом аллювиальных почв.

Наложение слоя функциональных зон с разными педокомплексами на природный почвенный покров позволяет разработать карту природно-техногенной организации почвенного покрова Пермско-Березниковско-Соликамского промышленного региона.

Карта природно-техногенной организации почвенного покрова дополняется информацией по экологическому состоянию на основе фитотестирования. Так, например, состояние поверхностных слоев урбопедокомплексов селитебных зон с преобладанием урбостратоземов торфо-эутрофированных на элювиально-делювиальных суглинках имеет преимущественно удовлетворительный уровень, не уступающий региональным черноземам глинисто-иллювиальным. Снижение плодородия относительно общего фона урбопедокомплекса характерно для урбостратоземов песчано-супесчаных, а также для квазиземов с рекультивационным торфяным горизонтом, имеющим кислую реакцию среды. Заметного влияния загрязненности тяжелыми металлами на тест-культуру не установлено, т.к. основные загрязнители (Pb, Cd, Cu) проявили очень низкую подвижность.

УДК 631.48

## **ДИНАМИЧЕСКАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ИХ ЭВОЛЮЦИЯ В УСЛОВИЯХ АРИДНОГО КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА**

**Залибеков З.Г.**

*Институт геологии Дагестанского научного центра РАН,  
Дагестанский государственный университет, Махачкала  
[bfdgu@mail.ru](mailto:bfdgu@mail.ru)*

Природные условия, способствующие формированию отдельных направлений почвообразования, и их временные колебания в зоне аридного

климатического режима оказывают существенное влияние на динамику и развитие почвенных процессов. Одним из главных изменяющихся условий являются климатические флуктуации с относительно высоким коэффициентом увлажнения ( $k=0,4-0,8$ ) в весенний и осенний периоды продолжительностью 3-4 месяца. Отличительной чертой этого периода является временное преобладание нисходящих токов влаги над восходящими с ослабленным испарением почвенной влаги. Переход к летнему, осеннему сезонам сопровождается резким уменьшением атмосферных осадков и увеличением расходной части почвенной влаги на испарение и транспирацию растений. Коэффициент увлажнения снижается ( $k=0,3-0,4$ ) в течение 6-8 месяцев. Резкая обратимая сменяемость климатических условий по сезонам года способствует одновременному проявлению разнообразия и напряженности направлений почвообразования.

Наиболее важным из них являются развитие солончакового, солонцового, испарительного, продукционных процессов. Функционирование их в ареале одного и того же типа почв создает динамическое разнообразие, образуя новые этапы и стадии, свойственные эволюционным переходам почв аридных экосистем. В этой связи рассматривается напряженность, создаваемая процессами солончакового, солонцового в почвах Терско-Кумской низменности. Одновременное и обратимое их проявление на разных стадиях (в условиях развития солончакового процесса подавляются солонцовые и наоборот) способствуют формированию временно функционирующих ресурсов. В отличие от классических подходов, выявление динамической напряженности и разнообразия дает возможность выделить продукционные ресурсы, характерные почвам аридных территорий.

Сезонная изменчивость количества осадков, обратимый характер восходящих и нисходящих токов влаги и общая тенденция потепления климата обеспечивают преобладающую роль солончакового процесса в общей динамике почвообразования. Об этом свидетельствуют выявленные максимальные значения испарения почвенной влаги в летний период. Прогрессирующая напряженность динамических изменений подтверждается накоплением легкорастворимых солей в лугово-каштановых, луговых почвах, солончаках гидроморфных за счет подтяжки их из грунтовых вод и почвообразующих пород.

Солонцовые свойства развиваются в осенний, осенне-зимний периоды при уменьшении испарения и ослаблении восходящих токов влаги. Элементы динамического разнообразия и напряженности при подавлении восходящих токов влаги вносят изменения в морфологических признаках с формированием горизонта со столбчатой, призмовидной структурой и увеличением плотности средней части профиля. Влияние солончакового процесса отражается здесь в физических и химических свойствах, тогда как, солонцовые признаки обнаруживаются в морфологических признаках. Соотношение солончакового и солонцового процессов и их эволюция в многолетнем аспекте характеризуются увеличением содержания легкорастворимых солей с одной стороны – и сохранением структурного состояния – с другой, являющегося признаком солонцеватости.

Динамические аспекты разных направлений развития почвообразовательного процесса дифференцируются различиями, образующимися влиянием процессов засоления – рассоления. Генетическая связь обратимых процессов, обусловлена с сезонным изменением количества атмосферных осадков и вос-

ходящими токами, формирующихся испарительным процессом. Современные процессы, создающие напряженность, являются характерной чертой перехода почвенных процессов в аридных условиях к стадии развития опустынивания. Эволюция почв при параллельном проявлении противоположных процессов в одном и том же ареале почв свидетельствует о наличии состояния, способствующего сохранению экологического равновесия и продуктивности растений. Элементами их могут быть разнообразие не учитываемых процессов, как в многолетнем, так и в сезонном аспектах. Учитывая динамическую напряженность и разнообразие почвенных процессов сухого и увлажнительного отрезков времени представляется возможность регулировать экологическое состояние и обеспечить управление почвенными ресурсами применением научно-обоснованной экологической концепции.

УДК 631.48 : 930.26

## **СТРУКТУРА ПОГРЕБЕННЫХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ И ДИНАМИКА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ГОЛОЦЕНА**

**Золотарева Б.Н., Бухонов А.В., Пинский Д.Л.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,*

*Пушино*

[azol2003@rambler.ru](mailto:azol2003@rambler.ru)

Хронология развития почв региона и динамики климата за последние 50 веков показали, что начало формирования каштановых почв современного облика на территории Нижнего Поволжья относится к 4 тыс. лет назад; засушливые климатические эпохи приходились на конец 3 - начало 2 тысячелетия до н.э. и 2 – 3 вв. н. э., увеличение атмосферной увлажненности имело место в 1, 4 и 12 – 14 вв. н. э. В новое время на состоянии ландшафтов юга России существенно сказались влажные и холодные климатические условия Малого ледникового периода (17-19 вв.). Изучению способствовало обилие разновременных археологических объектов (курганов) со сформированными почвами 3500, 2000, 1700, 700, 300 л.н. в довольно однородной биоклиматической обстановке сухих степей Волго-Донского междуречья. Установлены различия в формировании структуры каштановых почв в процессе их естественной эволюции. За последние 3.5 тыс. лет развитие почвенной структуры осуществлялось ритмично в зависимости от чередования засушливых и увлажненных условий, на что указывает ярко выраженная смена группового состава структуры – агрегированности и глыбистости. Наиболее отчетливо диагностирует обратимые процессы разрушения - восстановления структуры фракции агрегатов размером 2-7мм. Их содержание снижается в засушливых и увеличивается в гумидных условиях почвообразования практически на одинаковую величину, 20-30%. Образование агрегатов размером от 2 до 0.5мм, содержание которых за последние 3500 лет линейно увеличилось в 1.5 раза, связано с эволюционной трансформацией в системе гумусовых веществ, принимающих активное участие в структурообразовании. За исследуемый период доля гуминовых кислот в составе гумуса почв хроноряда также увеличилась более чем в 2

раза. Установленный характер распределения размерных структурных отдельностей определяется природой их агрегации, сохраняющей влияние на состояние макроструктуры подкуранных палеопочв после погребения. Однако, функционирование почв в погребенном состоянии приводит к экспоненциальному снижению водоустойчивости структуры. Оно определяется минерализацией органического углерода в диагенезе, зависит от продолжительности погребения связано с размером агрегатов. Не водоустойчивы агрегаты >5мм, большие разрушения отмечаются в группе водопрочных агрегатов 5 - 1мм – их доля за 3.5 тыс. лет после погребения снизилась в гор. А1 в 3.9 раза. Доля водопрочных агрегатов < 1 мм в диаметре уменьшилась за это время в 1.5 раза. В целом, за 3500 лет после погребения в гор. А1 каштановых почв разрушено 46, в гор. В1 – 68 % водоустойчивых агрегатов относительно их содержания в фоновой почве. Спустя 3500 лет содержание водопрочных агрегатов становится в гор. А1 равновесно стабильным и равным 14%. Водопрочность структуры погребенных, как и современных, почв определяется содержанием и составом гумуса. Векторы изменения водоустойчивости структуры и типа гумуса каштановых палеопочв совпадают и показывают, что эволюция почвообразования за последние 3.5 тыс лет связана с увеличением увлажненности климата.

*Исследования проводились при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 16-04-00-924, 14-04-31000/15).*

УДК 631.638

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ**

**Ибрагимов А.Г., Гусейнова И.Г., Гасанова Е. К., Амирова Р.М.,  
Асадова Л.А.**

*Сумгаитский Государственный Университет, Сумгаит, Азербайджан*

[ibrahimli\\_ali@mail.ru](mailto:ibrahimli_ali@mail.ru)

Результатами проведенных исследований на территории Апшеронского полуострова, занятых нефтяными промыслами, установлено, что в почвах данного участка содержание микроэлементов Zn, Ni, Co, необходимых для жизнедеятельности человека, снизилось, а количество тяжелых металлов, наоборот, повысилось.

В северо-восточной части Апшеронского полуострова (в 30 км восточнее от г. Сумгаита) количество тяжелых металлов в верхнем слое почвы находились в следующем порядке: Ni – 75, Co – 26, Pb – 46, Cr – 127, Zn - 42, Cu – 49, Se – 36, Mo – 7,1, Ca – 4,2, V – 120, F – 31 мг/кг.

В верхних слоях почвы на нефтезагрязненных участках Апшеронского полуострова количество титана составляло 100 мг/кг, хрома - 230 мг/кг, марганца – 600 мг/кг, никеля – 5,6 мг/кг, меди – 1,8 мг/кг. На вышеназванных участках, в зависимости от степени загрязнения нефтью, содержание титана колебалось в пределах 660-480 мг/кг, хрома – 420-300 мг/кг, марганца – 1400-



1100 мг/кг. Если в верхнем слое почвы не загрязненных нефтью количество стронция составляло 100 мг/кг, то в нефтезагрязненных почвах, его содержание в таком же слое почвы доходило до 200 мг/кг. Объектами для проведения исследований на территории Апшеронского полуострова были нефтезагрязненные участки нефтепромыслов Балаханы (разрезы № 5 и 8) и Бинагади НГДУ. По процентному содержанию тяжёлых металлов песчаные почвы Балаханы значительно отличались от глинистых почв Бинагади. То есть, в песчаных почвах содержание тяжелых металлов в 2 раза меньше, чем в глинистых.

В песчаных почвах Балаханы при сильном нефтезагрязнении на глубине 0-116 см почвы (разрез № 5) содержание меди составляло 18 мг/кг, на глубине 116-124см почвы – 26 мг/кг, а в разрезе № 8 на глубине 52-80 см почвы - 14 мг/кг. В почве разреза № 5 содержание свинца находилось в норме. На глубине 52-80 см почвы разреза № 8 содержание свинца было в 2 раза и в песчаных не загрязненных почвах в 5 раза больше, чем в почве разреза № 5.

По сравнению с данными Кларка, содержание цинка в почвах разрезов № 5 и 8 было в 2,5 – 3 раза больше, а в песчаных почвах, наоборот, ниже. Содержание ванадия по сравнению с показателями Кларка, было на 12,20 и 36 мг/кг больше. Содержание тяжелых металлов стронция и ванадия в этих почвах соответствовали показателям Кларка. В песчаных почвах эти показатели по сравнению с данными Кларка повысились в 4 раза, а в почве разреза № 8 – в 2,5 раза.

На Апшеронском полуострове ежедневный радиационный фон в зимний период колеблется в пределах 7-12 мкР/ч, весной и осенью – 7-13 мкР/ч и меняется внутри естественного фона. Исследования показали, что высокий радиационный фон отмечен и в породах, извлеченных из разной глубины почвы, которые посредством грунтовых вод выходят на поверхность почвы и накапливаются на различных участках.

Также на территории Апшеронского полуострова в почве и в биоценозах изучили естественный и искусственный радиационный фон. В Бинагади и Балаханах на территории НГДУ средний естественный радиационный фон колебался в интервале 7-10 мкР/ч. Гамма - спектральный анализ загрязненных сырой нефтью почвенных образцов, взятых с опытных участков, показал, что радиационный фон в основном создают естественные радионуклеотиды  $^{40}\text{K}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и их норма эффективной активности (Бк/кг) находилась в пределах  $A_{\text{eff}} \leq 57$  Бк/кг.

Отражательная способность почвы зависит от цвета почвы, содержания органического вещества, растительного покрова, механического состава почвы, влажности и от других показателей почвы и она в разных почвах разная. В сильно загрязненных почвах интеграл загрязнения составляет 10-12%.

Исследованиями установлено, что в нефтезагрязненных почвах в зависимости от их карбонатности отражательная (радиационная) способность почв снижается.

## ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ: РЕШЕННЫЕ И НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ, ПРОБЛЕМЫ И ФЕНОМЕНЫ

**Иванов И. В.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино*  
[ivanov-v-28@mail.ru](mailto:ivanov-v-28@mail.ru)

Эволюция почв, понимаемая как их развитие во времени, как его синоним, - одна из важнейших теоретических проблем почвоведения. Размещение в пространстве структур и процессов, не менее важно, но оно в большинстве случаев может изучаться непосредственно. Оценки изменений, определяемых временем, очень затруднены тем, что отсутствуют критерии длительности почвообразования в его «чистом» виде, как и критерии оценки длительности почворазрушающих процессов. Актуальны грани времени – дление, давность (вместе - возраст), последовательность, темпоральность (качество, «заполненность» событиями). **А.** Проявление времени в изменениях свойств почв зависит от соотношения почвообразования и геологических процессов (тренды почвообразования), что нашло частичное отражение в Классификации ...2004 (почвообразование: в неизменном, уменьшающемся, увеличивающемся объеме пород, в турбационном тренде, на медленно сползающих массах и др.). Назовем некоторые из феноменов проявлений развития почв, обусловленные изменениями климата в прошлом: 1) встречаемость погребенных подзолов в тундрах, 2) почвы «едом» северо-востока России, 3) промерзшие торфа в Западной Сибири, 4) палевость почв средней тайги Восточно-Европейской равнины, 5) почвы с ВГГ, 6) палеомерзлотные микрорельеф и полигонально-блочное строение пород, последствие их на почвообразование, 6) эволюция черноземов дренированных территорий (прирост мощности гумусового горизонта, всего профиля, перемещение карбонатных и гипсовых горизонтов, пересегрегация), 7) цикличность признаков ксероморфизма и палеогидроморфизма в аридных почвах слабодренированных равнин, 8) дефляционно-прерывистая эволюция песчаных почв, 9) признаки текучести почвенных масс на склонах, 10) полигенез лессов и заключенных в них почв, 10) обновление гумуса почв, его самоочищение от «ядерного» <sup>14</sup>C. **Б.** Слабо разработанные вопросы эволюции почв: 1) всё чаще обнаруживающаяся слабая корреляция свойств почв с климатом или её отсутствие; 2) разнонаправленность изменений почвенно- климатических условий на близко расположенных территориях; 3) необходимость совершенствования палеоклиматических реконструкций по почвам, 4) совершенствование <sup>14</sup>C метода датирования гумуса почв, 5) качественная сравнительная оценка воздействия почвообразования на изменение почвообразующих пород, оценка скорости изменения зрелых почв при изменении климата - на примере подзолов, солонцов, солодей и других почв, 6) слабая разработанность представлений о почвенных процессах и их слабая экспериментальная подтвержденность (например, моделирование миграции ила и органо - минеральных соединений по почвенному профилю и другие). **В.** Некоторые из проблем эволюции почв можно отнести к парадоксам, так как в настоящее время не просматривается путей их удовлетворительного решения. Приведем два примера: 1) значительные размеры высоких террас реч-

ных долин, которые формировались в перигляциальные эпохи с аридными климатом, растительностью, почвами, 2) преобладание травянистой растительности, необходимой для формирования гуминового гумуса так называемых ВГГ, и реконструирование лесных ценозов со смешанными лесами на этих территориях по данным спорово-пыльцевых анализов С. Назрела организация мониторинга в целях познания эволюции почв и разработка такой программы. Составной частью мониторинга может быть специальная реперная сеть: реперов многолетних уровней почвенных поверхностей, реперов топографического расположения объектов, реперов для изучения сезонной динамики уровней поверхностей, реперов для изучения динамики летнего и зимнего растрескивания, репера местоположений объектов классических исследований, отбора эталонов – и т.д. Д. Необходимо понять насколько применимо использование закономерностей голоценового (современного) почвообразования и голоценовой эволюции почв, как выражение принципа актуализма, при анализе почв прошлых эпох и какие выводы палеопочвоведения могут быть полезны для понимания голоценовой эволюции почв.

УДК 631.41

## **ФТОРИДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ СТЕПНЫХ И ГОРНО-ТАЕЖНЫХ ЛАНДШАФТОВ**

**Иванова Е.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[elen.my@mail.ru](mailto:elen.my@mail.ru)

Основным источником техногенного поступления фторидов в ландшафты является алюминиевая промышленность. Соединения фтора входят в состав сырья криолита для производства первичного алюминия. Твердые и газообразные формы фторидов поступают в атмосферу с выбросами предприятия и затем либо оседают на поверхности почвы и растительности, и вовлекаются в биологический круговорот, либо переносятся на большие расстояния, тем самым выносятся из ландшафта.

Под влияние Саяногорского алюминиевого завода, который находится на территории Республики Хакасия, попадают степные и горно-таежные ландшафты Южно-Минусинской котловины.

Почвы степных ландшафтов представлены: черноземами маломощными щебнистыми, приуроченными к равнинным участкам древних надпойменных террас р. Енисей, пологим склонам; луговыми черноземовидными и аллювиальными почвам поймы р. Енисей; солончаками в депрессиях, занятых бессточными солеными озерами. Степи мелкодерновинные каменистые разнотравно-злаковые, крупнопольнно-злаковые с участками с разнотравной и осоковой растительностью. Территория вокруг соленых озер занята чиевыми зарослями в комплексах с различными луговыми и степными видами, солянками и солеросами.

Почвенный покров горно-таежных ландшафтов представлен буроземными почвами, серыми лесными почвами, которые развиваются под березово-лиственничными лесами с примесью кедра, пихты и ели на склонах и вершинах возвышенностей.

Техногенно-трансформированные почвы формируются на участках рекультивации, на отвалах, на местах хвостохранилищ, зарастающих древесными мелколиственными породами, представляют собой техноземы и маломощные буроземы.

Для оценки степени загрязнения почв фтором необходимо знать его фоновое содержание, которое характеризует исходное количество фтора в почве и является естественным уровнем. На основании исследований в данном районе для оценки фторидного загрязнения почв выделен фоновый показатель содержания водорастворимого фтора в почве, который составляет 1,5 мг/кг. Предельно допустимая концентрация водорастворимых форм фтора по санитарно-гигиеническим нормам равна 10 мг/кг. Максимальные концентрации водорастворимого фтора – 10-12 мг/кг наблюдаются в непосредственной близости от алюминиевого завода в 0,5-1,5 км в северном и северо-восточном направлении в поверхностном слое почвы 0-10 см. Для остальных точек характерна высокая вариабельность концентраций водорастворимого фтора от 1,5-7 мг/кг. По мере удаления от предприятия концентрация водорастворимого фтора в поверхностном слое почвы уменьшается, достигая фонового показателя в 15 км от завода. Главную роль в пространственном распределении фторидов в исследуемых ландшафтах играет климатический фактор. Наибольшие концентрации отмечаются по направлениям господствующих ветров. По распределению содержания водорастворимых форм фтора можно выделить 3 зоны воздействия предприятия: 0-3 км, 3-7 км, 7-25 км от алюминиевого завода. В первой зоне наблюдается аккумуляция загрязнителя до уровня ПДК или превышение его. Во второй зоне происходит накопление фторидов в почве и превышение фоновых концентраций. В третьей зоне накопления водорастворимых форм фтора не происходит. Содержание фторидов в пределах фонового показателя.

Анализ внутрипрофильного распределения фторидов выявил аккумуляцию загрязнителя в верхних гумусовых и природных и антропогенно-трансформированных почв. Это можно объяснить наличием биогеохимического барьера в верхнем гумусовом горизонте почв. Аккумуляция фтора происходит в результате адсорбции ионов на поверхности органических коллоидных систем или образования комплексных соединений. При движении вниз по профилю почв концентрации фторидов достигают фоновых значений.

УДК 631.46

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ УЧАСТКОВ БОГАРНЫХ ЗЕМЕЛЬ (МОЧАРОВ) АЗОВСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Калинина Н.В., Королева П.В., Вильчевская Е.В., Рухович Д.И.,  
Куляница А.Л.**

*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*  
[landmap@yandex.ru](mailto:landmap@yandex.ru)

Почвенные процессы могут привести и приводят к изменению способов сельскохозяйственной эксплуатации земель или к смене типов землепользова-

ния. В крайних случаях трансформации почвенного покрова, он может утратить сельскохозяйственную ценность, что приводит к выбытию земель из сельскохозяйственного оборота. Одним из таких процессов является образование мочаров - переувлажненных участков богарных земель. Сформировавшийся мочар препятствует прохождению сельскохозяйственной техники, что делает невозможным его обработку.

На территории Ростовской области фиксируются мочары в разных стадиях своего существования. На первом этапе они угнетают культурную растительность с понижением ее продуктивности, на втором делают произрастание культурной растительности полностью невозможным и территорию мочара занимает сорная растительность, на третьем этапе становится невозможным прохождение сельскохозяйственной техники - выбытие земель из сельскохозяйственного оборота. Процесс формирования мочара длительный, что приводит к восприятию его в каждый конкретный момент сельскохозяйственным производителем как данности.

Для выявления мочаров не как стационарного объекта, а как процесса роста переувлажнения (мочаризации) и выявления причин этого процесса создана проблемно-ориентированная система. Система базируется на ГИС технологиях и методах дешифрирования материалов дистанционного зондирования (МДЗ). Мочары распространены широко, но занимают небольшие площади, что требует детальности исследования при покрытии большой площади. Эти требования возможны при картографическом подходе в М 1 : 10 000, охватывающем территорию области. Необходимость временного охвата исследований в десятки лет, делает неизбежным именно проблемно-ориентированный подход в рамках которого необходимо создать систему ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова. Для документальной точности и верифицируемости результатов исследования, необходимо ввести в систему все МДЗ за период исследования с обязательной геореференсацией.

В нашем случае удалось собрать и геореференсировать МДЗ с 1968 по 2015 гг. Пространственное разрешение МДЗ 1968 г. составило порядка 2 м., а с 2007 г. 1 м. и лучше. Так же в исследовании были использованы ортофотопланы с разрешением 30 см., данные спутника IRS с разрешением 6 м. и все безоблачные кадры Landsat с 1985 по 2015 гг. с разрешением 30 м. Кроме МДЗ в систему введены топографические карты М 1 : 25 000, схемы внутрихозяйственного землеустройства М 1 : 25 000 нескольких сроков, почвенные карты М 1 : 10 000 - 1 : 50 000.

При анализе данных и дешифрировании МДЗ в рамках проблемно-ориентированной системы построены шесть детальных карт почвенно-земельного покрова с шагом в 10 лет. В случае необходимости, на участки мочаров временной интервал уменьшался до 5 лет. Совмещение всех созданных карт позволило создать единую карту землепользования, где каждый контур имел уникальную запись истории его эксплуатации с 1968 по 2015 гг.

Ретроспективный мониторинг показал, что мочары Ростовской области являются следствием культивирования лесополос поперек тальвегов, выполаживающихся древних балок. Временной лаг от воздействия на тальвег (высаживание лесополосы) до образования мочара составляет порядка 25-ти лет.

Влияние мочара не ограничивается собственно площадью его непосредственного проявления. Длина тальвегов овражно-балочной сети (ОБС) Ростовской области составляет десятки и сотни километров в рамках выделения мак-

симальной длины элемента графа в рамках одного водосборного бассейна фрагмента ОБС. Это означает, что тальвег пересекает десятки полей, т.к. размер поля составляет обычно 2х1 км. Мочар на поле при ширине в 5 - 30 метров, рано или поздно разрастается от лесополосы до лесополосы и разделяет поле на фрагменты, которые невозможно обрабатывать одновременно, т.е. одно прямоугольное поле становится несколькими полями неправильной формы.

УДК 631.42

## **ОПЫТ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ К ТЕХНОГЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ**

**Канзафаров Э.Р., Макаров О.А.**  
*МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва*  
[eldarknz@gmail.com](mailto:eldarknz@gmail.com)

К настоящему времени разработаны различные методологические подходы к оценке способности почв противостоять неблагоприятным воздействиям техногенной природы. Указанную способность почв чаще называют их устойчивостью, реже – буферностью. Особое распространение получили исследования устойчивости (буферности) почв к химическому загрязнению токсическими веществами (тяжелые металлы, нефть и нефтепродукты, полициклические ароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы, диоксины, радионуклиды и т.д.).

Целью проведенных исследований явилась оценка (при помощи различных методических подходов) устойчивости почв отдельных районов города Волгограда к загрязнению тяжелыми металлами 1-го и 2-го классов опасности (свинец, кадмий, цинк, медь) и нефтепродуктами и деградиационным процессам, связанным с изменением кислотности, содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и других базовых показателей состояния почв.

Исследовались – промышленная, санитарно-защитная зоны (СЗЗ) в районе крупного промышленного предприятия города Волгограда и участки, находящиеся за их пределами. Выявлено повышенное (более ПДК) содержание загрязняющих веществ в почвах и почвогрунтах промзоны и СЗЗ предприятия: содержание меди и кадмия здесь доходит до 4-го, свинца и цинка – до 3-го, а нефтепродуктов – до 2-го уровней загрязнения. За пределами СЗЗ загрязнение почв, в основном, соответствует 1-му (допустимому) уровню. Использование методики В.Б. Ильина (1995, 1997) показало, что для всех исследуемых участков абсолютно преобладают почвы и почвогрунты с повышенной буферностью к загрязнению тяжелыми металлами. Методика В.Д. Васильевской и И.Н. Овчинниковой (2004) выявила доминирование среднеустойчивых почв для всей территории обследования. Применение показателя потери экологического качества почв (Макаров, 2002) позволило существенным образом дифференцировать почвы в районе промышленного предприятия: вся промышленная зона и значительная часть СЗЗ предприятия характеризуются почвами с неустойчивым состоянием.

Различные картины пространственного распределения устойчивости почв в районе крупного промышленного предприятия отражают различия в подходах к оценке этой устойчивости. Подходы В.Б. Ильина, В.Д. Васильевской и И.Н.

Овчинниковой отражают потенциальную способность почв противостоять негативному воздействию. Поэтому, например, увеличение степени насыщенности основаниями, приводит к усилению потенциальной устойчивости (буферности). В целом, выровненные значения показателей основных свойств почв и почвогрунтов, расположенных в районе промышленного предприятия, приводят к схожим значениям устойчивости/буферности и в промзоне, и СЗЗ, и за пределами СЗЗ. Некоторые, незначительные, различия между результатами, полученными при применении методики В.Б. Ильина, с одной стороны, и В.Д. Васильевской и И.Н. Овчинниковой, с другой стороны, обусловлены различными критериями и целями оценки устойчивости. Подход В.Б. Ильина ориентируется на определение буферности почв только по отношению к тяжелым металлам, подход В.Д. Васильевской и И.Н. Овчинниковой не ограничивается оценкой устойчивостью лишь к загрязнению.

Применение методики оценки устойчивости почв на основе показателя потери их экологического качества (ППЭК почв) выявило значительные по площади ареалы неустойчивого состояния почв, потому что оценивались не потенциальные, а реальные свойства почв – показатели их загрязнения и деградации. Поэтому повышенная загрязненность и деградированность почв и почвогрунтов, в первую очередь, по уменьшению содержания гумуса по сравнению с недеградированным аналогом в промышленной и санитарно-защитной зонах обусловили неустойчивое состояние этих почв и почвогрунтов.

УДК 631.4

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОЧВЫ БАССЕЙНА ТАУЗЧАЯ (АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)**

**Каримова Айгюн Азиз кызы**

*Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[kerimova\\_00@list.ru](mailto:kerimova_00@list.ru)

Главная особенность климата в числе других факторов почвообразования заключается в том, что климат определяет такие существенные условия жизни растений, как тепло и влага. Ни с одним из других факторов почвообразования не связаны столь глубокие различия в почвообразовании, как те, которые сопряжены с влиянием водных – тепловых элементов климата на течение биологических процессов на земной поверхности.

На климат Таузчайского бассейна влияние оказывают воздушные массы, приходящие из Северо-Кавказского плоскогорья (Закавказье), Атлантического океана, Арктики и Центральной Азии. Климат в бассейн сухой континентальный. Среднегодовая температура воздуха меняется 8-13<sup>0</sup>С, в января 1-4<sup>0</sup>С, в июля 18-25<sup>0</sup>С приделах. Среднегодовой относительный влажность 71%. Годовая количества осадков 400-700 мм. Среднегодовой скорость ветра составляет 3,4 м/с.

Во все времена истории в целом XX век является самым жарким веком, 1990-2000 гг. являются самым жарким десятигодовичным периодом, 1995, 1998, 2000, 2003, 2005, 2010 и 2011 гг. являются самими жаркими годами.

В июнь - июле и августе месяцах 2000 г. была засуха. В регионе дожди не выпали. 5-7 июля, 14-17, 20-24, 26-28, 31 июля и 1-2 августа были очень жаркими и максимальная температура воздуха достигла 37-41<sup>0</sup>.

Гидротермические параметры почв в момент исследования характеризуются высокими температурами и низкой влажностью. Температура снижается вниз по профилю во всех суглинистых почвах от 30 - 35<sup>0</sup>С и более 40<sup>0</sup> в песчаной, выравниваясь на глубине 20 см на уровне 25<sup>0</sup>С и далее не изменяясь. Влажность почв различается сильнее. Главное ее отличие от распределения температуры – увеличение значений параметра в средней и нижней частях профиля.

Температура почвы по сравнению с температурой воздуха отличается значительной устойчивостью, которая увеличивается от зимы к лету и с глубиной. На термический режим почв, кроме постоянной действующих факторов, оказывает влияние высоты местности и форма рельефа. Кроме того, термический режим почв зависит от температуры воздуха, механического состава и физических свойств самой почв, ее влажность, густоты и вид растительности, высоты снежного покрова и др. Весной наблюдаются заметные изменения температуры поверхности почв. В марте температура поверхности повышается до 9<sup>0</sup>С, а в апреле она составляет 16<sup>0</sup>С. Средние даты первого мороза на почвах осенью отмечаются в конце октября, последнего в начале второй декады апреля. В отдельные годы при частой адвекции холодных воздушных масс образование поздних весенних ранних осенних заморозков значительно сокращает длительность без заморозкового периода.

Количество осадков по сравнению с 1961-1990гг. на восточном направлении в пределах Малого Кавказа увеличится на 10%.

Это подтверждает полученные ранее результаты и свидетельствуют о том, что при антропогенном изменении климата произойдет значительное уменьшение стока в бассейнах рек Малого Кавказа. Несмотря на увеличение осадков рост испарения по территории происходит более ускоренно, что будет увеличивать потребность воды на орошение.

УДК 631.48

## **ФОРМИРОВАНИЕ И ДИНАМИКА СОЛОНЦОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ ПРИ РАЗНОЙ ВЫРАЖЕННОСТИ МИКРОРЕЛЬЕФА**

**Конюшкова М.В.<sup>1,2</sup>, Абатуров Б.Д.<sup>3</sup>, Лебедева М.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,*

<sup>2</sup>*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва,*

<sup>3</sup>*ИПЭЭ им. А.Н. Северцова, Москва*

[mkon@inbox.ru](mailto:mkon@inbox.ru)

На территории северной части Прикаспийской низменности, характеризующейся тяжелосуглинистым составом почвообразующих пород, распространены три основных типа солонцовых комплексов: неконтрастные (двучленные) солонцовые комплексы со сглаженным микрорельефом, контрастные (трехчленные) солонцовые комплексы с выраженным микрорельефом и контрастные (трехчленные) солонцовые комплексы со сглаженным микрорельефом. На ключевых участках, расположенных на разных высотных отметках Прикаспийской



низменности (от 0 до 55 м н.у.м.), было проведено сопряженное изучение микрорельефа и некоторых свойств почв (микростроения, плотности, содержания солей, гипса, карбонатов и гумуса). Изучение плотности почв и ее связи с микрорельефом показало, что современный микрорельеф с наличием глубоких западин выражен только в тех частях низменности, где в солонцах почвенного комплекса имеется рыхлый «псевдопесчаный» подсолонцовый горизонт с низкой плотностью (1.0-1.3 г/см<sup>3</sup>), формирование которого обусловлено разрыхляющим действием тенардита (сульфата натрия). Показано, что первый тип комплексов (неконтрастный со сглаженным микрорельефом) развивается при преимущественно хлоридном засолении почвообразующих пород, так как при невысоком содержании сульфатов не происходит формирования рыхлого «псевдопесчаного» горизонта и, как результат, формирования выраженного микрорельефа, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Второй и третий тип комплексов (с контрастным почвенным покровом) формируются при преимущественно сульфатном засолении и обязательном наличии выраженного микрорельефа в настоящем (для второго типа комплексов) или прошлом (для третьего типа комплексов). В последнем случае выравнивание микрорельефа происходит за счет уплотнения подсолонцовых горизонтов при периодически повторяющемся увлажнении этих горизонтов поднимающимися грунтовыми водами.

Полученные выводы согласуются с теми изменениями, которые наблюдаются в настоящее время на Джаныбекском стационаре Института лесоведения РАН (со вторым типом комплексов). В результате подъема грунтовых вод с 7 до 3-5 м за последние 30-40 лет, зарегистрированного постоянными наблюдениями сотрудников стационара, происходит заметное повышение влажности солонцов в верхнем метре, приводящее к уплотнению и оседанию поверхности этих почв. На основе исследований 2015 года на участках стационара, где в 1984-85 годах было проведено нивелирование и измерение плотности и влажности Б.Д. Абагуровым, было показано следующее: происходит сглаживание микрорельефа за счет опускания поверхности солонцов; плотность солонцов заметно увеличилась, что подтверждается измерением плотности, а также макро- и микроморфологическими наблюдениями. Влажность солонцов также заметно увеличилась. Отмечаемый в 1950-1960-х годах сухой псевдопесчаный горизонт стал более увлажненным и приобрел творожистую, а порой и массивную структуру.

*Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 14-04-31436 и 15-04-00918).*

УДК 504.05

## **ПОЧВЕННО-ХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В РАЙОНАХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Королева Т.В., Кречетов П.П., Шарапова А.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[korolevat@mail.ru](mailto:korolevat@mail.ru)

Существующий в России порядок осуществления ракетно-космической деятельности (РКД) не исключает возможности нарушения природных экосистем, поступления в них твердых (фрагментов отделяющихся частей ракет-носителей) и жидких (компонентов ракетного топлива) отходов. Влиянию РКД в различной

степени подвержены значительные по площади территории – позиционный район космодрома; районы падения, отведенные под приземление отделяющихся частей ракет-носителей; подтрассовые территории. Максимальное воздействие РКД проявляется в районах падения ступеней ракет-носителей, где наблюдается физическая и химическая деградация компонентов экосистем.

В рамках системы экологического мониторинга космодрома Байконур в районах падения ступеней ракет-носителей проводится оценка состояния почвенного покрова с применением показателей, характеризующих химическую, физическую и биологическую деградацию почв.

Химическое загрязнение почв районов падения ступеней ракет-носителей обусловлено возможностью поступления остатков компонентов ракетного топлива в экосистемы на местах падения отработавших ступеней. В качестве ракетного топлива в разных ракетах-носителях, пуски которых осуществляются с космодрома Байконур, используются две топливные пары: горючее несимметричный диметилгидразин ( $(\text{CH}_3)_2\text{N}_2\text{H}_2$ ) – окислитель азотный тетраоксид ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ); горючее ракетный керосин – окислитель жидкий кислород.

При определении показателей, используемых при проведении почвенно-химического мониторинга на территориях, подверженных воздействию РКД, использованы результаты полевых и лабораторных экспериментов по моделированию загрязнения экосистем компонентами ракетных топлив и продуктами их трансформации. В качестве специфических показателей воздействия РКД на почвы в настоящее время используется содержание загрязняющих веществ: несимметричного диметилгидразина (НДМГ) и керосина.

К группе неспецифических показателей химического загрязнения относятся: содержание нитрозодиметиламина (НДМА, как одного из наиболее токсичных продуктов трансформации НДМГ)), суммарное содержание нефтепродуктов, нитрат- и нитрит-ионов, иона аммония, показатели почвенной кислотности (актуальная (величина рН) и потенциальная (обменная и гидролитическая)).

Дополнительно для характеристики почв, подвергающихся техногенному загрязнению, оцениваются: содержание общего органического вещества, общего азота, обменных катионов (кальция, магния и натрия), емкость поглощения, гранулометрический состав.

В результате проведения почвенно-химического мониторинга в 2014-2015 гг. установлено, что в почвах мест падения первых ступеней ракет-носителей из компонентов ракетного топлива обнаруживается только керосин. Анализ неспецифических показателей химического воздействия РКД показал, что в почвах мест падения ступеней присутствует НДМА, а содержание нитрит-иона, иона аммония и нефтепродуктов может на порядок и более отличаться от фоновых значений. Содержание нитратов в отдельных случаях превышает ПДК (130 мг/кг) до 200 раз.

Поступление компонентов ракетного топлива по-разному влияет на кислотно-основные свойства почв. Так азотный тетраоксид вызывает подкисление рН почв до 2,3 ед., а НДМГ, напротив, приводит к росту рН до 9,1 ед.

Необходимо отметить, что максимальные значения показателей обнаруживаются непосредственно под фрагментами первой ступени и на удалении до 5 метров от фрагментов, из которых и происходит поступление в почву компонентов топлива. На расстоянии более 10 метров значения контролируемых показателей соответствуют фоновым уровням.

В районах падения вторых ступеней ракет-носителей, включая участки обнаружения фрагментов ступеней, химическое воздействие РКД не установлено. Значения неспецифических показателей достоверно не отличаются от фоновых уровней.

Таким образом, проведенные исследования показали, что химическое воздействие РКД на почву обнаруживается только в районах падения первых ступеней ракет-носителей. Из компонентов ракетного топлива на местах падения, как правило, в почве обнаруживается только керосин. Воздействие других компонентов ракетного топлива, при проведении почвенно-химического мониторинга, достоверно диагностируется по предложенным авторами неспецифическим показателям химического загрязнения.

УДК 631.4:504.5(1-21)

## **КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ЛЕСОПАРКАХ МОСКВЫ ОТ УРОВНЯ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Кузнецов В.А.<sup>1</sup>, Рыжова И.М.<sup>2</sup>, Стома Г.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт лесоведения РАН, с. Успенское,*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,* <sup>3</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[kuznetsov@ilan.ras.ru](mailto:kuznetsov@ilan.ras.ru)

В работе представлены результаты количественного анализа изменений свойств дерново-подзолистых почв в зависимости от уровня рекреационного воздействия. Исследования проводились на территории двух крупнейших лесопарков Москвы: Национального парка «Лосиный остров» и Природно-исторического парка «Битцевский лес». В «Лосином острове» изучались дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы под елово-липовым лесом, а в «Битцевском лесу» дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы дубово-липового леса.

В каждом лесопарке на водораздельных пространствах было заложено по пять пробных площадей, соответствующих разным уровням рекреационной нагрузки, определенной по доли площади дорожно-тропиночной сети, характеризующих каждую из пяти стадий рекреационной дигрессии. Поскольку рекреационная нагрузка на почвы в пределах пробных площадей распределяется неравномерно, исследовались почвы в трех зонах: на тропинках, притропиночных участках (на удалении 20, 50 и 100 см) и зоне вне прямого влияния тропинок. В 0-5 см слое определялись: запасы и состав подстилки, твердость, плотность, агрегатный состав, содержание Сорг, рНвод и электропроводность почв. Статистическая обработка результатов проводилась в пакете STATISTICA ( $\alpha=0.05$ ).

Наибольшему влиянию рекреации подвержены почвы дорожно-тропиночной сети без твердого покрытия. Степень этих изменений и ширина зоны прямого влияния тропинок зависят от их типа, увеличиваясь в ряду от слабо к хорошо выраженным тропинкам от 20 до 50 см. При максимальной нагрузке в 13 - 14 раз падает коэффициент структурности почв, в 2,5-3,5 раза

возрастает твердость и на 0,35-0,42 г/см<sup>3</sup> плотность почв. Здесь же в 3-4 раза увеличивается электропроводность почв, в 2 раза возрастает содержание органического углерода и величина рНвод с 4,2-5,2 до 5,6-5,9. На хорошо выраженных тропинках запасы подстилки снижаются в 2-3 раза, а доля ее измельченной фракции увеличивается в 7-13 раз.

Сравнение изменений почвенных свойств на разных стадиях дигрессии, проведено на основе статистического анализа послонных выборок. Выборки объемом 17-54 получены с учетом долей площади тропинок, притропиночных зон и территории вне прямого влияния тропинок. Оно показало, что от I к V стадии дигрессии гумифицированный тип подстилки меняется на деструктивный, статистически значимо уменьшаются ее запасы, а в ее составе увеличивается доля измельченной фракции (в 3-7 раз). В верхнем слое почвы достоверно повышается твердость (в 2-3 раза), плотность (на 0,21-0,28 г/см<sup>3</sup>), содержание Сорг (с 1,7-2% до 2,9-3,3%), величина рНвод (на 0,4-0,8 ед.) и электропроводности (в 2-3 раза), коэффициент структурности снижается (в 4-5 раза). Величина этих изменений снижается с глубиной, где они часто проявляются лишь в виде тенденции.

Дискриминантный анализ полученных данных показал, что наиболее чувствительна к рекреационному воздействию структура почвы, тогда как одиночные вклады остальных почвенных свойств малы. Для разделения почв по стадиям дигрессии имеет значение только их совокупный вклад. Для характеристики рекреационных изменений свойств дерново-подзолистых почв под лесными экосистемами подходит выделение не пяти, а только трех стадий дигрессии. так как в этом случае доля правильного разделения для независимых данных составляет 75%.

УДК 631.458

## **ВОДНО-МИГРАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЦЕЛИННЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

**Лозбенев Н.И., Козлов Д.Н.**

*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*  
[nlozbenev@mail.ru](mailto:nlozbenev@mail.ru)

Триада И.П. Герасимова «фактор-процесс-свойство» призвана добавить в традиционную модель почвенно-ландшафтных связей функциональную составляющую, – в явном виде выразить неоднородность почв от особенностей вещественно-энергетических потоков, трансформированных факторами почвообразования. Интенсивность и направленность вертикальных элементарных почвообразовательных процессов Ф.И. Козловский предложил выразить через изменение свойств почв, являющихся прямым результатом этого процесса – основных диагностических показателей (ОДП). Особенности латеральной дифференциации почв тот же автор связывает с элементарными ландшафтообразующими процессами, например, – водно-миграционными потоками, вызванными перераспределением поверхностного стока. В данной работе принята попытка связать особенности водного режима черноземов, как эле-

ментарного почвообразующего процесса, с процессами латеральной миграции влаги по элементам микро- и мезорельефа двух целинных участков Среднерусской возвышенности лесостепной зоны (Стрелецкая степь Центрально-Черноземного заповедника). На первом этапе обосновываются механизмы перераспределения поверхностного стока и их наиболее информативные топографические индикаторы.

По результатам детальной топографической съемки с шагом 5 м построены цифровые модели ложбинно-западного рельефа междуречья и ложбинного рельефа приводораздельного и прибалочного склона южной экспозиции. В качестве ОДП промывного и периодически промывного водного режима использована глубина вскипания вторичных карбонатов (HCL) с 10% раствором соляной кислоты в буровых на профилях с шагом 5-10 м и в типичных позициях микрорельефа. Суммарная выборка на междуречном участке – 118 буровых, на склоновом – 78. В программе SAGA рассчитано более 20 морфометрических величин (МВ), выражающих особенности топографии как фактора перераспределения атмосферных осадков. Зависимость глубины вторичных карбонатов от МВ искалась методом пошаговой регрессии.

Интегральная модель, описывающая варьирование глубины вскипания карбонатов в связи с микрорельефом включает всего 3 переменные. Первая – величина накопленного потока (FA – FlowAccumulation, м<sup>2</sup>) – описывает перераспределение стока по элементам линейной сети ложбин. Вторая – относительные превышения в локальной окрестности 20 м (TPI20 – TopographicPositionIndex, м) описывает повышенное вскипание карбонатов вблизи реликтовых сурчин и локальное перераспределение влаги микрорельефом. Особенности сквозного выщелачивания (до глубины 5 и более метров) луговато-черноземных почв днищ замкнутых суффозионных западин описываются третьей МВ – глубиной замкнутых понижений (CD – closeddepression, м).

Модель для междуречного участка описывает 83% варьирования изучаемого показателя со стандартной ошибкой 68 см. При исключении из модели луговато-черноземных почв западин стандартная ошибка снижается до 31 см, при коэффициенте детерминации 0,78. Модель глубины вскипания карбонатов для склонов южной экспозиции описывает 80% варьирования со стандартной ошибкой 25 см. Поскольку модели для плакорного и склонового участка не различаются по набору управляющих процессов и параметров, составлена общая модель глубины вскипания карбонатов в целинных лесостепных ландшафтах вида  $HCl=101+0,024*FA-360*TPI+602*CD$  ( $R^2=81\%$ , ст. ошибка = 65 см). Наибольший вклад в объяснение изменчивости глубины вскипания карбонатов дают CD ( $\beta=0,43$ ) и FA ( $\beta=0,42$ ). Они выражают два независимых механизма натечного увлажнения, как фактора интенсивного выщелачивания почвенных карбонатов до глубины 2-7 м в результате промывного водного режима. Вклад TPI меньше ( $\beta = -0,35$ ), т.к. локальные различия глубины вскипания, коррелирующие с особенностями микрорельефа в окрестности 20 м не превышают 1 м. В целом модель занижает глубину вскипания карбонатов в днищах замкнутых понижений и ложбин с водосборной площадью более 1 га и завывает вблизи сурчин.

Таким образом, латеральное и радиальное перераспределение влаги – критически важный процесс функционирования лесостепных ландшафтов, с приемлемой точностью может быть описан тремя элементарными процессами, выраженными через простые морфометрические величины земной поверхности: 1)

натечное увлажнение замкнутых понижений с учетом их глубины, 2) натечное увлажнение ложбин в зависимости от размеров их водосборной области, 3) последствия роющей деятельности сурков, коррелирующих с высотой микроповышений в окрестности 20 м. Задача следующего этапа – предложить физико-математическое описание водно-миграционных процессов поверхностного стока и водного режима почв как суммы установленных трех элементарных процессов.

УДК 631.46

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ИСКУССТВЕННО СОЗДАННЫХ ЭКОСИСТЕМ БОТАНИЧЕСКОГО САДА МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

**Лысак Л.В.**

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва*

[lvlysak@mail.ru](mailto:lvlysak@mail.ru)

Городские ботанические сады являются закрытыми территориями, на которых ограничено негативное влияние города, а процессы почвообразования обладают определенной спецификой, характерной для искусственно созданных экосистем. Ботанические сады в городе играют рекреационную роль и выполняют экологическую функцию депозитария растений и микроорганизмов.

Оценка структуры и функционирования почвенной биоты в городских ботанических садах является необходимой для характеристики биологических свойств почв в настоящем и прогноза их изменений в будущем.

Была изучена биологическая активность верхнего горизонта следующих почв: техно-дерново-подзолистая на покровном суглинке под лиственницей сибирской, техно-дерново-подзолистая на покровном суглинке под липой сердцевидной, техно-дерново-подзолистая на покровном суглинке под кленом красным, серогумусовая почва на техногенных отложениях под елью сибирской, серогумусовая почва на техногенных отложениях под орехом маньчжурским, серогумусовая почва на техногенных отложениях под сообществом кленов, рекреазем на техногенных отложениях под газонной растительностью.

Мониторинг биологической активности почв искусственно-созданных экосистем Ботанического сада (БС) МГУ имени М.В. Ломоносова, проводившийся в течение 2010-2014 гг., свидетельствует о том, что напряженность микробиологических процессов, за редким исключением (азотфиксация) снижается в ряду: техно-дерново-подзолистая почва – серогумусовая почва – рекреазем. В целом, практически все показатели биологической активности ниже, чем в нарушенных почвах той же природной зоны (Южная Тайга).

Низкая обогащенность исследованных почв оксидоредуктазами и инвертазой свидетельствует о снижении интенсивности процессов синтеза гумусовых веществ, а значительная обогащенность почв уреазой – о загрязнении почв органическими азотсодержащими веществами (мочевина, аминокислоты, пептиды, белки, амины и т.п.), поступающими с городскими аэрозольными осадками. Свой вклад в обогащение почвы азотсодержащей органикой вносит значительная рекреационная нагрузка вследствие посещений БС МГУ человеком и животными.

Полученные сведения об интегральных (ферментативная активность, эмиссия диоксида углерода, метана, закиси азота, интенсивность азотфиксации) и дифференциальных характеристиках (структура микробной биомассы, содержание в общей микробной биомассе бактериальной компоненты) микробных сообществ почв БС свидетельствуют о значительных отличиях их от природных ненарушенных почв зоны Южной тайги.

Необходимо дальнейшее изучение специфики протекания процессов синтеза и разложения гумусовых веществ и полимеров в городских почвах, а также вклада этих почв в продукцию парниковых газов в городской экосистеме.

Очевидно, что такие показатели, как ферментативная активность почв, эмиссия диоксида углерода, метана, закиси азота, а также интенсивность азотфиксации в городских почвах могут быть использованы в целях биодиагностики состояния городской среды как наиболее информативные и легко выполнимые.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Гранта РФФИ №15-04-04702*

УДК 631.8:631.445.35 (470.62)

## **ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ БУРЫХ ЛЕСНЫХ КИСЛЫХ ПОЧВ ПРИ АГРОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Малюкова Л.С., Козлова Н.В.**

*ФГБНУ «Всероссийский НИИ цветоводства и субтропических культур», Сочи*  
[malukovals@mail.ru](mailto:malukovals@mail.ru)

Одним из современных направлений экологического нормирования является прогноз результатов антропогенных воздействий на основе количественной оценки изменений структурно-функциональных свойств почв при заданном начальном значении (неизменном фоновом показателе) и заданной интенсивности воздействия в конкретном временном масштабе. Наиболее корректным при этом считается использование данных многоплановых комплексных исследований на базе специальных полевых опытов, позволяющих обеспечить необходимое информационное обеспечение: объем, точность и упорядоченность исходной информации, что в решающей степени будет определять адекватность модели оригиналу и надежность ее использования. Допустимыми границами изменений показателей структурно-функциональных свойств почв и почвенного покрова считают такие, в пределах которых почва (почвенный покров) либо не меняют своего таксономического положения, либо продуктивность агросистем не становится ниже 20 % от оптимальной

При оценке состояния бурых лесных кислых почв Черноморского побережья России и его агрогенного изменения при возделывании культуры чая использованы вышеописанные методические подходы экосистемного нормирования. Был проанализирован блок экспериментальных данных (кислотно-основные свойства, состав ППК, содержание подвижных форм макро- и микроэлементов, показатели гумусного состояния; гранулометрический, минералогический и элементный составы,

микробиологические свойства, морфология), полученный в ходе мониторинговых исследований на базе длительного многофакторного полевого опыта с удобрениями, заложенного на бурой лесной кислой почве (на элюводелювии аргиллитов), включающего 16 вариантов различных комбинаций видов и доз минеральных удобрений (в диапазоне от 0 до до N 600, P 180, K 150 кг д.в./га), начиная с момента закладки плантации (1983 г) и в динамике до 2011 г. Сравнение велось в первую очередь с данными ландшафтно-геохимических исследований почв естественного биоценоза (буково-грабового леса) сопредельной фоновой территории, а также с исходным состоянием почв перед закладкой плантации и состоянием почвы контрольного варианта (без применения удобрений), которые по основным характеристикам сопоставимы.

В ходе проведенных многолетних комплексных исследований выявлен качественный и количественный характер изменения морфологических, физических, химических, физико-химических, биологических свойств бурых лесных кислых почв чайных плантации в условиях субтропиков России в зависимости от уровня (интенсивности и длительности) агрогенной нагрузки. Установлено, что длительное интенсивное возделывание культуры чая с применением высоких доз минеральных удобрений (в первую очередь физиологически кислых азотных) приводит к целому комплексу взаимосвязанных изменений изучаемого набора исходных свойств и состава почв. Происходит интенсивная ацидизация, рост подвижности и обеднение почвенного профиля рядом биогенных элементов (кальций, магний, калий, железо, марганец, цинк), снижение степени насыщенности основаниями и рост доли Al в ППК; нарушение соотношения основных элементов питания (часто зафосфачивание) при несбалансированном применении удобрений. Изменение условий гумусообразования ведет к росту содержания гумуса при ухудшении его качественного состава (рост фульватности и доли негидролизующего остатка, повышение подвижности и агрессивности гумусовых кислот, снижение доли гуминовых кислот и фракций, связанных с кальцием, ослабление степени гумификации). Применение высоких доз удобрений приводят к снижению биологической активности почв (дыхательной, азотфиксирующей и ферментативной), изменению состава и структуры микробиоценоза. Прогрессирующее подкисление, обеднение элементами-структурообразователями и изменение качественного состава гумуса ведут к развитию агролессиважа, выражающегося в облегчении верхнего слоя почв и усилении текстурной дифференциации профиля; начинается процесс избирательного разрушения и выноса наиболее тонкодисперсных и гидрофильных глинистых минералов. Выявленные изменения формируют новый комплекс элементарных почвенных процессов и, как следствие, сопровождаются изменением классификационной принадлежности почв на разном таксономическом уровне.



## ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ ДОЛИНЫ РЕКИ ТЕРЕК (НА ТЕРРИТОРИИ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ) И ЕЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Молчанов Э.Н.<sup>1</sup>, Макаров О.А.<sup>2</sup>, Строков А.С.<sup>2</sup>, Цветнов Е.В.<sup>2</sup>,  
Харзинов С.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва»,  
<sup>2</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, <sup>3</sup> Кабардино-Балкарский  
научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Нальчик  
[enmol@bk.ru](mailto:enmol@bk.ru)

Долина реки Терек на землях Кабардино-Балкарского научно-исследовательского института сельского хозяйства, на которых нами были проведены исследования в 2015 году, расположена в пределах Кабардинской наклонной равнины и относится к оформленному типу, имеет четко выраженную пойму и надпойменные террасы, характеризующиеся в целом равнинным характером с общим уклоном с юго-запада на северо-восток, следуя общему падению местности. Динамика деградационных процессов была изучена на примере наиболее распространенных лугово-черноземных орошаемых и осваиваемо-орошаемых карбонатных среднемощных слабогумусированных местами спланированных легкоглинистых и тяжелосуглинистых почв на древних аллювиальных отложениях II надпойменной террасы (глубина грунтовых вод 3-7 м), а также луговато-черноземных орошаемых карбонатных среднемощных слабогумусированных плантажированных легкоглинистых почв на лессовидных суглинках III надпойменной террасы (глубина грунтовых вод 5-8 м).

С учетом результатов анализа физических, физико-химических свойств и вещественного состава почв, обследованных в 2015 году, тенденций в динамике рассматриваемых показателей за ряд лет (при использовании материалов предшествующих почвенных и агрохимических обследований за 1956-1987–1998–2003–2008–2013 годы), а также, разработанных Почвенным институтом им. В.В. Докучаева нормативов оценки степени деградации почв и ущерба от него, установлено:

- Все почвы по степени переуплотнения относятся к неуплотненным, кроме лугово-черноземной осваиваемо-орошаемой легкоглинистой, которая является слабоуплотненной. Коэффициент уровня плодородия для слабоуплотненной почвы в зависимости от вида сельскохозяйственных культур варьирует от 0,80 до 0,95. Учитывая обратимость процесса переуплотнения, ущерб от него для определения стоимости участка пахотных угодий относительно небольшой и составляет 2-3 %.

- По степени дегумификации все почвы, безусловно, относятся к сильно-дегумифицированным. Ущерб от сильной дегумификации исследуемых почв выражается значительным снижением уровня их плодородия-коэффициент уровня плодородия почв-0,70. Величина ущерба для определения стоимости земель в результате дегумификации исследуемых почв-18%.

- По степени засоления все рассматриваемые почвы, как и при их обследовании 1987 года, относятся к незасоленным, так как соли в верхней метровой толще отсутствуют или их средневзвешенное содержание не превышает порога

токсичности. Такое состояние почв, несмотря на длительное их орошение, обусловлено хорошей дренированностью территории, в связи с подстиланием их песчано-галечниковыми отложениями, залеганием грунтовых вод ниже критического уровня и использованием при орошении рациональных технологий, предотвращающих развитие вторичного засоления дождевальными установками и умеренных норм при поливе пропашных культур по бороздам.

● По содержанию основных элементов питания растений все почвы относятся к необедненным, кроме лугово-черноземных осваиваемо-орошаемых, которые являются среднеобедненными (величина коэффициента уровня плодородия для среднеобедненных почв сельскохозяйственных угодий принимается – 0,90; ущерб для определения стоимости земельного участка равен 5%).

Выполнена оценка потерь экосистемных услуг, связанных с деградацией почв и земель (услуга прямого обеспечения ресурсами, в том числе урожаем сельскохозяйственных культур, с учетом почвенных свойств) и обобщенная оценка ущерба от деградации почв и земель, включающая в себя реальный ущерб (стоимость мелиоративных работ) и упущенную выгоду (потеря экосистемных услуг). Оценка целесообразности проведения мелиоративных работ подтверждается положительными показателями соотношения цены действия (будущая стоимость земли с учетом мелиорации) и бездействия (будущая стоимость земли без проведения мелиорации).

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант № 14-38-00023).*

УДК 57.042

## **ВЛИЯНИЕ МОНО- И ПОЛИЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ**

**Новоселова Е.И., Волкова О.О.**

*БашГУ, Уфа*

[novoselova58@mail.ru](mailto:novoselova58@mail.ru)

За последние десятилетия наблюдается тенденция к ухудшению экологической обстановки. Среди поступающих в почву загрязнителей особое место занимают тяжелые металлы (ТМ) в связи с высокой токсичностью и опасностью для живых организмов. Чувствительным показателем антропогенного воздействия на почву являются ферменты, которые и используются для биодиагностики состояния почвенного покрова. Многие исследования направлены на изучение влияния монозагрязнения ТМ на активность почвенных ферментов. Однако в естественных условиях часто встречается, полиметальное загрязнение, при котором закономерности монозагрязнения не всегда сохраняются. В этом случае может наблюдаться как синергический, так и антагонистический эффект.

Нами в модельных опытах проведена серия исследований по влиянию моно- и полизагрязнения свинцом (Pb) и цинком (Zn) на активность окислительно-восстановительных ферментов аллювиальной луговой почвы (гумус – 6,9 %; рН – 6,5) в дозах ниже и выше значений ОДК (для Pb – 5, 10, 20, 40 мг/кг почвы и Zn – 55, 110, 220, 440 мг/кг почвы) через 3, 90, 180 и 360 суток с момента внесения металла.

Исследования показали, что в разные периоды времени после загрязнения ингибирование активности ферментов протекало неодинаково. Так, Pb и Zn снижали активность каталазы с ростом их дозы. Причем, наибольшее снижение выявлено на 90 и 180 сутки для обоих металлов. В эти периоды времени активность каталазы при загрязнении Pb была ниже на 17-40 %, полифенолоксидазы на 7-30 % по сравнению с началом и окончанием опыта. Токсичность Pb проявлялась в большей степени по сравнению с Zn. Снижение активности каталазы в вариантах опыта с Zn в середине эксперимента составило 5-8 %, полифенолоксидазы достоверно не менялась. Обратная закономерность была выявлена в активности пероксидазы: повышение активности фермента с ростом дозы металлов и в большей степени на 90 и 180 сутки соответственно для Pb на 7 - 33 % и Zn - 22-42 %.

Закономерности в изменении активности изученных ферментов при моно- и полиметальном загрязнении были аналогичны. При комплексном загрязнении Pb и Zn проявился синергический эффект: усилилось токсичное действие металлов на активность каталазы и полифенолоксидазы и снизилось на активность пероксидазы. Сильный токсический эффект проявился уже на 3 сутки с момента загрязнения. Активность каталазы снижалась относительно контроля на 62-81 %, сохранялась на таком уровне на 90 сутки и уменьшалась на 20-30 % на 180 сутки. Аналогичная закономерность была установлена и для активности полифенолоксидазы. Токсичность металлов усилилась, особенно на 180 сутки при низких дозах металлов. Полизагрязнение повышало активность пероксидазы, особенно синергический эффект проявился на 3 сутки эксперимента.

Таким образом, моно- и полиметальное загрязнение почвы отличалось по времени и интенсивности воздействия на активность изученных ферментов. Если при монозагрязнении интенсивное воздействие ТМ было отсроченным, то при полизагрязнении оно наступало уже на третьи сутки. Полизагрязнение оказало синергический эффект на активность ферментов.

УДК 911.2:551.2

## **ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИКАСПИЯ (НА ПРИМЕРЕ КУПОЛА ИНДЕР)**

**Норейка С.Ю.<sup>1</sup>, Петрищев В.П.<sup>1</sup>**  
*<sup>1</sup>Институт степи УрО РАН, Оренбург*  
[stac6151@mail.com](mailto:stac6151@mail.com)

Ландшафты соляных куполов Прикаспия играют важную научную роль и выступают удобным полигоном для изучения особенностей процессов соляной тектоники. Объект исследования - слабоизученный Индерский купол. Предмет исследования - геохимические особенности почвенного покрова Индерской закарстованной возвышенности. Изучение почв Индерского карстового поля показало преобладание процессов рассоления, с которым генетически связаны процессы карстообразования. Анализ почв позволяет предположить связь сорных уступов с соляной тектоникой. Геохимические особенности почв солянокупольных геосистем являются основой для научного обоснования организации охраняемых природных территорий. Практическое значе-

ние заключается в возможности использования материалов при научном обосновании формирования национального парка «Индер» на территории Западно-Казахстанской и Атырауской областей Республики Казахстан. Совместная российско-казахстанская экспедиция в 2014 году позволила собрать новые данные о формировании почвенного покрова солянокупольных геосистем. Методической основой исследований стал анализ почвенно-геохимических особенностей элементов солянокупольного ландшафта. При описании почвенных разрезов использовались классические подходы почвенных исследований.

Для солянокупольных геосистем Прикаспийской низменности характерна ярко выраженная геохимическая контрастность между парагенетическими сопряжениями в пределах ландшафтных катен: область рассоления (гипсовый кепрок) - область аккумуляции (соляные озера, соры). Важной составляющей проведенных экспедиционных исследований стало изучение почвенного разнообразия ландшафтов Индерского солянокупольного района. Карстовые процессы, несмотря на сравнительно низкое атмосферное увлажнение Западного Казахстана, достаточно широко распространены благодаря формированию разнообразных карстующих пород, в том числе эвапоритов. Одной из задач было изучение почв Индерского карстового поля, проводимое на основе ранее разработанной ландшафтной катены с целью ее дальнейшего уточнения, для этого в 2014 году было заложено 6 почвенных разрезов. Были исследованы почвы одной из непоглощающих карстовых воронок северо-восточной части Индерского карстового поля, приозерной террасы и поймы озера Индер у северо-западного берега. Почвенные разрезы на карстовом поле включали 1 контрольный (разрез 14-1), расположенный в пределах приподнятой и отпрепарированной эрозионными и карстовыми процессами хвалынской террасы. Три разреза (14-2, 3, 4) описывают как локальные особенности формирования почв карстовой воронки, так и являются почвенными эталонами редких для Прикаспийской низменности литоморфных почв на закарстованных гипсах. Один разрез (14-5) также является контрольным (фоновым) и размещен на позднехвалынской террасе над соровым уступом озера Индер. Разрез 14-6 расположен в пределах озерной поймы Индера и характеризует особенности сорового почвообразования, являясь также эталонным для Западного Казахстана. Анализ катионно-анионного состава почв педокатены карстового поля показал, что: 1) карстовые воронки играют дренажную роль для почв Индерской эрозионно-карстовой возвышенности, основу которых (более 2/3 площади) составляют различные солонцы с преобладанием глубоких и средних; 2) на Индерской возвышенности широко распространены (1/3 площади) различные варианты смытых и неполноразвитых почв со следами погребенных горизонтов в карстовых котловинах и воронках; 3) процессы солянокупольного подъема повлияли на рассоление почв, что прослеживается как на наличии глубоких солонцовых горизонтов (глубина 50-60 см) на приозерных террасах, так и широком развитии эрозионных процессов и карста; 4) на основе анализа почв можно предположить солянокупольное происхождение высоких соровых уступов (до 20 м высотой) вокруг озера Индер.

Необходимо отметить, что новые данные позволяют сделать ряд важных уточнений в концепцию солянокупольного ландшафтогенеза. Изучение почвенного разнообразия Индерского солянокупольного ландшафта свидетель-

ствуют об особом происхождении и значительных отличиях его по сравнению с ландшафтами Прикаспийский низменности.

УДК 631.42

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАЛЕОПОЧВ ПЛЕЙСТОЦЕНА ЦЕНТРА И ЮГА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ ПО МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ**

**Панин П.Г.**

*ФГБУН Институт географии РАН, Москва*

[paleosoil@mail.ru](mailto:paleosoil@mail.ru)

Современный ландшафт Восточно-Европейской равнины (ВЕР) сформирован в течение голоцена за последние 10 - 12 тыс. лет. Информация о развитии ландшафтов в предшествующие эпохи заключена в строении лёссово-почвенных серий плейстоцена. В плейстоцене установлено несколько эпох почвообразования, среди которых выделяются межледниковое и интерстадиальное. Для ВЕР характерно существование почвенных комплексов (ПК), под которыми понимают совокупность интерстадиальных и межледниковых почв, разделенных маломощным лёссовым горизонтом.

В рамках работ были рассмотрены следующие разрезы: Боголюбово, Голлобово, Ожерелье, Михнево, Суворотино, Лихвин, Коростелево, Стрелица, Гуньки, Серебряково-Михайловка, Беглица, Шабельское, Мелекино, Семибалки, Порт-Катон и Чембур-Коса, в которых были вскрыты верхне- (мезинский ПК), средне- (каменский ПК, инжавинский ПК) и нижнеплейстоценовые (воронский ПК) почвенные комплексы. Изучение этих разрезов проводилось с начала 60-х годов сотрудниками Лаборатории эволюционной географии ИГРАН под руководством д.г.н. А.А. Величко, д.г.н. Т.Д. Морозовой и др.

Целью работы является сравнительный анализ ПК нижнего, среднего и верхнего плейстоцена и установление их особенностей почвообразования в центральных и южных регионах ВЕР, с дальнейшей реконструкцией генезиса интерстадиальных и межледниковых палеопочв.

Для решения поставленной цели были проведены физико-химические анализы проб, отобранные из лёссово-почвенных серий, на следующие показатели: гранулометрический состав, содержание гумуса, железа, карбонатов, емкость катионного обмена, рН и др. Помимо морфологического описания лёссово-почвенных серий, было детально описано микроморфологическое строение палеопочв в шлифах, приготовленных из образцов с естественным ненарушенным строением. Данный метод позволяет судить об особенностях генезиса почв в разные эпохи педогенеза.

Результаты исследований показали, что для интерстадиальных палеопочв центральных регионов ВЕР характерно содержание гумуса 0,30 - 0,43 %, здесь отмечено наибольшее количества фракции ила (50 %). Содержание аморфного железа 0,01 - 0,18 %, окристаллизованного 0,20 - 2,32 %. Микроморфологическое строение интерстадиальных палеопочв однообразно и в основном характеризуется гумусово-глинистой плазмой с преобладанием в ней

пылеватых частиц. Кутаны встречаются редко, преобладают гумусовые и гумусово-глинистые.

Межледниковые палеопочвы центрального региона ВЕР слабо гумусированы (0,07 %), здесь количество ила минимально (10 %) по сравнению с интерстадиальными палеопочвами. Количество аморфного железа варьирует 0,10 - 0,27 %, окристаллизованного 0,34 - 2,28 %. В межледниковых палеопочвах преобладает глинистая плазма с большим обилием кутан - глинистого, железисто-глинистого, гумусово- и пылевато-глинистого строения. Здесь встречаются железистые новообразования - ортштейны и нодули.

В южных районах ВЕР для интерстадиальных палеопочв характерно высокое содержание гумуса более 1,0 %, количество илистой фракции менее 50 %, также как и в интерстадиальных почвах центральных районов. По микроморфологическим данным палеопочвы хорошо агрегированы, плазма в основном пылеватая, глинисто-гумусовая. Здесь обнаружены железисто-марганцевые и гипсовые включения.

В межледниковых палеопочвах содержание гумуса в зависимости от возраста варьирует от 0,3 до 1,6 %, количество илистой фракции преобладает над другими фракциями, ее содержание составляет более 50 %. В микроморфологическом строении кутаны иллювиирования отсутствуют, плазма пылевато-глинистая, обнаружены включения гипса.

Таким образом, тип почвообразования межледниковых палеопочв менялся с севера на юг от более гумидных текстурно-дифференцированных, развитых под лесной растительностью, до черноземовидных почв, развитых под степной растительностью с менее гумидным климатом.

Для инстерстадиальных палеопочв с севера на юг почвообразовательные процессы были сходны, в основном преобладал процесс гумусонакопления, эти почвы можно отнести к прерийным, черноземовидным почвам.

УДК 631.4

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СТАРОПАХОТНОЙ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СИБИРИ**

**Першина Т.С.**

*Сибирский Федеральный Университет, Красноярск*

[pershin9292@mail.ru](mailto:pershin9292@mail.ru)

Взаимосвязь генезиса почв с окружающей средой является основой докучаевского почвоведения. К настоящему времени накоплено достаточное количество данных, отражающих способность почв отражать не только современное состояние среды, но и сложную историю ее формирования. В лесных экосистемах факторы лесообразования и почвообразования взаимосвязаны. Однако многократная смена древостоев за время жизни почвы и отсутствие синхронности в развитии лесо- и почвообразовательных процессов обуславливают сложность и неоднозначность взаимовлияния лесного фитоценоза и почвы.

В 1968 году для выяснения роли отдельных древесных пород в почвообразовании, формировании структурной организации и функционирования

биогеоценозов в одинаковых условиях среды сотрудниками Института леса им. В. Н. Сукачева был заложен многолетний эксперимент. Основные лесообразующие породы Сибири – кедр (*Pinus sibirica*), ель (*Picea abovata*), лиственница (*Larix sibirica*), сосна (*Pinus silvestris*), береза (*Betula fruticosa*) и осина (*Populus tremula*) были высажены на специально подготовленной серую почву, длительное время находившуюся в сельскохозяйственном пользовании. Возраст культур в настоящее время составляет 40 лет. В каждом насаждении оформился равномерно распределенный по поверхности органогенный горизонт, гомогенный пахотный слой (PY-горизонт) стал дифференцированным (O-AY1-AY2). Серая среднеглинистая почва - сформирована на коричнево-бурых глинах и характеризуются четкой дифференциацией почвенного профиля.

Представленная работа являются частью многолетних комплексных мониторинговых исследований.

Плотность почвы зависит от целого ряда факторов: гранулометрического состава почвы, водного режима, запасов корней и активности почвенной биоты. Под естественными древостоями плотность серой почвы составила 1,2-1,6 г/см<sup>3</sup>. Показано постепенное увеличение плотности вниз по профилю.

Уплотнение почвы экспериментального участка при плантаже перед посадкой культур привело к повышению объемного веса верхних слоев почвенного профиля. В 10-летних культурах объемная масса составляла 1,4-1,6 г/см<sup>3</sup>. Анализ физических свойств старопахотной серой почвы через 40 лет после посадки культур выявил увеличение плотности почвы под всеми культурами. Под культурами ели, березы, сосны, лиственницы и кедра плотность почвы практически однородна по всему профилю и составляет от 1,5-1,7 г/см<sup>3</sup>. Более высокая плотность верхних горизонтов почвы показана под культурами кедра, наименьшая – под культурами лиственницы.

УДК 631.46

## ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ПОЧВЕННОГО УГЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПАЛЕОПОЧВОВЕДЕНИЯ

**Пономаренко Е.В.**

*Казанский федеральный университет, Казань,*

*Оттавский университет, Оттава, Канада*

[ecosystemarchaeology@gmail.com](mailto:ecosystemarchaeology@gmail.com)

Уголь является повсеместным, но крайне мало изученным компонентом почв и терригенных отложений. Содержание тонкодисперсного угля может достигать 40% от общего запаса углерода в современных почвах, и до 80% в погребенных темноцветных почвах (Ponomarenko, Anderson 2000; Skjemstad et al. 1996). При анализе фракционного состава гумуса уголь может частично извлекаться процедурами, направленными на выделение фульвокислот, однако большей частью он определяется в составе фракций гуминовых кислот и гумина (Goldberg 1985), в спектрах ЯМР он соответствует высокоароматизированной части спектра (Skjemstad et al. 1994, 1996). Состав и размер углистых частиц определяются типом вмещающей экосистемы, характером пожа-

ров, и эпигенетической трансформацией, которая может приводить к поступательному измельчению угля в приповерхностном слое почвы или его сохранению при погребении поверхности под наносами.

Обугленные растительные остатки в большинстве случаев сохраняют исходное анатомическое строение. Фрагменты угля размером более 2 мм позволяют определить ботаническую принадлежность обугленных древесных остатков до рода или, в некоторых случаях, до вида.

Для анализа угольного спектра применяется мокрое просеивание воздушно-сухих образцов весом 3-10кг через сита диаметром 1 и 0,6 мм (Thinon 2008). Согласно нашим исследованиям, в состав выделенных таким образом крупных фракций гранулометрического состава почвы могут входить следующие диагностические компоненты: уголь деревьев и кустарников, обугленные склероции древесной микоризы, обугленная масса травянистых растений, обугленные семена и фрагменты костей, прокаленные минеральные агрегаты, а также обугленные остатки и копролиты насекомых. Важным диагностическим компонентом угольного спектра являются железо-марганцевые конкреции с угольным ядром (Ponomarenko, Anderson 2013).

На основании анализа крупных фракций угля из почв европейской части России и лесной и лесостепной зон Канады выделены 10 типовых угольных спектров, отражающих следующие типы естественных и антропогенных экосистем: несколько базовых типов леса (хвойный, смешанный, лиственный, байрачный), кустарниковое сообщество, степь, лесное пастбище, периодически выжигаемое открытое пастбище, постоянная пашня, и подсека – расчистка и выжиг леса в ходе подсечно-огневого земледелия.

подавляющее большинство исследованных дневных и погребенных почв содержит уголь во фракции >1мм. Согласно нашим исследованиям, уголь присутствует и в верхнеплейстоценовых почвах, что отражает наличие естественных пожаров в этот период. Сравнение угольного спектра погребенных почв с типовыми спектрами позволяет реконструировать тип растительности, под которым проходил заключительный этап формирования почвы перед ее погребением. Несмотря на отличия плейстоценовых почв от современных, их угольные спектры аналогичны современным и позволяют, таким образом, анализировать тип вмещающей их растительности. Наиболее информативным объектом для реконструкции динамики экосистем и природопользования в голоцене являются стратоземы, - комплексы овражно-балочных отложений и погребенных молодых почв, – здесь достигается максимальная глубина ретроспективы и оказывается возможным выявление вклада антропогенного фактора.

Помимо анализа стратифицированных педолитокомплексов, точечные исследования угольного спектра могут с успехом применяться для решения частных задач палеопочвоведения, таких как восстановление типа растительного покрова и набора древесных пород на период распашки (Ponomarenko et al. 2013), палеоареалов древесной растительности в ныне безлесных областях, массовых ветровалов и др.

В данном докладе обсуждаются первые результаты применения педоантракологических методов для реконструкции динамики экосистем на юге лесной зоны и в лесостепной зоне Белгородской, Курской и Самарской областей.



## ВОССТАНОВЛЕНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ

**Сангаджиева О.С., Цомбуева Б.В., Булуктаев А.А., Сангаджиева Л.Х.**  
*Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, Элиста*  
[chalga\\_ls@mail.ru](mailto:chalga_ls@mail.ru)

Строительство дорог, населенных пунктов, сооружение и обустройство буровых площадок сопровождается нарушением естественного почвенно-растительного покрова, приводящим к необратимым нередко к неблагоприятным изменениям природной среды. Нарушение дернины при прокладке дорог и даже вездеходом в этих экстремальных условиях чревато ускоренным развитием линейной эрозии с образованием промоин и оврагов. Удаление травяного покрова ведет к повышению нагрева поверхности, ускорению процессов эрозии. Всего площадь нарушенных земель на территориях месторождений составляет 77,56 га (включая площадки буровых скважин, промысловые базы, геофизические профили, карьеры и автомобильные дороги), что составляет примерно 2,5% общей территории. Целью данной работы является исследование изменений эколого-биологических свойств бурых полупустынных почв при загрязнении нефтью и нефтепродуктами. Результаты исследования могут быть использованы при оценке воздействия на окружающую среду, мониторинге и диагностике состояния нефтезагрязненных почв, оценке риска природных и антропогенных катастроф, проведении экологической экспертизы, разработке региональных нормативов содержания нефти в почвах и в других природоохранных и производственных мероприятиях. Исследования проводились на полупустынной территории Республики Калмыкия, в районе Черных Земель на бурых полупустынных почвах. Исследования проводились в 2011-2015 гг. Начало бурения нефтяных скважин относится к 1970 гг. В местах добычи нефти почвы загрязняются также компонентами минерализованных промысловых стоков, буровых растворов и шламов. Все они содержат ксенобиотики, хотя их состав иной, чем в нефти. Ксенобиотики поступают из разжижителей буровых растворов, термостабилизаторов, эмульгаторов, утяжелителей, например, барита и т.п. Кроме того буровики применяют поверхностно-активные вещества, ингибиторы отложения солей на основе фосфорорганических соединений и др. В амбары со шламами поступают хлоридно-кальциевые рассолы. Почва на новой аномалии по сравнению с фоном обогащена легким галогеном хлором в 7600 раз, а после рассоления на старой аномалии – в 110 раз. При этом с течением времени изменяется характер остаточного засоления: из хлоридного в хлоридно-сульфатное. На территории новой аномалии это отношение составляет в среднем – 15. Напротив, на территории старых аномалий это отношение снижается до 1. Таким образом, новообразованные геохимические аномалии в аридных условиях отличаются неустойчивостью. После прекращения эксплуатации буровой почва постепенно рассоляется: теряется хлор и натрий по сравнению с новой аномалией, но усиливается загрязненность почвы тяжелыми металлами. Под влиянием объектов нефтедобычи образуются техно-геохимические аномалии. На их территории у почв изменена не только органическая фаза, но и минеральная фаза. Определено,

что загрязнение бурых полупустынных почв нефтью и нефтепродуктами приводит к резкому изменению свойств этих почв, результатом чего является снижение и полная утрата их плодородия. Проведено ранжирование территории по содержанию нефтепродуктов и органического углерода, разработана бальная оценка для изучения степени загрязнения нефтяных месторождений. Почва, загрязненная нефтепродуктами, становится не способной выполнять свои экологические функции полноценно. Нарушение информационных биогеоценотических функций происходит уже при содержании нефти и нефтепродуктов в почве до 1%, химических, физико-химических, биохимических и биогеоценотических функций – 1-5% для нефти и мазута и 1-10% для керосина и солянки, физических функций – более 5 и 10%, соответственно.

УДК 504.05

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ г. АСТРАХАНИ**

**Синцов А.В., Бармин А.Н.**

*Астраханский государственный университет, Астрахань*

[limsav@yandex.ru](mailto:limsav@yandex.ru)

Современная территория города представляет собой, сложную природно-антропогенную систему, в которой антропогенное воздействие сказывается на всех природных составляющих окружающей среды, включая почвенный покров.

При чрезмерной антропогенной нагрузке на городской почвенный покров, происходит развитие процессов деградации почвы.

Деградация почвенного покрова урбанизированных территорий представляет собой процесс ухудшения экологических функций и основных (химических, физико-механических, биологических) свойств почвы под воздействием внешних факторов (природного и антропогенного происхождения), снижая их природно-хозяйственную значимость. Процесс деградации городской почвы свойственен для территорий многих городов Российской Федерации, в том числе и для г. Астрахани.

Город Астрахань, является одним из крупных городов расположенный на Юге России, которому характерна высокая интенсивность протекания процессов урбанизации, которые агрессивно воздействуют на почву.

Основными процессами антропогенного воздействия в ходе которого происходит деградация почвенного покрова города Астрахани являются: 1)загрязнение почвенного покрова химическими веществами антропогенного происхождения; 2)подтопление почвенной толщи в результате неконтролируемых утечек из коммунальных сетей города в связи с аварийными ситуациями; 3)процесс засоления почвы в близи автодорог; 4)эрозионные процессы вызванные инженерно-строительной деятельностью; 5)захламливание почвенной поверхности абиотическими наносами (строительные, промышленно-бытовые отходы); 6)переуплотнение корнеобитаемого слоя, возникающее в результате интенсивного перемещения транс-

порта по открытой почвенной поверхности; 7) нарушение плодородного слоя почвы входе строительной и ландшафтно-проектной деятельности.

Загрязнение почвенного покрова г. Астрахани химическими веществами антропогенного происхождения возникает в результате поступления большого количества веществ не природного происхождения (выхлопные газы, очистные смывы, концентрация на поверхности разлагающихся и распадающихся со временем отходов промышленно-бытового происхождения и др.) в окружающую среду города от подвижных и стационарных источников. В результате такого загрязнения происходит изменение химического состава и физических свойств почв тем самым оказывая большое влияние на экологические почвенные функции. Особую опасность представляет собой поступление в почву г. Астрахани элементов относящихся к группе тяжелых металлов.

Длительное и частое подтопление почвы в результате неконтролируемых утечек вызванное аварийными ситуациями в коммунальных сетях приводит к изменению физико-механических почвенных свойств, способствуя развитию процесса деградации в зоне подтопления.

Процесс засоления почвы в районе автомобильных дорог происходит в результате поступления на дорожное полотно антигололедных реагентов и смыва их на прилегающую открытую почвенную поверхность. На территории г. Астрахани отмечается засоление почвы в районах основных городских автородорог.

Эрозионные и дефляционные процессы почвенного покрова в г. Астрахани отмечаются во всех административных районах города и развиваются в зонах ведения инженерно-строительной деятельности.

На территории г. Астрахани отмечаются частые скопления абиотических наносов антропогенного происхождения, которые представлены промышленно-бытовыми отходами и строительным мусором оставленные в ходе жизнедеятельности и развития города. Такие процессы деградации отмечаются во всех административных районах города и приурочены к строительным площадкам, на окраинах промышленно-складских зон и гаражных кооперативов.

Входе неконтролируемого перемещения автотранспортных средств разного назначения по неэкранированной почвенной поверхности асфальто-бетонными покрытиями на территории г. Астрахани отмечаются процессы деградации почвы в ходе значительного переуплотнения, которое ведет к нарушению физико-механических почвенных свойств.

Развитие урбанизированной территории всегда связано с инженерно-строительной деятельностью, которое ведет к развитию деградационных процессов в почве, в том числе, и нарушению плодородных свойств вызванных разрушением почвенного плодородного слоя. На территории г. Астрахани на конец 2015 г. отмечается более 100 строящихся объектов с площадью более 1000 м<sup>2</sup> и общей площадью более 100 га.

## ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Соколов Д.А.

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск*

[sokolovdenis@mail.ru](mailto:sokolovdenis@mail.ru)

Сегодня на территории Сибири добыча угля открытым способом идет во многих регионах. Как следствие этого, техногенные объекты, представленные отвалами вскрышных и углевмещающих пород, можно увидеть посреди таежных, лесостепных, степных, в том числе сухостепных и опустыненных, ландшафтов. Поскольку объектом добычи служат несколько видов угля (бурые, каменные угли и антрациты), поверхность исследуемых образований представлена различными по свойствам рыхлыми и плотными вмещающими осадочными породами. Все эти особенности определяют неоднородность климатических и литогенетических условий и диверсификацию почвообразования, под которой понимается процесс самоорганизации почвенного покрова, направленный на увеличение разнообразия его компонентов. Очевидно, что за один и тот же промежуток времени в различных условиях скорость почвообразования будет неодинакова, равно как и его направленность. Исследования по оценке состояния почвенного покрова показали, что на первом этапе, часто называемом саморазвитием или онтогенезом молодых почв, несмотря на все разнообразие условий, почвообразование направлено на формирование дифференцированного органо-профиля. Образуются эмбриоземы, которые делят на типы по наличию соответствующего горизонта на инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные.

Оптимальные условия для диверсификации почв по типу органо-профиля складываются в лесостепи, где на поверхности техногенных образований формируются все 4 типа эмбриоземов. Установлено, что по мере усиления аридности климата этот процесс ослабевает. Было отмечено, что за 30-летний период в степных районах почвообразование не доходит до стадии гумусово-аккумулятивных эмбриоземов, а в условиях сухой степи даже до дерновых. Примечательно, что в последнем случае отмечаемые типы почв не были обнаружены нами на выработках средневековой угольной штольни возрастом более 500 лет.

В гумидном климате, в условиях, благоприятных для развития травянистой и древесной растительности, за 20 лет могут сформироваться все перечисленные типы эмбриоземов. Однако после того, как кроны деревьев смыкаются и над травянистым ярусом изменяется световой режим, дерновые эмбриоземы начинают уступать место органо- или торфо-аккумулятивным эмбриоземам; гумусово-аккумулятивные эмбриоземы превращаются в грубогумусово-аккумулятивные, где горизонт накопления педогенных органических веществ становится реликтовым.

В различных литогенетических условиях скорость диверсификации определяется степенью метаморфизации почвообразующих пород. Выявлено, что в условиях лесостепи основные четыре типа эмбриоземов могут образоваться за 7-

10 лет на отвалах вмещающих пород буроугольных месторождений, за 15-20 лет – каменноугольных и за период более 30 лет – антрацитовых. Следовательно, на диверсификацию почвообразования в техногенных ландшафтах во многом влияет то, как осуществляется отвалообразование на углеразрезе и какие породы в итоге оказываются на поверхности.

Таким образом, степень диверсификации почвообразования в техногенных ландшафтах Сибири определяют климатические и литогенетические условия, а также характер их сочетания. Приведенные примеры демонстрируют выраженность этого явления только за первые 40 лет существования техногенных ландшафтов, когда о результатах почвообразования можно судить, опираясь на типодиагностические процессы. Выявление и оценка сопутствующих процессов, которые в ходе дальнейшей эволюции почв могут определять их подтиповую принадлежность, позволят охарактеризовать второй этап диверсификации почвообразования техногенных ландшафтов.

УДК 630 548:630.114.61

## **МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ И АГЕНТЫ ТЕХНОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ СИБИРИ**

**Сорокин Н.Д., Гродницкая И.Д., Трефилова О.В., Шишкин А.С.**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск*

[microlab@ksc.krasn.ru](mailto:microlab@ksc.krasn.ru)

Многие структурно-динамические и функциональные характеристики микробных комплексов, вследствие их высокой чувствительности к изменениям природных экологических и влиянию антропогенных факторов, могут служить с одной стороны актуальными индикаторами состояния нарушенных почв и почво-грунтов, а с другой являются активными участниками различных почвенно-биологических и биогеохимических процессов. В работе приведены материалы по использованию микробиологических параметров для оценки состояния и трансформации техногенно нарушенных почв - литостратов и реплантоземов на разработках угольного Бородинского разреза Красноярского края. Объектами исследований были почво-грунты (техноземы) разного возраста и степени окультуренности, а также контрольные участки типичного ненарушенного почвенного покрова: серая типичная почва (березняк злаково-травяной), луговато-черноземная (разнотравно-злаковый луг), агрочернозем глинисто-иллювиальный типичный (луговая травяно-злаковая растительность). При анализе гумусового состояния почво-грунтов Бородинского угольного разреза установлены существенные колебания в литостратах разного возраста и местоположения содержания гумуса от 10-23% в верхнем слое 0-6 см до 1-3% на глубине 40-60 см. В реплантоземах, так же как в ненарушенных почвах, отмечено либо резкое снижение содержания гумуса с глубиной от 10 до 2%, либо его неравномерное (скачкообразное) распределение. Литостраты и реплантоземы характеризуются мизерным валовым содержанием азота, довольно высоким фосфора (0,4-0,6%) и особенно калия (0,8-1%). Кислотность водной вытяжки в плодородном слое агрочерноземов нейтральная и слабощелочная (pH=6,7-7,7), с глубиной щелочность увеличивается до pH=8,3-8,5. Кислотность техноземов в слое 15-60 см

близка к нейтральной – рН=6,6-6,9. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ) и интенсивность процессов микробиологической минерализации органического вещества в техноземах в 1,5-2 раза превышает таковые в ненарушенных почвах. При этом в литостратах преобладают олиготрофы, представленные Гр(-) бактериями (65-92%), а в реплантоземах гидролитики, среди которых доминируют Гр(+) бактерии (55-74%). Значения коэффициентов метаболической активности микроорганизмов ( $qCO_2$ ) в реплантоземах достигают 3-х-4-х, а в литостратах 5-9 единиц, по сравнению с ненарушенными почвами, где эти значения составляют не более двух единиц. Такие показатели свидетельствуют о не сбалансированности почвенно-микробиологических процессов синтеза-ресинтеза на данном этапе техногенной трансформации почв и о неустойчивом состоянии почвенной экосистемы. Об этом же свидетельствуют и сравнительные показатели ферментативной активности (уреазы, протеазы, инвертазы, дегидрогеназы) ненарушенных почв и техноземов. Если в ненарушенных почвах активность всех групп ферментов закономерно уменьшается с глубиной почвенного профиля так же как температура почвы и содержание гумуса, то в техногенных почвах абрисы ферментативной активности характеризуются подъемами и спадами при переходе от верхних слоев почвенного профиля к нижним. Применение метода главных компонент показало, что микробные сообщества реплантоземов развиваются в значительной степени по типу микробных комплексов почв с луговой растительностью и залежей (с вероятностью 60%), а направленность микробиологических процессов в литостратах характерна для почв, зарастающих лесом.

УДК 634.0.114

## **ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТОВ СЕРЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ В ПОСТАГРОГЕННОЙ СТАДИИ**

**Сорокина О.А.**

*ФГБОУ ВО "Красноярский государственный аграрный университет",  
Красноярск  
[nikos.1948@mail.ru](mailto:nikos.1948@mail.ru)*

Изменения, происходящие в профиле почв, как в естественных условиях, так и при смене экологических факторов, затрагивают в большей степени максимально биогенный поверхностный слой почвы. При общей изученности свойств пахотных горизонтов почв, информация о постагрогенной их трансформации невелика и противоречива, особенно по гумусовому состоянию, как интегральному показателю плодородия.

Нами сформирован тренд по степени гумусированности на основе ранжирования по содержанию гумуса в слое 0-10 и 10-20 см серых почв, формирующихся при агрогенном воздействии и в постагрогенной стадии (освоение из-под леса, длительность сельскохозяйственного использования, забрасывание пашни и перевод в залежь, зарастание залежей лесом, повторное вовлечение залежей в пашню, использование их под сенокос и т.д.). Систематизировали 64 объекта, расположенные в Красноярской, Ачинско-Боготольской лесостепи и в южно-таежной

зоне Среднего Приангарья. Серые почвы характеризуются достаточно контрастным генетическим профилем, в котором отчетливо прослеживаются результаты агрогенных воздействий: целостность исходных горизонтов, включение при перемешивании вагрогоризонт морфонов ВЕL, сохранение фрагментов АУ, а также появление темного гумусового горизонта РU.

Самый большой массив данных по содержанию гумуса в почвах всех изученных объектов занимают две основные градации – низкая и средняя степень гумусированности. Низкое содержание гумуса характерно для серых почв с общей долей случаев 32,1%. Причем, в эту группу (от 2 до 4%) входят почвы, содержащие более 3,5% гумуса. На долю почв со средним содержанием гумуса приходится 35,8%. Совсем малую долю занимают почвы с высокой и очень высокой степенью гумусированности. Это, преимущественно, почвы чистых залежей в дерновинной стадии сукцессии или заросшие средневозрастным разнотравным лесом. Более высоким содержанием гумуса характеризуются серые почвы Ачинско-Боготольской лесостепи и Среднего Приангарья, что хорошо согласуется со спецификой гидротермических условий и природным районированием этих территорий. Сформирован убывающий по плодородию тренд: залежь – разнотравный сосновый лес 55 лет (на залежи) – сосновый и березовый лес (естественный) – мохово-разнотравный сосновый лес 85 лет (на залежи) – зарастающая молодым лесом залежь – сенокос (бывшая залежь) – мертвопокровный сосновый лес 25 лет (на залежи) – пашня, освоенная из-под залежи – старая пашня. Пространственное варьирование содержания гумуса в разных градациях и по всему массиву данных незначительное, что методически позволяет сравнивать объекты. Вертикальная дифференциация постагрогенных и агрогенных горизонтов серых почв выражена более отчетливо по количеству корней травянистой растительности, образующих дернину, плотности сложения, обилию грибного мицелия, копрогенности, осветленности за счет кремнеземистой присыпки.

Таким образом, различия по содержанию гумуса обусловлены особенностями воздействия формирующихся биоценозов на почвы, характером их использования. Один из самых главных показателей почвообразования – содержание и профильное распределение гумуса – свидетельствует, что антропогенные воздействия на серые почвы Средней Сибири не меняют их общего классификационного положения. В то же время возникает необходимость усовершенствования и детализации диагностических характеристик и дальнейшей типизации для отражения постагрогенной эволюции серых почв.

УДК 631.61

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕРВИЧНЫХ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ОТВАЛОВ КМА**

**Тихонова Е.Н., Трещевская Э.И.**  
*ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, Воронеж*  
[tichonova-9@mail.ru](mailto:tichonova-9@mail.ru)

Морфологическое строение молодых почв имеет много особенностей, отличающих их от зональных зрелых почв. Причем на морфологию оказывают влияние особенности нанорельефа. В гумусо – аккумулятивном горизонте мощностью от 1 до 5 см, местами до 6-7 см наблюдается максимальное скопление кор-

ней трав и древесно-кустарниковых пород. Этот слой слегка прокрашен органическим веществом и имеет светло-серый цвет. Выраженность гумусового горизонта сильно маскируется присутствием обломочного материала: кусков мела, мергеля, фосфоритов, сланцев. Более отчетливо гор. А проявляется в промежутках, заполненных мелкоземом. Мощность гумусового горизонта зависит от колебаний крутизны склона, микрорельеф поверхности отвалов, от густоты и состава растительного покрова, а также от размеров смыва и переноса по склону минеральных и органических веществ. Так, под многолетним разнотравьем в верхней части склона на глинисто-суглинистых субстратах мощность гумусового горизонта равна 2 см, а в нижней части откоса она достигает 5-7 см. Наименьшая мощность гор. А наблюдается в сомкнувшихся культурах древесно-кустарниковых пород, под ними при слабом участии трав или при полном их отсутствии размеры гумусового горизонта составляют всего лишь от 1,0 до 2,5 см. Однако в нижней части откоса, сложенного как глинисто-суглинистыми, так и супесчаными субстратами при участии сильно разросшегося мятлика лугового мощность гумусового горизонта увеличивается до 5-7 см. Обращает на себя внимание тот факт, что в плохо прижившихся культурах древесных и кустарниковых пород, а также в разреженных посадках акации желтой благодаря присутствию большого количества травянистой растительности мощность гор. А значительно возрастает, составляя 3-6 см. На отвалах, сложенных чистыми песками, мощность верхнего аккумулятивного горизонта значительно меньше по сравнению с отвалами, образованными глинистыми древними осадочными породами. На песчаных откосах, покрытых редкой травянистой растительностью гумусово-аккумулятивный горизонт не превышает 1,0-1,5 см, а на участках со значительным скоплением меломергельных пород гумусовый горизонт заменяется тонкой цементированной серовато-белой корочкой. Ниже гор. А залегает переходный горизонт к иллювиальному горизонту В. Мощность гор. АВ и степень его выраженности определяется механическим составом субстрата, характером зарастания и микро-рельефом. Наименьшая мощность этого горизонта обнаруживается на отвалах, сложенных тяжелыми породами (глинами, суглинками). При облегчении механического состава и, особенно под пологом сомкнувшихся лесных культур имеет место тенденция к увеличению глубины оформления переходного-иллювиального горизонта. Существенное влияние на выраженность и мощность гор. АВ на отвалах под любой растительностью оказывает строение нанорельефа. По его отрицательным элементам увеличивается глубина залегания и контрастность АВ, для которого весьма характерным признаком является проникновение гумуса из гор. А в виде языкообразных потеков. Второй характерной чертой гумусово-иллювиального горизонта служит его оструктуренность, выражающаяся в наличии непрочных комочков. Однако этот признак прослеживается на тяжелых по механическому составу породах, таких как глины и суглинки. На песках же гумусово-иллювиальный горизонт лучше всего обнаруживается по окраске: серовато-бурой, коричневатой, желтовато-бурой. Признаки элювиального процесса в профиле молодых почв не зафиксированы и, наконец, другим морфологическим проявлением признаков начального почвообразования является наличие иллювиального горизонта В, окрашенного в более темные тона по сравнению со смесями горных пород в отвалах. Общей особенностью профиля первичных почв, формирующихся на отвалах, является его сжатость. Мощность молодой почвы на легких песчаных субстратах достигает 3-14 см, а на глинистых и суглинистых 6-16 см, на меломергелях – 2-3 см.



## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ОТВАЛАХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Трегубова В.Г.<sup>1</sup>, Нестерова О.В.<sup>1</sup>, Семаль В.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток,

<sup>2</sup>ФГБУН Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток

[semal\\_vi@rambler.ru](mailto:semal_vi@rambler.ru)

Изучение особенностей становления почвенно-растительного покрова ТПО (техногенно-поверхностные образования) в процессе их самозарастания - условие успешного восстановления нарушенных земель, выполняющих экологические функции.

Изучались ТПО Лучегорского угольного бассейна разного времени складирования и в разной стадии самозарастания, с разным проявлением процессов начального почвообразования.

Отвалы 2013 года складирования (возраст 1 год) начальной стадии зарастания, растительность практически отсутствует, поверхность эродирована и покрыта белесой растрескавшейся корочкой до 2 см. Органогенные горизонты не сформированы. По морфологии отвал представляет серую тяжелосуглинистую породу с включениями угля и обломочного материала.

Отвалы 10 - 15-летнего возраста почти полностью заросли травой с единичной древесной растительностью в виде подроста. Развитие травянистой растительности активизирует органо-аккумулятивные процессы, накапливается подстилочный материал и незначительно задерновывается верхний слой отвалов. В морфологии видны начальные стадии почвообразования в виде пропитки мелкозема продуктами разложения органики.

Отвалы сорокалетнего возраста характеризуются формированием лесного сообщества (березовый лес с подлеском ивы), уменьшающего роль травянистых растений; появляются участки подстилки на поверхности формирующихся почв и происходит постепенная трансформация задернованного горизонта в гумусово-аккумулятивный, идет формирование профиля молодых почв.

Для каждой возрастной стадии почвообразования наблюдается уменьшение значений рН, что связывается с влиянием кислых продуктов трансформации растительного опада и с возможным влиянием органического вещества, аккумулирующегося в верхних слоях отложений.

Содержание обменных оснований в составе ППК (почвенно-поглощающего комплекса) показывает, что зарастание ТПО травянистой растительностью и формирование примитивного дернового горизонта заметно увеличивает содержание элементов-биогенов из золы трав. Более поздние стадии самозарастания характеризуются уменьшением содержания обменных оснований в составе ППК верхних горизонтов по сравнению с 10-15 летними отвалами, объясняющиеся формированием биологического круговорота, степень проявления которого различна на ТПО разного возраста. С развитием лесной растительности идет уменьшение ежегодно опадающей биомассы трав, возвращение зольных элементов в почвы уменьшает-

ся. Развитие лесной растительности способствует формированию лесных подстилок, медленно трансформирующихся с образованием гумуса.

С увеличением возраста отвалов и травянистой биомассы прослеживается тенденция к дифференциации почвенных образований по содержанию доступных соединений азота и фосфора. Происходит их незначительное увеличение в органогенных горизонтах отвалов 15 - 20- и 40-летнего возраста, свидетельствующее, что в верхних слоях отвалов не только накапливается органическое вещество растительного опада, но происходит и его минерализация.

Качественным признаком, отличающим образующиеся почвы от материнских пород, является накопление гумуса. Основным источником гумусообразования и гумусонакопления на начальных стадиях формирования почв техногенных ландшафтов являются растительные остатки фитоценозов и соотношение между их общей биологической продуктивностью и содержанием гумуса в почве является важным критерием, используемое для оценки уровня устойчивости состояния и эволюции техногенных ландшафтов.

При рассмотрении профильного распределения углерода в почвах разновозрастных отвалов не прослеживается никакой закономерности. Даже в отвалах первого года складирования содержание углерода превышает средние почвенные показатели, объясняющееся включениями углистых частичек в мелкозем отвалов. Такое органическое вещество повышает потенциальное плодородие грунтов, но мобилизуется современной растительностью постепенно.

Поэтому разновозрастные отвалы характеризуются качественно и количественно разными стадиями почвообразования.

Отвалы 15 - 20 лет характеризуются большим количеством неразложившейся фитомассы, указывающей на незрелость и нестабильность фитоценозов. В этот временной период происходит формирование маломощного органогенного горизонта до 5 см.

Увеличивающееся количество видов растений и активизация процессов трансформации органического вещества на 40-летних отвалах значительно уменьшает запасы мортмассы - фитоценозы переходят в устойчивое состояние и на этой стадии образуются примитивные почвы с четко выраженным органоаккумулятивным горизонтом до 10 см.

УДК 631.4

## **ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ ВИНОГРАДНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТАМАНИ**

**Черников Е.А.<sup>1</sup>, Хитров Н.Б.<sup>2</sup>, Попова В.П.<sup>1</sup>, Фоменко Т.Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства  
и виноградарства» ФАНО, Краснодар,

<sup>2</sup> ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва  
[garden\\_soil@mail.ru](mailto:garden_soil@mail.ru)

В Российской Федерации наибольшие площади виноградников сосредоточены в Северо-Кавказском эколого-географическом регионе и в республике Крым. В границах Краснодарского края Таманский полуостров является одним из основных виноградарских и винодельческих районов. Однако значи-

тельные площади виноградников Тамани расположены на почвах, имеющих те или иные лимитирующие факторы. Для продуктивных виноградных насаждений в последние годы наиболее актуальным является засоление почв. Высокое содержание солей может приводить к снижению интенсивности роста корневой системы и виноградной лозы в зависимости от сорта винограда.

Одной из причин формирования засоленных почв являются климатические особенности Анапо-Таманской зоны. Сочетание осадков ливневого характера с высокими температурами в засушливый период приводит к интенсивному испарению влаги с поверхности почвы, что усиливает капиллярный подъем воды с растворенными в ней солями. Содержание солей в верхних горизонтах почвы и прикорневой зоне при этом возрастает.

Следующая причина формирования засоленных почв – это рельеф территории. Характерной особенностью рельефа Таманского полуострова являются многочисленные холмистые гряды, вытянутые в западно-юго-западном направлении, и представленные выходами палеоген-неогеновых глин (преимущественно засоленных) и современными отложениями грязевых сопок. Растворение легкорастворимых солей в дождевых водах и перемещение с поверхностным стоком приводит к засолению почв, расположенных ниже по склону и впоследствии к увеличению площадей засоленных почв непригодных для возделывания винограда.

Механизм формирования засоленных почв изучали на примере агроландшафта, расположенного в юго-западной части Таманского полуострова и включающего южные склоны горы Комендантская и расположенную ниже наклонную морскую пластовую равнину, пересеченную ложбиной в южном направлении. Территорию наклонной равнины занимают насаждения винограда.

Установлено, что источником солей являются палеоген-неогеновые глины горы Комендантская. На южных склонах горы активность ионов натрия в верхнем метровом слое почвы достигает 40 – 50 ммоль/л. На верхней части равнины развиты солончаковатые, глубокосолончаковатые слабозасоленные и незасоленные до 2 м темные слитые квазиглеевые почвы. На засоленных вариантах активность ионов натрия достигает 20-50 ммоль/л на глубине более 75 - 110 см. Химизм засоления сульфатный натриевый. Вертикальное распределение солей элювиальное с быстрым увеличением содержания солей от поверхности до глубины 50-100 см и более медленным глубже. Ниже по склону засоление почв происходит преимущественно в ложбине, пересекающей наклонную равнину с севера на юг. В средней части склона пластовой равнины сформировались незасоленные до 2 м агрогумусово-квазиглеевые почвы. Слабое хлоридно-сульфатное натриевое засоление с мелкокристаллическим гипсом в твердой фазе и отчетливо выраженным аккумулятивным максимумом по натрию и хлоридам в середине профиля на глубине 60-150 см отмечается только в почвах ложбины, активность ионов натрия здесь достигает 20 – 40 ммоль/л. В нижней части склона равнины развиты агрочерноземы миграционно-сегрегационные тяжелосуглинистые, которые не засолены до 2.5 м (активность ионов натрия менее 20 ммоль/л). В области перехода гумусово-квазиглеевых почв в черноземы в почвах под ложбиной на глубине более 250 см формируются горизонты, содержащие в почвенных растворах хлориды натрия, кальция и магния на фоне мелкокристаллического гипса в твердой фазе, что характерно при вторичном засолении.

Угнетение растений винограда отмечается в верхней части пластовой равнины и локально вдоль ложбины, пересекающей равнину с севера на юг, что соответствует ареалу распространения засоленных и солончаковых почв.

УДК 631.4

## **ОЦЕНКА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ СТАРЫХ РАЙОНОВ УГЛЕДОБЫЧИ (НА ПРИМЕРЕ ПОДМОСКОВНОГО БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА)**

**Шарапова А.В., Кречетов П.П.**  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[avsharapova@mail.ru](mailto:avsharapova@mail.ru)

В техногенно-трансформированных почвах районов добычи бурого угля ведущими окислительно-восстановительными (ОВ) системами являются системы, содержащие окисленные и восстановленные формы углерода, железа и серы, при этом основным компонентом, определяющим протекание окислительно-восстановительных реакций, является органический углерод, доступный для биохимического окисления.

Оценивать окислительно-восстановительное состояние природных и природно-техногенных почв ландшафтов в районах угледобычи можно лишь по комплексной системе показателей, учитывающих химическую и биохимическую составляющую окислительно-восстановительных реакций. Структура используемой системы показателей определяется характером поступления техногенных восстановленных веществ в почвы и их составом, степенью их потенциальной доступности для окисления и наиболее вероятным механизмом реализации окислительно-восстановительной реакции в природных условиях. Данная система включает экспериментальные и расчетные показатели.

Для оценки химического окислительного состояния предложены следующие показатели:

1. Показатель химического потребления кислорода (ХПК), характеризующий количество кислорода, затраченного на окисление восстановленных веществ при взаимодействии почвы с сильным окислителем, и определяющий предельно возможную химическую окисляемость.

2. Показатели, отражающие поступление при угледобыче в природно-техногенные и техногенные ландшафты углерода, серы и железа: общее содержание элементов-маркеров –  $C_{\text{общ}}$ ,  $S_{\text{общ}}$ ,  $Fe_{\text{общ}}$  и содержание их восстановленных форм –  $C_{\text{восст}}$ ,  $S_{\text{восст}}$ ,  $Fe_{\text{восст}}$ . На основании определения каждого из показателей рассчитывается сумма потенциально окисляемых восстановителей ( $\Sigma$ ПОВ).

3. Показатели, характеризующие направление протекания ОВ реакций и степень трансформационных (окислительных или восстановительных) преобразований: доля восстановленных форм железа и окисленных форм серы от их суммарного содержания.

4. В качестве интегральной характеристики ОВ состояния почв предложен показатель общей антиоксидантной емкости (ОАЕ), который

отражает долю восстановленных веществ, способных к окислению под действием сильного, не встречающегося в природе окислителя ( $K_2Cr_2O_7$ ).

Для оценки биохимического окислительного состояния используются два параметра, учитывающие механизмы окисления в природных условиях под действием кислорода и биологических процессов:

1. Интегральный показатель биохимической антиоксидантной емкости (БАЕ), рассчитываемый на основе измеренного параметра биологического потребления кислорода в почвах (БПК).

2. Показатель биохимического окисления легкогидролизуемых органических веществ (ЛГОВ), измеряемый в процессе полевого эксперимента. Этот показатель позволяет провести оценку интенсивности и особенностей сезонной динамики окислительных процессов в естественных условиях.

Проведенное исследование показало, что окислительно-восстановительное состояние почв определяется не только соотношением окисленных и восстановленных форм химических элементов, но и уровнем биологической активности почв. Для его характеристики необходимо использование комплексной системы показателей, включающей параметры химической и биохимической окислительной способности.

В почвенном покрове районов угледобычи Среднерусской лесостепи выделяется 6 типов ОВ состояния, отличающихся интенсивностью и направлением протекания ОВ процессов.

УДК 631.42

## **ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ОБВАЛОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

**Яковлева Л.В., Федотова А.В., Сорокин А.П., Уталиев А.А.**

*Астраханский государственный университет, Астрахань*

[yakovleva\\_lyudmi@mail.ru](mailto:yakovleva_lyudmi@mail.ru)

Прикаспийская низменность занимает северное побережье Каспийского моря и представляет собой плоскую равнину с наклоном к морю. Дельта реки Волги пересекает Прикаспийскую низменность в наиболее пониженном районе Нижневолжского синклиналиного прогиба, образовавшегося в начале четвертичного периода.

В середине XX века десятки тысяч гектаров дельты р. Волги были обвалованы и превращены в орошаемую пашню. Обвалование проводили для предотвращения естественного затопления сельскохозяйственных угодий во время весенне-летних половодий. В конце XX века эксплуатация этой территории была прекращена и в результате этой деятельности образовались ландшафты, лишенные естественного затопления территории. Исследование процессов, происходящих в почвах обвалованных территорий имеют как теоретическое, так и практическое значение. Такие исследования позволяют выявить закономерности процессов, происходящих в почвенном покрове и выработать дальнейшую стратегию использования этих земель.

В качестве объектов исследования были выбраны ландшафты на территории дельты р. Волги, которые представляют собой околобугровое пространство, пересеченное водогонами и центральным дренажным каналом, ранее используемые для выращивания риса и овощных культур. Данные территории были подвергнуты обваловке для перекрытия доступа паводковых вод и не используются в хозяйстве в течение последних 15-20 лет. Почвы перестали подвергаться естественным промывкам от солей паводковыми водами, что привело к интенсивному развитию процессов вторичного засоления.

Почвы исследуемой территории представлены зональными бурыми полупустынными солонцеватыми суглинистыми засоленными и солончаком.

Исследования выполнялись серией стационарных и маршрутных наблюдений. На всех объектах исследования проводили нивелирную съемку, что позволило в дальнейшем построить модели рельефа изучаемых территорий. Пространственное расположение солевого горизонта имеет тенденцию незначительного увеличения глубины залегания и значительного мощности солевого горизонта с понижением в рельефе и с расположением заброшенных оросительных каналов.

Почвы характеризуется высокими величинами сопротивления пенетрации (более 2 кПа). Плотность почвы поверхностного слоя изменяется в пределах от 1,1 до 1,6 г/см<sup>3</sup>. Для слоя 10-15 см характерны более высокие средние величины плотности почвы (от 1,38 до 1,46 г/см<sup>3</sup>). Содержание агрономически ценных агрегатов менее 35%, коэффициент структурности варьирует от 0,25 до 0,50. Содержание гумуса не более 2%.

Найдены корреляционные зависимости между пространственным распределением солей и некоторыми физическими свойствами с расположением почв в ландшафте (коэффициенты корреляции с влажностью  $r = 0,84$ , водопроницаемостью  $r = -0,71$  и содержанием солей  $r = 0,68$ ), что подтверждает предположение о влиянии нефункционирующих мелиоративных систем и обваловки на пространственное распределение свойств в исследуемых ландшафтах. С помощью параметрических и непараметрических методов математической статистики было установлено, что пахотный горизонт исследуемых почв достоверно отличается по основным параметрам: коэффициенту водопрочности, плотности, коэффициенту структурности и содержанию легко растворимых солей. Чем дальше почвы находятся в залежном состоянии, тем сильнее они подвержены процессам деградации. Обвалование территории создало условия горизонтально-бокового перераспределения солей между почвами комплекса и прогрессивное развитие процессов засоления в исследуемых ландшафтах.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ  
КОМПОНЕНТОВ ПОЧВЫ**

Руководители: д.б.н. С.Н. Чуков, д. с.-х.н. Н.П. Чижикова

---

УДК 631.4

**КРИОМЕТАМОРФИЗМ ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРОВ СОЛОНЧАКОВ  
МОНГОЛИИ (ПО РЕЗУЛЬТАТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ)**

**Батхшиг Очирбат<sup>1</sup>, Голованов Д.Л.<sup>2</sup>, Комаров И.А.<sup>2</sup>, Кияшко Н.В.<sup>2</sup>, Панкова Е.И.<sup>4</sup>, Ямнова И.А.<sup>4</sup>, Жамбалжав Я.<sup>1</sup>, Мандахбаяр Ж.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт географии и геоэкологии АН Монголии, Улан-Батор, Монголия,*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,*

<sup>3</sup>*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*

[batkhishig@gmail.com](mailto:batkhishig@gmail.com)

Рассмотрено поведение почвенных растворов солончаков Монголии с учетом сезонного промерзания на основании использования модели физико-химических равновесий "Freezbrine". В качестве модельного объекта были использованы данные по составу почвенных растворов солончаков оазиса Эхийн-Гол. Рассчитаны температуры замерзания, характер изменения состава незамерзшего рассола, смоделированы температуры и интенсивность выпадения солей: гидрогалита, мирабилита, кальцита, гипса и других. Полученные результаты позволяют оценить вклад зимнего периода функционирования в формирование солевого профиля изученных почв. Одним из следствий криометаморфизма почвенных растворов солончаков Монголии может быть преобладание здесь сульфатного типа засоления. При отрицательных температурах в солончаках Монголии активно происходят процессы криометморфизма состава почвенных растворов, что приводит как к появлению минералов-фантомов (гидрогалит), так и к выпадению трудно- и среднерастворимых солей, накапливающихся в почве после таяния льда: гипса, кальцита, доломита и, возможно, магнезита.

Характер криометаморфизма зависит как от температурных условий промерзания, так и от состава и минерализации почвенных растворов. Выявлено 4 группы почвенных растворов:

– рассолы с минерализацией 150-400 г/л (почвенные растворы солевых горизонтов). При отрицательных температурах в почвах формируются сезонные "криопэги" - воды, не замерзающие при отрицательных температурах. Ниже – 22<sup>0</sup>С выпадает гидрогалит;

– воды гипсовых горизонтов с минерализацией 50-150 г/л, не замерзающие до –3 - –7<sup>0</sup>С. Слабое выпадение гипса начинается ниже температуры замерзания и резко активизируется ниже температуры кристаллизации гидрогалита;

– воды нижних горизонтов солончаков с минерализацией 5-50 г/л, поведение которых при криометаморфизме совпадает со схемой С.М. Фотиева (2009) для растворов отложений морского генезиса.

– исходные слабоминерализованные (<5 г/л) и пресные (<1 г/л) грунтовые воды, при промерзании которых образуется кальцит.

Зимний период функционирования солончаков Монголии – активный, а не пассивный этап формирования их солевого профиля. Особенности солевого профиля солончаков могут быть поняты не только как результат испарительной концентрации грунтовых вод, почвенных растворов в летнее время, но и, в том числе, как следствие криометаморфизма состава почвенных растворов зимой.

УДК 631.48:631.437.8:551.89

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВАРЬИРОВАНИЯ ПЕТРОМАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В СОВРЕМЕННЫХ И ПОГРЕБЕННЫХ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ

Вагапов И.М.<sup>1,2</sup>, Калинин П.И.<sup>1</sup>, Кудреватых И.Ю.<sup>1,2</sup>,  
Потапова А.В.<sup>1,2</sup>, Пильгуй Л.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино, <sup>2</sup>Пушинский государственный естественно-научный институт,  
Пушино

[vagapovim@mail.ru](mailto:vagapovim@mail.ru)

Как известно, пространственное и профильное распределение магнитного сигнала в почвах с одной стороны определяется геохимическими особенностями данной местности, с другой – отражает процессы почвообразования, специфическое свойство которого – новообразование аутигенных кристаллов магнетита. Целью работы было выявить закономерности распределения источников магнитного сигнала в разновозрастных палеопочвах и почвах сопряженных ландшафтов степной зоны.

Район исследования находился в пределах Ергенинской возвышенности со среднегодовым количеством осадков около 350 мм. Растительность представлена видами *Artemisia lercheana*, *Festuca valesiaca*, *Elytrigia repens*, *Poa bulbosa*. Объектами исследования послужили светло-каштановые почвы в пределах балки, протяженностью 154 м и крутизной склонов 10°, а также две разновозрастные подкурганые палеопочвы. Удельная магнитная восприимчивость (УМВ) измерялась с помощью измерителя Kappabridge KLY-2.

В образцах почв катены фракция <2 мкм является основным носителем магнитного сигнала, УМВ которой в 2-8 раз превышает УМВ исходных образцов, но ее вклад в общую восприимчивость почвы составляет всего 16–41%. Наибольший вклад илистой фракции наблюдается в нижних частях склонов и на дне балки за счет утяжеления гранулометрического состава. Сравнительный анализ величин УМВ валовых образцов, фракций <2 мкм и >2 мкм позволил определить выходы легких по гранулометрическому составу пород, что подтвердилось результатами гранулометрического анализа.

Интересно рассмотреть почву в точке 6, расположенную на дне балки (УМВ =  $44,0 \cdot 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг) и в точке 7, расположенную выше по рельефу (УМВ =  $10,3 \cdot 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг). Так, точка 6 обладает значениями УМВ в 4 раза большими, чем точка 7, содержит в 6,5 раз больше илистых и в 9,6 раз больше магнитных частиц, однако вклады данных частиц в обоих случаях являются одинаковыми.



ми. Таким образом, на величину УМВ почвы в точке 6 решающее влияние оказывают фракции >2 мкм. Значения УМВ магнитных частиц, выделенных из почв, составляют  $845,9-2860,6 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{кг}$  и находятся в тесной зависимости от элементов рельефа, повышенным элементам соответствуют высокие значения УМВ, пониженным – низкие. УМВ почв водоразделов обеспечивается небольшим количеством высокомагнитной фракции, тогда как в нижних частях склонов балки, несмотря на высокое содержание менее магнитной фракции, существенного ее вклада в общую УМВ почв не наблюдается.

По участию фракций в формировании магнитного сигнала палеопочва эпохи средней бронзы (XIX-XVII вв. до н.э.) существенно отличается от фоновой, происхождение магнитного сигнала в ней в большей степени связано с литогенными формами соединений железа. Палеопочва ямной культуры (IV-III тыс. до н.э.) является сравнительно гумидной и, в целом, характеризуется близкими к фоновой почве петромагнитными закономерностями. В ней несколько усиливается магнитный сигнал от фракции крупной пыли, тогда как в современной почве – от фракции средней и мелкой пыли. Минимальным вкладом во всех почвах характеризуется фракция средней пыли.

Таким образом, илистая фракция является основным источником магнитного сигнала, однако часто происхождение магнитного сигнала обусловлено литогенными оксидами железа, составляющими фракцию >2 мкм. Кроме того, на величину УМВ почв оказывают влияние магнитные частицы различного происхождения. В целом, различия между почвами разных элементов рельефа определяются интенсивностью процессов выщелачивания, карбонатизации, соле- и гумусонакопления, изменяющих магнетизм соединений железа.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ в рамках проектов № 14-04-31725, 15-44-03220.*

УДК 631.46

## **РОЛЬ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ В ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССАХ БАСЕЙНА РЕКИ ТУРЯНЧАЙ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**Ганиева С.А., Дунямалыева Н.Я.**

*Азербайджанский Архитектурный и Строительный Университет,  
Баку, Азербайджан*

[s.ganiyeva@hotmail.com](mailto:s.ganiyeva@hotmail.com)

В 2007-2010 гг. на лесных и каменистых горных склонах, сложенных андезитовыми порфирами и известняками, в бассейне Турянчай создана сеть защитных лесных насаждений. Вследствие стирания террас и роста лесных культур произошло рассыпание валунно-щебнистого материала (на 48-56%) и значительное увеличение количества дресвяных и песчано-илистых фракций (до 42-46%), что привело к снижению фильтрации террас от провальной до 3-8 мм/мин и накоплению необходимой для жизни насаждений почвенной влаги. В тоже время террасы сохранили свойства меньше поглощать осадков выпадающих в этом регионе, максимальная интенсивность дождя равна 1,8-2,2 мм/мин. Она приводит к образованию поверхностного стока и возникновению эрозии почв. При крутизне не более 25 ° с террасированных и облесенных

склонов ослабляется поступление в русла водотоков продуктов эрозии и снижается вероятность селеобразования. В среднем за год (за период 2007-2010 гг.) в зависимости от типа поверхности (почва, осыпи каменисто – щебнистые склоны ) поступает с необлесенных южных склонов и задерживается террасами 2,80-4,70, а с северных -1,85-3,65 т/га обломочного материала, гранулометрический состав которого представлен главным образом щебнем (50-70%). Мелкие камни составляют 10,5-13,4% дресва-2,5-7,8%, остальные (8,8%) от общего количества составляют песчано - илистые фракции. В тоже время в бассейне Турянчай где производится интенсивный выпас скота, в русло водотока поступает около-8,35-12,60 т/га в год почвы. Естественная растительность широколиственного леса и кустарников также значительно снижают смыв почвы. Так на высоте 1800-2000 м среднегодовой смыв почв со склонов южной экспозиции составляет 13,50-18,60 т/га и 7,23-9,82 т/га. В летний период с безлесных северных склонов смыва почвы практически не бывают, здесь его величина достигает -3,55-4,20 т/га.

УДК 631.46

## **ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГНЕЗДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МУРАВЬЕВ**

**Голиченков М.В.<sup>1</sup>, Чурилина А.Е.<sup>1,2</sup>, Умаров М.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,

<sup>2</sup> ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва

[affen@mail.ru](mailto:affen@mail.ru)

Являясь природным телом, образующимся при воздействии биоты на верхние слои земной коры, почва – наиболее яркий продукт биокосного взаимодействия в биосфере. В развитых наземных экосистемах достаточно важными агентами, изменяющими свойства почв, являются беспозвоночные, в особенности муравьи, строящие почвенные гнезда. Влияние микроорганизмов на почвенные свойства достаточно хорошо описано в многочисленной литературе и в большей степени касается химических свойств и общих показателей биологической активности почв. Воздействие муравьев связано в основном с механическим перемещением почвенных частиц и агрегатов, а химическое воздействие обусловлено концентрированием органического вещества в пределах муравьиного гнезда.

В данной работе мы пытались оценить их влияние на гранулометрический состав почвы и ее кислотность на примере муравьев, строящих почвенные гнезда. Исследовали материал надземных частей гнезд муравьев *Lasius niger* и *Formica sp.*, отобранных на различных элементах рельефа в Архангельской области в сравнении с верхними горизонтами контрольных почв. Гранулометрический состав изучали при помощи лазерного дифрактометра «Analysette 22 comfort» (FRITTSCH, Germany), а кислотность определяли потенциометрически.

Было показано, что гранулометрический состав муравьиных гнезд более вариабелен по сравнению с контрольной почвой. Так, например, содержание фракции 5-10 мкм колеблется от 9% до 12% в контрольных образцах, в то

время как в образцах почв муравейников эти значения изменяются от 8% до 15%. Аналогично для фракции 50-250 мкм – в контролях её содержание колеблется в пределах 15-18%, тогда как муравейниках – от 6% до 29%. В целом, образцы контрольной почвы и гнезд *Formica*, отобранные на пойме характеризовались как среднесуглинистые (по классификации Качинского); образцы гнезд *L. niger* имели большее содержание физической глины и характеризовались как легкоглинистые. Отметим, что только на этом элементе рельефа гнезда черных садовых муравьев отличались чрезвычайно низким содержанием фракции мелкого песка. На террасе – контрольная почва была легкосуглинистой, а гнезд *L. niger* – среднесуглинистым. На склоне контрольные образцы характеризовались как среднесуглинистые, а образцы муравьиных гнезд – легкосуглинистыми; наконец, на водоразделе образцы контрольных почв и гнезд муравьев практически не различались между собой и были среднесуглинистыми. В целом, можно отметить, что муравьиные гнезда более вариабельны по гранулометрическому составу; при постройке гнезда муравьи не проявляли избирательности по отношению к частицам определенного размера. Так же можно допустить, что муравьи оперируют мелкими почвенными агрегатами, в которых тонкие фракции выполняют цементирующую функцию для более крупных частиц.

В результате определения рН водной суспензии можно заключить, что контрольные почвы имеют более сильноокислую реакцию на водоразделе (рН 4,6), слабоокислую на склоне водораздела (рН 5,5), а на террасе и на пойме – нейтральную (рН 7,2). Муравьиные гнезда имеют тенденцию к подщелачиванию на водоразделе (рН 4,8) и склоне водораздела (рН 7,2), но подкисляются на нейтральных почвах поймы и террасы (рН 6,4 и 5,7).

Таким образом, почвообитающие муравьи создают в пределах гнезда специфические физико-химические условия, отличные от окружающей почвы, существенно увеличивая мозаичность почвенного покрова в самых разнообразных экосистемах. Такой характер их деятельности, служит наглядной иллюстрацией экосистемно-инженерной функции муравьев в природе: увеличение мозаичности почвенного покрова за счет изменения кислотности и гранулометрического состава гнезда создаёт условия для формирования новых экологических ниш и повышения биоразнообразия в природных экосистемах.

УДК 631.46

## **УРОВЕНЬ СТАБИЛИЗАЦИИ ФЕРМЕНТОВ В ПОЧВЕ КАК ФУНКЦИЯ ВАРЬИРОВАНИЯ рН И АЗОТА**

**Даваева Ц.Д., Сангаджиева Л.Х., Булуктаев А.А., Горяшкиева З.В.**  
*Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, Элиста*  
[chalga\\_ls@mail.ru](mailto:chalga_ls@mail.ru)

В почве природа селекционирует уникальные сверхстабильные энзимные формы, создавая устойчивый потенциал ферментативной активности, способный чрезвычайно длительное время выдерживать экстремальные нагрузки. Для почвенных условий азот и рН являются одними из наиболее существенных факторов, имеющих важнейшее экологическое значение. Це-

лью настоящей работы явилось исследование влияния рН и азота на иммобилизованные в почве каталазу и инвертазу. В качестве объектов исследования были использованы почвы, взятые с фоновой территории в Яшкульском районе: бурая полупустынная супесчаная, подстилающие породы легкие суглинки. Содержание гумуса в пахотном (0-20 см) слое 0.24-1.32%;  $N_{об.с}$  - 0,49%,  $P_2O_5$  - 23-28 мг/кг почвы.  $K_2O$  - 59-67 мг/кг почвы, рН<sub>сол</sub> - 7,9-8.2, ЕП - 1.3-1,8 мг-экв/100 г почвы, S 8,8-12.5 мг-экв/100 г почвы, V - 82,5-82,7 %. В работе экспериментально исследовали зависимость азотного оптимума почвенных ферментов (каталазы и инвертазы) от рН почвы. В опытах с нефтепродуктами: керосин, мазут, солярка, дизель. Активность инвертазы определяли по методу Сомоджи-Нельсона в модификации Раськовой, каталазы – по модифицированному методу Галстяна. Каталазная активность, выявленная в вариантах с нефтепродуктами при использовании комплексного сорбента для рекультивации почв, достигает пика по окончании третьей недели, с последующим плавным снижением показателей. Среднее стартовое значение составляло 0,85 мл $O_2$  за 1 мин. на 1 г почвы и достигло максимального среднего 1,35. Для варианта с мазутом и соляркой 0,85 и 0,95, соответственно, для вариантов с дизелем и керосином – 1,10 и 1,55, соответственно. Изучение каталазной активности показало, что общей тенденцией является ее снижение с увеличением глубины залегания почвенного горизонта и убывания влажности почвы. Анализ каталазной активности показывает, что применение сорбента в сочетании с органическим и минеральными стимуляторами биодegradации (азотно-фосфорные удобрения), на фоне стабилизации реакции почвенной среды резко повышает ее с первых недель эксперимента. В дальнейшем снижение активности ее объясняется уменьшением легкодоступного источника энергии в виде компонентов нефти, т.е. при загрязнении бурой полупустынной почвы нефтью и соляркой степень снижения активности почвенных ферментов зависит от природы загрязняющего вещества, его концентрации, и срока экспозиции. Аналогичным образом рассмотрена зависимость активности инвертазы в почве от рН. Инвертаза, как фермент катализирующий расщепление сравнительно легких и коротких углеводов, резко увеличивала свою активность в первую неделю восстановления почвы. Среднее стартовое значение составляло 21,5 мг сахарозы на 1 г почвы и, достигнув максимума, составило в среднем 24,5 мг сахарозы/ 1г почвы. Хотя существенной разницы по вариантам и загрязнителям не выявлено, но в опытах с мазутом и дизелем ее активность сохраняется и при 10% загрязнении. Сравнение динамики инвертазы показывает последовательную активацию этого фермента в начальной стадии на легких углеводородах и в последующем на более тяжелых углеводородах. При нефтяном загрязнении значительны изменения окислительно-восстановительных условий в почве, так как нефть и нефтепродукты создают анаэробные условия и уменьшают окислительно-восстановительный потенциал, индикаторами здесь являются оксидоредуктазы, нежели гидролазы. Модельные опыты показали, что внесение удобрений вызывало активизацию изучаемых ферментов в большинстве случаев. Изменения были значительными из-за внесения азотных удобрений по сравнению с контролем. Повышение активности фермента азотного обмена может отражать не только азотмобилизационный эффект удобрений, но и уровень образования органического вещества микроорганизмами и корнями растений.

## ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Замотаев И.В.<sup>1</sup>, Михеев П.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии РАН, Москва,

<sup>2</sup>ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, Мытищи  
[zivigran@rambler.ru](mailto:zivigran@rambler.ru)

Огромные количества твердых бытовых отходов (ТБО), ежегодно образующиеся во всех населенных пунктах страны и накапливающихся на полигонах, представляют опасность для окружающей среды и почв. Их размещение на водоразделах, склонах разной крутизны, террасах, поймах, в балках или замкнутых котловинах может иметь принципиально важные (с экологических и санитарно-гигиенических позиций) последствия, обуславливая условия аккумуляции, трансформации и миграции загрязняющих веществ. Как влияют полигоны ТБО на почвы в разных типах геохимических ландшафтов, сопредельных с ними? Как осуществляются межландшафтные миграции загрязняющих веществ с полигонов в разнообразных физико-географических обстановках? Этот ряд вопросов вызывает необходимость оценки изменения геохимических и микробиологических показателей состояния почв в зонах влияния этих техногенных объектов.

Для исследования были выбраны стратоземы серогумусовые тяжелосуглинистые на погребенных серых почвах трансаккумулятивных ландшафтов (балка), сопредельных с полигоном ТБО площадью 3,5 га (г. Льгов, Курская обл., лесостепь), на который ежегодно поступает около 25,0 тыс. м<sup>3</sup> отходов. В сравнительном аспекте изучались микробиологические свойства песчаных отложений, слагающих дно полигона ТБО, размещенного в карьере, в 2 км к северо-западу от п. Пинега (Архангельская обл., северная тайга). Индикация изменений свойств почв и загрязнения основывалась на сопоставлении почв в зоне влияния полигонов с их фоновыми аналогами.

Стратоземы серогумусовые днища балки (Льгов) сохраняют в морфологии и свойствах признаки естественных почв (микроэлементный состав, нейтральная реакция нижних горизонтов, численность плесневых грибов и актиномицетов). Расчет коэффициентов техногенной концентрации валовых форм тяжелых металлов I и II классов опасности (Ni, Cu, Zn, Pb и др.) в стратоземах показывает, что содержания элементов во всех горизонтах не выходят за пределы фоновых значений (Kс варьирует от 0,7 до 1,2). Интегральная токсичность водной вытяжки, определенная с помощью биосенсора "Эколюм", указывает на допустимое состояние почв по этому показателю. В то же время под влиянием захламления, поверхностного стока, делювиального и аэриального привноса веществ из «тела» полигона в почвах происходят техногенно обусловленные изменения – переуплотнение, загрязнение строительным и бытовым мусором, подщелачивание поверхностных горизонтов, а также изменение некоторых микробиологических показателей. Так, анализ напряженности микробиологических процессов и структуры микробного сообщества показывает, что функционирование полигонов ТБО ведет к увеличению в почвах сопредельных территорий численности олиготрофных бактерий ( $4,3-5,7 \times 10^6$

КОЕ/г), потенциально патогенных бактерий в профиле почв вплоть до глубины 60-70 см, индикаторов фекального загрязнения почвы - БГКП и энтерококков ( $1,0-3,0 \times 10^4$  КОЕ/г). Увеличивается количество спор бактерий рода *Bacillus* ( $5,6-8,0 \times 10^4$  КОЕ/г), а также изменяется видовой состав бацилл. В стратоземе (Льгов) преобладают *B. simplex*, *B. thuringiensis*, *B. cereus*, в песчаных отложениях (Пинега) - *B. cereus* и *B. lentus* - характерные для дерново-подзолистых почв. Эпидемиологическое значение имеет выделение из почв рекреационных зон и других объектов санитарного надзора *B. cereus*, обладающего высокой ферментативной активностью и известного как возбудитель локальных, респираторных и пищевых токсикоинфекций.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 14-27-00133).*

УДК 631.41:631.468

## **ПОЧВА И ПОЧВЕННАЯ ФАУНА ПИРОГЕННОГО ЛЕСА: ПОСЛЕДСТВИЯ НИЗОВОГО ПОЖАРА В ХИБИНСКОМ ГОРНОМ МАССИВЕ**

**Зенкова И.В.**

*Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН,*

*Апатиты*

[zenkova@inep.ksc.ru](mailto:zenkova@inep.ksc.ru)

С целью мониторинга послепожарной восстановительной сукцессии лесных экосистем в условиях заполярного горного массива проведено почвенно-зоологическое обследование горелого сосняка в северной части Хибин,  $67^{\circ}50'$  с.ш.,  $33^{\circ}39'$  в.д. Обширный низовой пожар возник летом 2013 г. на месте неочищенной вырубке площадью более 50 га в районе освоения апатит-нефелинового месторождения Партомчорр и охватил сосновый лес в межгорной долине реки Кунийок и лесной пояс на склоне горы Путеличорр. Площадь пирогенной территории оценивается в 6 га, высота нагара на стволах деревьев достигает 2.5-3.5 м, лесная подстилка, валежник, подрост ели и березы выгорели.

Первичная оценка влияния пожара на почвенный покров и населяющих его беспозвоночных проведена летом 2015 г. на участках горелого (ГС) и контрольного сосняка зеленомошно-кустарничково-лишайникового (КС). Участки расположены на высоте 235 м над ур. м. на расстоянии 300 м друг от друга и разделены лесной тропой, которая оказалась естественной преградой при распространении пожара. На каждом участке выполнены учеты почвенной фауны (в 10 образцах подстилки площадью  $0.0625 \text{ см}^2$ ), герпетобионтной мезофауны (в 30 ловушках с формалином, экспонированных на протяжении 70 суток), среднесуточной температуры подстилок на глубине 5 см (автоматическими датчиками – термохронами). В навесках из образцов подстилки в 6-ти кратной повторности определены: рН, зольность, потери при прокаливании, ППП, %; содержание общего азота и углерода, г/кг; соотношение C:N.

В результате выгорания лесной подстилки в ней снизилась доля углерода (39% в ГС против 43% в КС), азота (0.9% против 1.2%) и общее содержание органического вещества (ППП составили 75% против 85%), соотношение C:N

расширилось до 43 против 37. Достоверно возросли: зольность (до 27% против 15%), щелочность (рНводн. до 4.2 против 3.8) и среднелетний прогрев подстилки (9.8 °С против 9.2 °С); сумма положительных температур за два наиболее теплых месяца – июль-август составила 685 °С против 642 °С в КС.

Численность почвенной фауны и большинства представляющих ее таксонов достоверно снизилась (515 ± 84 против 176 ± 49 экз./м<sup>2</sup> вКС; ANOVA: F = 12.29, p = 0.003), ее пространственная вариабельность возросла (88% против 51%). Напротив, двукратный рост численности в подстилке ГС отмечен для ксилофагов – имаго долгоносиков (до 8 экз./м<sup>2</sup>) и хищных многоножек, представленным видом *Lithobius (Monotarsobius) curtipes* (до 16 экз./м<sup>2</sup>). Причиной концентрации последних в подстилке ГС может быть снижение ее кислотности. Сохранение таксономического состава (по 12 таксонов на каждом участке) и ядра из 5-6 доминантов позволяет прогнозировать быстрое восстановление почвенной фауны до исходного состояния. Набор доминантов в подстилке КС включал 5 таксонов: Diptera 36% → Elateridae 18% → Aranei 17% → Thysanoptera 13% → Cantharidae 5% от общей численности беспозвоночных; в подстилке ГС – 6 групп: Diptera 35% → Elateridae 20% → Aranei 11% → Lithobiidae 9% → Thysanoptera и Staphylinidae – по 6%.

Более существенно изменилась структура герпетобионтной фауны после выгорания мохово-кустарничково-лишайникового яруса: исчезли брюхоногие моллюски и одна из доминирующих групп герпетобионтов – жужелицы; повысилась уловистость обитателей открытых пространств (шмели, сенокосцы); резко возросло число беспозвоночных-деструкторов: ксилофагов (долгоносики), бриофагов (пилюльщики), пантофагов (муравьи). Частота попадания герпетобионтов в почвенные ловушки увеличилась по сравнению с контрольным сосняком с 15 до 44 экз./10 лов.-сут. Очевидно, восстановление герпетобионтной фауны по сравнению с почвенной фауной – процесс более длительный и возможный только после восстановления напочвенного растительного покрова.

УДК 631.46

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АКТИНОМИЦЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Зенова Г.М., Манучаров А.С., Грачева Т.А., Степанова О.А.,  
Звягинцев Д.Г.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва  
[zenova38@mail.ru](mailto:zenova38@mail.ru)

Объектами исследования явились мицелиальные актинобактерии (актиномицеты) засоленных почв территории Приэльтона. Эта территория входит в подзону светлокаштановых почв, для которой характерно сочетание современных процессов осолонцевания, карбонатизации и гумусообразования. Пестрота и засоленность почвообразующих пород предопределили быструю и резкую изменчивость условий почвообразования на территории Приэльтона и большую вариабельность сочетаний почвенных разновидностей. Озеро Эльтон по всему периметру концентрически охвачено поясами солончаков (внутренний пояс - соровые солончаки, внешний - луговые). Почвы формируются в

условиях выпотного режима, когда грунтовые воды перемещаются восходящим потоком соли из нижележащих горизонтов почвы или породы на поверхность. В результате перераспределения солей на берегу озера часто образуется белоснежная солевая корка. Численность актиномицетов в сорových солончаках, расположенных по внешнему периметру озера Эльтон невелика и не превышает 3-4-х тысяч в 1 г почвы. Содержание солей с этих образцов солончака, отобранных в нескольких десятках метров от уреза воды, - 0,9 и 1% соответственно. По мере удаления от озера почвы сменяются на светло-каштановые с небольшим засолением (процент растворимых солей 0,4; 0,3; 0,2 соответственно). Количество выделенных актиномицетов в этих почвах увеличивается на порядок, составляя десятки тысяч КОЕ/г почвы. В образцах светло-каштановой почвы актиномицеты составляют приблизительно третью часть от всего прокариотного микробного комплекса.

Актиномицетный комплекс сорových солончаков представлен родом *Streptomyces*. Доминантами являются актиномицеты неокрашенных видов секции *Albus* серий *Albusi* *Albocoloratus*, секции *Cinereus* серии *Chromogenes*. В светло-каштановой почве по сравнению с солончаком не только увеличивается на порядок численность стрептомицетов, но и расширяется видовой и родовой спектры выделенных культур. Здесь обнаружены представители родов *Streptomyces* и *Micromonospora* примерно в равных долях в актиномицетном комплексе прокариотного микробного сообщества солончака. Среди представителей рода *Streptomyces* в светло-каштановой почве выявлены виды секций и серий *AlbusAlbus*, *CinereusChromogenes*, *RoseusLavendulae-roseus*. Из светло-каштановой почвы выделены виды стрептомицетов *Streptomyces luridis*, *S. lavendulae*, доминирующие здесь. Среди видов секции *AlbusAlbus* доминировали представители *Streptomyces albolongus*.

Установлено, что в ходе микробной сукцессии, инициированной увлажнением почвы до 60% от полной влагоемкости, мицелий актиномицетов растет, увеличивается в длину (от 55 м/г в начале опыта до 322 м/г на 7-е сутки сукцессии) со стабилизацией на уровне 211 м/г почвы. Биомасса актиномицетов в ходе сукцессии увеличивается от 2,1 мкг/г исследуемой почвы до 12,6 мкг/г почвы к 7 -м суткам опыта и далее стабилизируется на уровне 8,2 мкг/г почвы. Люминесцентно-микроскопические исследования показали, что в ходе микробной сукцессии мицелий актиномицетов растет, увеличивается в длину от 55 м/г в начале опыта до 322 м/г на 7-е сутки опыта. Соответственно биомасса актиномицетов увеличилась от 2,1 мкг/г до 12,6 мкг/г светло-каштановой засоленной почвы Приэльтона.

Таким образом установлено, что актиномицеты в суровых условиях засоленной почвы растут, мицелий увеличивается в длину и, очевидно, выполняют роль гидролитических микроорганизмов, разлагая органические вещества и очищают почву от патогенных микроорганизмов, функционируя в качестве микроорганизмов-антагонистов.



**ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НА СТРУКТУРУ МИНЕРАЛОВ****Иванова Е.А.<sup>1,2</sup>, Чижикова Н.П.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> *Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербург,*<sup>2</sup> *ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*  
[katriell@mail.ru](mailto:katriell@mail.ru)

Литосфера является первоисточником элементов минерального питания, без которых невозможна жизнь всех без исключения организмов. Процесс преобразования минералов микроорганизмами по своему значению для биосферы может быть поставлен на один уровень с такими жизненно важными процессами, как ассимиляция диоксида углерода растениями и автотрофными бактериями или фиксация атмосферного азота почвенными микроорганизмами. Одним из важнейших достижений в области методики анализа биокосных взаимодействий является рентгеноструктурный анализ, позволяющий проводить определение минералогического состава и определять их количественное соотношение, а также диагностировать кристаллохимические преобразования каждого компонента почв и пород.

В настоящее время накоплен обширный материал по взаимодействию микроорганизмов с минеральным субстратом. Среди вопросов, рассматриваемых теорией биоминеральных взаимодействий, особое место занимает исследование деструктирующего влияния микроорганизмов на структуру силикатных минералов. Микробная трансформация слоистых силикатов обусловлена богатством и сравнительно большей доступностью в них элементов питания (например, в случае слюд триоктаэдрического типа).

Перспективным направлением в изучении биокосных взаимодействий является моделирование процессов микробиологической трансформации минералов посредством выращивания на поверхности минерального субстрата микробных ассоциаций и проведение дифференциального учета влияния монокультур компонентов и культуры ассоциации на структурные параметры минералов. Поскольку среди первопоселенцев на выветриваемых скальных породах зачастую выступают цианобактериальные сообщества, слизистые чехлы которых нередко выступают в качестве специфической экониши для многочисленных гетеротрофных бактерий, в том числе мицелиальных (актиномицетов), интерес представляет анализ процессов трансформации кристаллической решетки минералов ряда пород в результате жизнедеятельности цианобактериально-актиномицетных ассоциаций и их компонентов.

Полученные результаты позволили выявить различия в воздействии индивидуальных культур микроорганизмов (цианобактерий и актиномицетов) и их ассоциаций на структурные параметры слоистых силикатов, отличающихся по устойчивости к процессам выветривания. В ходе исследований выявлено заметное преобразование структуры триоктаэдрических слюд (биотит), что диагностировано по снижению интенсивности основных рефлексов минерала, при этом в случае преобладания в породе слюд диоктаэдрического типа (мусковит-серициты) было зафиксировано отсутствие трансформационного влияния микроорганизмов на структуру минералов.

При воздействии ассоциации на породу гумбина с доминированием в составе монтмориллонита и небольшой примесью кварца, зафиксировано относительное уменьшение интенсивности основного рефлекса монтмориллонита с одновременным увеличением интенсивности рефлекса кварца и общего рефлекса 4.4 А. Последнее может свидетельствовать об агрегации в процессе приготовления ориентированного препарата вследствие увеличения количества рентгеноаморфных частиц – продуктов разрушения монтмориллонита под влиянием микробной ассоциации.

При выращивании таллома микробной ассоциации на породе вермикулито-биотитового состава происходит физическое дробление минерального субстрата, что диагностировано по уменьшению частиц мелкопесчаной размерности до тонкопылеватых. Одновременно происходит активизация процесса выщелачивания ряда катионов (калия, магния и алюминия) – продуктов разрушения кристаллической решетки минерала.

Выращивание цианобактериально-актиномицетных ассоциаций на породе шунгита, выступающего зачастую в роли почвообразующей породы, приводило к уменьшению в породе рефлекса 3.48 А, предположительно принадлежащем рефлексу 002 графитизированного органического вещества. При этом интенсивность рефлексов слюдястого материала диоктаэдрического типа, также присутствующего в породе, снижалась незначительно. Таким образом, по-видимому, под влиянием микроорганизмов в первую очередь трансформируется графитизированное органическое вещество, и лишь затем – слюдястые силикаты.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о процессах преобразования минералов, выраженные в кристаллохимической перестройке решетки глинистых минералов и их физическом разрушении под влиянием развития модельных микробных ассоциаций. Интенсивность бактериальной трансформации минералов контролируется их кристаллохимическим состоянием и компонентным составом ассоциативного таллома.

УДК631.433.3

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ГЛЮКОЗЫ, ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ЛИГНИНА В СМЕСИ ПЕСКА С ИЛЛИТОМ ПОЧВЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ**

**Ларионова А.А., Квиткина А.К., Быховец С.С., Алексеева Т.В.,  
Кудеяров В.Н.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино*

[larionova\\_al@rambler.ru](mailto:larionova_al@rambler.ru)

Стабилизация органического вещества (ОВ) в почве контролируется двумя основными процессами: 1) формированием химически устойчивых органических соединений – гуминовых веществ и 2) образованием органо-минеральных комплексов, устойчивость которых обусловлена взаимодействием глинистых минералов не только с устойчивыми, но и с лабильными компо-

нентами почвенного гумуса. Образование органо-минеральных комплексов происходит на фоне трансформации органических и минеральных компонентов данных комплексов почвенными микроорганизмами. Скорость и направленность трансформационных изменений изучены недостаточно, что существенно затрудняет прогнозирование устойчивости ОВ почвы к изменениям природной среды. Целью настоящего исследования была оценка трансформации органических и минеральных соединений в зависимости от состава органических и минеральных компонентов почвы и активности почвенных микроорганизмов.

Исследования проводили в длительном инкубационном эксперименте с тремя органическими субстратами, образующими ряд устойчивости к разложению: глюкоза>целлюлоза>лигнин, которые смешивали с двумя минеральными субстратами - кварцевым песком или смесью песка с иллитом в соотношении 4:1. Органо-минеральные субстраты инокулировали микроорганизмами, добавляя водную суспензию выщелоченного чернозема, приготовленную в соотношении почва:вода 1:10. Для регулирования роста и активности микроорганизмов в модельные субстраты вносили азот в форме раствора  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  различной концентрации. Отношение C:N в исходных модельных субстратах варьировало от 6 до 300. Субстраты инкубировали в течение 400 сут при 22°C и 70% ППВ. Дыхание микроорганизмов и потери ОВ в ходе минерализации оценивали по эмиссии  $\text{CO}_2$ , которую измеряли методом газовой хроматографии. Трансформационные изменения глюкозы, целлюлозы и лигнина оценивали методом твердофазной  $^{13}\text{C}$ -ЯМР спектроскопии, песка и иллита – методами ИК-спектроскопии и рентген-дифрактометрии.

За 400 сут эксперимента газообразные потери углерода при разложении самого лабильного субстрата - глюкозы составили 70-80%, т.е. 20-30% углерода глюкозы стабилизировалось в виде микробной биомассы и ее метаболитов. Константа скорости разложения глюкозы находилась в прямой зависимости от количества внесенного азота. Наряду с микробной активностью внесение азота изменяло величину рН и влияло на состав продуктов трансформации глюкозы и минеральных компонентов модельных субстратов. При низкой дозе азота (C:N=300) не наблюдалось существенной трансформации глюкозы, т.е. в конце инкубации все структурные фрагменты по данным  $^{13}\text{C}$ -ЯМР идентифицировали как О-алкилы. Соотношении C:N 6, напротив, приводило к максимальному разнообразию продуктов трансформации от О-алкилов (51%) до ароматических фрагментов (14%) и карбоксильных групп (11%). Разложение глюкозы в кварцевом песке не вызывало заметных изменений минерального компонента независимо от количества N. Наибольшие трансформационные изменения иллита в смеси глюкозы и песка с иллитом – увеличение доли смектитов на 10% - наблюдались при минимальной дозой азота (C:N=300). Максимальная трансформация органического компонента при разложении глюкозы (C:N=6) не вызывала заметной трансформации иллита.

Несмотря на стимулирующий эффект азота, разложение целлюлозы и лигнина происходило значительно медленнее, чем разложение глюкозы. За 400 сут эксперимента потери углерода в виде  $\text{CO}_2$  при разложении целлюлозы и лигнина составили 20-40% и 3-4%, соответственно. Трансформация органической компоненты при разложении целлюлозы и лигнина была несущественной, а изменения минеральной компоненты в вариантах с иллитом свидетельствуют об интенсивном биологическом выветривании, приводящем к образо-

ванию каолинита и хлорита.

Таким образом, наблюдалась обратная зависимость между интенсивностью трансформации органических и минеральных компонентов модельных субстратов, содержащих глинистый минерал иллит. В отсутствие трансформации иллита при разложении глюкозы с максимальной дозой азота (C:N=6), изменения органических структурных фрагментов были максимальными. При незначительной трансформации органических компонентов при разложении лигнина с минимальной дозой азота (C:N=300), биологическое выветривание протекало с наибольшей интенсивностью. Одновременно происходили деградация иллита до каолинита и синтез хлорита.

УДК 631.452

## **ВЗАИМОСВЯЗИ ПОЧВА - РАСТИТЕЛЬНОСТЬ: СРАВНЕНИЕ ТИПОВ ЛЕСНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ А.К. КАЯНДЕРА И ТИПОВ ЛЕСА В.Н. СУКАЧЕВА**

**Лукина Н.В.<sup>1</sup>, Тихонова Е.В.<sup>1</sup>, Орлова М.А.<sup>1</sup>, Крышень А.М.<sup>2</sup>,  
Бахмет О.Н.<sup>2</sup>, Федорец Н.Г.<sup>2</sup>, Браславская Т.Ю.<sup>1</sup>, Горнов А.В.<sup>1</sup>, Смирнов  
В.Э.<sup>3</sup>, Воробьева Д.Н.<sup>1</sup>, Зукерт Н.В.<sup>1</sup>, Шашков М.П.<sup>4</sup>**

*<sup>1</sup> Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, Москва, <sup>2</sup> Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук, Петрозаводск, <sup>3</sup> Институт математических проблем биологии Российской академии наук, Пуццино, <sup>4</sup> Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, Пуццино*

[cepfras@cepl.rssi.ru](mailto:cepfras@cepl.rssi.ru)

Практически все лесные типологии основаны на фундаментальных знаниях о взаимосвязях между почвой и растительностью и потому обладают высокой прогностической ценностью. Согласно финской классификации типов местообитаний (Cajander 1909, 1926, 1949) и центрально-европейской системе Элленберга (Ellenbergetal 1991), состав растительности нижних ярусов отражает производительность местообитаний. Так же как классификация типов лесных местообитаний А.К. Каяндера в Финляндии, классификация типов леса В.Н. Сукачева, учитывающая доминирующую древесную породу, широко используется в лесном хозяйстве России.

Цель наших исследований – количественно оценить взаимосвязи между показателями плодородия почв и характеристиками растительности нижних ярусов и древесных растений, с учетом влияния климата и почвообразующих пород в северо- и среднетаежных лесах европейской части России. Исследования проведены на основе материалов, полученных на сети пробных площадей (общее количество – 134), заложенных на регулярной основе в Республике Карелия и на Карельском перешейке в соответствии с международной программой ICP-Forests (Lukinaetal, 2013). Почвенные и геоботанические методы подробно изложены в «Методике работ по международной программе ICP-Forests (2008). Полученные результаты показали влияние климата и почвообразующих пород на уровне подзон (средняя и северная тайга) и территорий (Карелия и Карельский перешеек). Проведенная оценка демонстрирует досто-

верные связи между показателями плодородия органогенных, элювиальных и иллювиальных горизонтов почв (актуальная кислотность, N, C/N, обменные катионы, степень насыщенности основаниями и др.) и типами местообитаний А.К. Каяндера на уровне подзон и территорий. Однако, при разделении типов местообитаний А.К. Каяндера с учетом доминирования древесных пород (Сукачев, 1972) обнаруживаются достоверные различия по тем же показателям плодородия на уровне биогеоценоза, что свидетельствует о существенном влиянии древесных пород на богатство почв. При этом варьирование видового богатства и покрытия нижних ярусов растительности зависит от положения биогеоценозов на градиенте плодородия, а в богатых типах хвойных лесов в значительной степени может определяться как освещенностью, так и корневой конкуренцией с древесными растениями.

УДК 631.41

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СОВРЕМЕННЫМИ НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ

**Мальцева А.Н., Пинский Д.Л.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,*

*Пушино*

[anasmalts@rambler.ru](mailto:anasmalts@rambler.ru)

Большинство методов для исследования химической природы органического вещества (ОВ) в почвах требуют его предварительного извлечения и концентрирования, что приводит к нежелательным структурным изменениям. Становится важным исследование природы ОВ в его нативном состоянии с использованием неразрушающих методов исследования. Спектроскопические методы наиболее часто используются в лабораториях для изучения трансформации растительных остатков (РО) в почвах и изменения форм их нахождения в почвах. В инкубационных экспериментах были изучены закономерности трансформации растительного материала в различных минеральных средах: отмытом песке, смесях песка с каолинитом и бентонитом и суглинке. В качестве РО использовали измельченную надземную биомассу клевера и кукурузы. Для анализа из образцов после инкубации в течение 6 месяцев удаляли видимые части неразложившихся РО. Исследования проводили с использованием ИК-Фурье спектрометра фирмы «Nicolet 5700» (Thermo Electron corp.) в интервале значений волновых чисел от 4000 до 400 см<sup>-1</sup>, твердофазной <sup>13</sup>C-ЯМР спектроскопии на спектрометре AVANCE-II NMR 400 фирмы Bruker, а также растрового электронного микроскопа VEGA3 LMU (Tescan) с энергодисперсионным зондированием.

Анализ ИК-спектров органо-минеральных субстратов показал, что спектры содержат практически одинаковый набор полос поглощения, различающийся интенсивностью отдельных полос. В частности, составе ОВ субстратов присутствуют полосы поглощения алкильных группы CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub> алифатических цепей, карбонильных и карбоксильных групп, двойных связей C=C ароматических колец, amino- и амидных групп белковых соединений, структур-

ных единицы лигнина, олиго- и полисахаридов. В спектрах  $^{13}\text{C}$ -ЯМР спектроскопии отчетливо проявляются сигналы алкильных структур, полисахаридных, ароматических компонентов, карбоксильных, хинонных, амидных групп. По показателям  $C_{\text{Alk}}/C_{\text{O-Alk}}$  (по данным ЯМР-спектроскопии) и  $I_{\text{AR}}/I_{\text{AL}}$  (по данным ИК-спектроскопии) в составе органо-минеральных комплексов стабилизируется трансформированное ОВ, отличное от исходного растительного материала. Для одного и того же вида РО существенной разницы по показателю  $C_{\text{Alk}}/C_{\text{O-Alk}}$  между вариантами с бентонитовой и каолинитовой глинами не обнаружено. Показатель  $C_{\text{Alk}}/C_{\text{O-Alk}}$  для суглинка ниже, чем для двухкомпонентных минеральных смесей, что связали с большей ароматичностью ОВ стабилизированного минеральными компонентами суглинка. Уменьшение доли замещенного алкильного углерода (O, N-Alk), увеличение доли незамещенных алифатических групп (Alk) и ароматических фрагментов (Ar) наблюдается в ряду: исходные РО – РО, разлагающиеся в отсутствие минеральной фазы – ОВ органо-минеральных субстратов. В составе органо-минеральных соединений, формирующихся при трансформации РО кукурузы и клевера, алифатические фрагменты (70-80 %) преобладают над ароматическими (13-14 %). Причем в составе алифатических фрагментов, образующихся при разложении кукурузы, достоверно преобладают O, N-замещенные алкильные фрагменты, по сравнению с алкильным углеродом. В вариантах с остатками клевера замещенные и незамещенные алкильные фрагменты содержатся примерно в равных пропорциях. Анализ ИК- и ЯМР-спектров органо-минеральных субстратов не выявил существенных различий в структурных элементах ОВ, связанного с минералами. Возможно, во взаимодействии ОВ специфической и неспецифической природы с минеральной поверхностью принимает участие одинаковый набор органических функциональных групп, но в различном соотношении. Данные РЭМ микроскопии показывают, что распределение  $C_{\text{орг}}$  по поверхности минеральных частиц зависит от их состава и свойств поверхности и ОВ.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 16-04-00924, № 16-34-01172 мол\_a*

УДК 631.47

## **БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АБШЕРОНА**

**Манафова Ф. А.**

*Институт Почвоведения и Агротехнологии НАН Азербайджана,*

*Баку, Азербайджан*

[fidan-1000@mail.ru](mailto:fidan-1000@mail.ru)

Абшерон расположен на западном берегу Каспийского моря и является юго-восточной оконечностью Большого Кавказского хребта. Ширина его в средней части 28 км, а длина с востока на запад 62 км. Он имеет отметки от -24 до 300 - 350 м над уровнем моря. Для Абшерона характерен климат умеренно теплых полупустынь и сухих степей с сухим летом. Он отличается скудным и слабым увлажнением при годовом количестве осадков, которое

определяет возможное испарение полуострова не более, чем на одну треть. Лето жаркое, температура воздуха нередко возрастает до 36-40<sup>0</sup>, возникают суховеи, зима, в основном, безморозная, короткая. Почвы здесь представлены серо-бурым типом и направление почвообразовательного процесса отвечает режиму, характерному для полупустынных ландшафтов. Результаты проведенных почвенно-мелиоративных исследований показали, что в своем географическом распространении серо-бурые почвы в условиях Абшеронского полуострова часто образуют высокую сложную комплексность с такыровидными и песчаными примитивными почвами или пятнами солончаков, создавая крайне сложную мозаику в структуре почвенного покрова. Фундаментальные исследования по изучению ферментативной активности почв значительно расширили представление о биохимической сущности процессов почвообразования и формирования почвенного плодородия. Ферментный потенциал почвы - это её функциональная характеристика, обусловленная взаимодействующими конкретными факторами почвообразования. Среди них материнская порода определяет естественный химический состав почвы. Поступая в почву из различных источников и стабилизируясь, ферменты становятся обязательным компонентом почвы и обуславливают её уникальное свойство – ферментативную активность. Почва «как биохимическая система» или «как система связанных «иммобилизованных ферментов» формируется и функционирует в качестве единого целого с согласованными и направленными биохимическими процессами, протекающими в ней в результате ферментативных реакций. Трудно себе представить экологию почв без изучения комплекса почвенных микроорганизмов непосредственно в их природном местообитании. Ясно, что именно такой подход позволяет, в конечном счете, выявить различие между различными типами почв и почвенными разностями, наиболее существенные признаки, обеспечивающие их развитие. Принимая во внимание роль микробных сообществ в круговороте вещества и энергии в почве, нами впервые для различных почвенных разностей структуры почвенного покрова (СПП) Абшерона в рамках исследований их эколого-биологических особенностей, изучена численность некоторых групп микроорганизмов в почве: гетеротрофных использующих органические соединения в почве в качестве источника углерода и энергии; целлюлозоразлагающих, целлюлоза - главная составная часть клеточных стенок растений. Поэтому микроорганизмы, разрушающие клетчатку, играют исключительно важную роль в круговороте углерода. При этом разложение клетчатки происходит и в аэробных, и в анаэробных условиях, при щелочной и кислой реакции среды, низкой и высокой влажности, разной температуре, что в основном характерно для различных почвенных разностей СПП Абшеронского п-ва. Разложение этой группой клетчатки осуществляется с участием фермента целлюлазы. Образовавшиеся соединения микроорганизмы используют в качестве источника углерода и энергетического материала; аммонифицирующих- эта группа микроорганизмов участвует в круговороте азота - минерализации органических форм азота, которые становятся доступными для растительных сообществ.

## ФУНКЦИИ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ПРОКАРИОТНЫХ КОМПОНЕНТ В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

**Манучарова Н.А., Степанов А.Л., Степанов П.Ю., Зенова Г.М.,  
Чернов Т.И., Кожевин П.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[manucharova@mail.ru](mailto:manucharova@mail.ru)

Для наземных экосистем основным фактором, определяющим вертикальное распределение микроорганизмов, является характер субстрата, обеспечивающий определенный тип питания микробов. Так в филлоплане это прижизненные выделения растений, в подстилке – биополимеры, в почве – гумусовые компоненты. Масштабы развития и реактивации гидролитической компоненты, составляющей большую долю микробных сообществ, различаются в пространственно-сукцессионном ряду экосистем. В связи с реализацией приоритетных направлений мирового масштаба и развитием нанотехнологий, актуальным становится вопрос о первостепенной роли микробных сообществ в круговороте веществ и потоках энергии, определяя, тем самым, гомеостаз экосистем. Основная цель исследований - провести сравнительный анализ структуры функциональных гидролитических микробных комплексов наземных экосистем, выявить потенциал активности и устойчивости гидролитической компоненты микробных сообществ изучаемых систем различных климатических зон под воздействием экологических факторов (влажности, температуры, присутствия метаболизируемого субстрата). Для оценки эффективности гидролитической активности проводили определение общей численности и биомассы клеток с выявлением доли метаболически активной составляющей в микробном гидролитическом комплексе; филогенетической структуры гидролитической компоненты с использованием молекулярно-биологических (высокопродуктивное секвенирование, ПЦР консервативных и функциональных генов, FISH), физиологических и биохимических методов исследования. Особое внимание уделено выявлению гидролитических комплексов с высокой биотехнологической востребованностью. На основе экофизиологических критериев определена функциональная значимость гидролитических прокариотных микробных комплексов в наземных экосистемах, выявлена степень толерантности исследуемых микробных комплексов к экстремальным параметрам экологических факторов. В зависимости от уровня увлажненности, температурного, окислительно-восстановительного режимов и времени сукцессии разработана модификация флюоресцентномикроскопического метода гибридизации *in situ* (FISH), с помощью которой появилась возможность оценить численность и выявить филогенетический состав метаболически активных бактериальных гидролитических комплексов вертикальных ярусов наземных экосистем. Численность метаболически активных клеток гидролитических комплексов составляет третью часть от численности всех прокариотных организмов наземного, наземного и почвенного ярусов биогеоценозов, определяемой окрашиванием акридиновым оранжевым. Выявлены различия в



филогенетической структуре метаболически активных гидролитических прокариотных комплексов пространственно-сукцессионного ряда. Если деструкция биополимеров в надземном ярусе осуществляется, главным образом, группой протеобактерий (альфа- и бета-), то в гидролитических комплексах почв всех исследуемых типов, увеличивается доля фирмикут и актинобактерий за счет уменьшения доли протеобактерий. Таким образом, в каждом ярусе формируется специфический гидролитический прокариотический комплекс. Обнаружена новая функциональная активность актиномицетов в гидролитическом прокариотном комплексе: их контролирующее влияние на уровень дыхания комплекса в широком диапазоне параметров (влажности, поступления органического вещества, сукцессионного времени). Установлена возможность классификации и биодиагностики образцов наземных экосистем по структурному показателю микробного комплекса, в том числе по его гидролитической составляющей. Результаты будут использованы для разработки рекомендаций совершенствования экологического и биотехнологического мониторинга.

УДК 631.416.5 + 631.461.4

## **РОЛЬ МИКОРИЗЫ В ПРАЙМИНГЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ**

**Меняйло О.В.**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск*  
[menyailo@hotmail.com](mailto:menyailo@hotmail.com)

Микориза играет важную роль в накоплении и стабилизации органического вещества почв. Предложено несколько механизмов влияния микоризы на почвенный углерод. Во-первых, мицелиальные гифы, потребляя значительную часть свежefиксированного углерода растений, сами являются источником почвенного углерода. Во-вторых, микоризы древесных растений – эктомикоризы могут потреблять органические азотсодержащие вещества, уменьшая содержание органического вещества почв. Наконец, микориза конкурирует за питательные вещества и воду с гетеротрофными микроорганизмами, уменьшая их активность минерализации почвенного углерода (эффект Гадгила). Последний эффект особенно актуален в связи с увеличением концентрации атмосферного CO<sub>2</sub> и увеличением поступления углерода в почву с опадом. Увеличенное поступление свежего органического вещества в почву приводит к изменению, часто увеличению, скорости минерализации и потери старого углерода – эффект прайминга. Микориза, регулируя активность гетеротрофов, может повлиять на судьбу почвенного углерода при увеличении CO<sub>2</sub> в атмосфере. Целью исследования являлось определение вклада эктомикоризы в прайминг органического вещества почвы. Работа проведена на серой лесной почве в культурах кедра сибирского, использован метод сетчатых колец – трубы с прорастанием микоризы и без. Для оценки прайминга вносился во все варианты раствор глюкозы, содержащую изотопную метку <sup>13</sup>C. Затем в течении двух суток измерялся поток CO<sub>2</sub> из всех колец и определялось содержание <sup>13</sup>C в CO<sub>2</sub>. Внесение глюкозы увеличивало поток CO<sub>2</sub> на 20-30%,

однако вклад углерода внесенной глюкозы составлял лишь 15-20% от экстра-СО<sub>2</sub>. Т.е. большая часть увеличенного потока СО<sub>2</sub> объясняется праймингом. В присутствие микоризы, прайминг был в три-четыре раза больше, чем в почве без микоризы. Через два года после эксперимента, в почву была внесена обычная глюкоза, без изотопной метки. В образованном СО<sub>2</sub> все-таки регистрировался сигнал <sup>13</sup>C, происходивший из глюкозы, вносимой два года назад. Причем, больше углерода глюкозы стабилизировалось в почве без микоризы. Таким образом, эктомикориза лесных почв, увеличивает потери почвенного углерода при поступлении свежего лабильного органического вещества и уменьшает его стабилизацию. Обнаруженная в Швеции положительная связь содержания почвенного углерода и микоризных гиф указывает на преобладание первого механизма влияния микоризы на почвенный углерод, т.е. гифы – источник почвенного углерода.

УДК 631.417.2

## ТВЕРДОФАЗНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЧВ

Милановский Е.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,

<sup>2</sup> ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва  
[milanovskiy@gmail.com](mailto:milanovskiy@gmail.com)

Органическое вещество почв (ОВП) представляет сложную смесь, обладающих различной биотермодинамической устойчивостью соединений, состоящих из продуктов химической и микробиологической трансформации растительных остатков, фауны, микробной биомассы. Две точки зрения существует на природу ОВП. Л.Н. Александрова, Д.С. Орлов, М.М. Кононова, И.В. Тюрин, В. Фляйг и др. считают, что гумус представлен специфическими высокомолекулярными органическими соединениями переменного состава (ГК, ФК, гумин), не известными органической химии, и образующимися в результате спонтанных реакций гетерополиконденсации (процесс гумификации). Отличительные особенности гумуса - темный цвет, высокомолекулярность, и наличие ароматических структур, отсутствующих в живых тканях.

Полимерная концепция гумусовых кислот в настоящее время подвергается пересмотру, в направлении традиционной органической химии. М.Р. Kleber, André J. Simpson, Jeffrey A. Baldock, Kögel-Knabner, Robert L. Wershaw и др. рассматривают ОВП, как дериваты биологических макромолекул, а систему гумусовых кислот, как артефакт щелочной обработкой почвы. Не прибегая к экстракции, современные аналитические методы (ЯМР, синхротронная спектроскопия и др.) позволяют идентифицировать структуру органических соединений в образце почвы *insitu*. Однако с ростом деградации природного ОВ, доля молекулярно не охарактеризованного твердофазного органического углерода возрастает от 20 до 70 - 80%. Для этой части органического вещества в 2010 году интернациональная группа геохимиков предложила акроним MUC (Molecularly-Uncharacterized Components).

Обширная база аналитических данных по характеристики почв, гранулометрических и денсиметрических фракций позволяет дифференцировать

ОВП на две формы – автохтонное и аллохтонное твердофазное ОВП. Автохтонное ОВ представлено продуктами трансформации растительных остатков, фауны и микробной биомассы в минеральных горизонтах профиля *in situ*. Данная форма представляет элементарными почвенными частицами (ЭПЧ) органической природы, приуроченными к фракции мелкой пыли седиментационном выделении и составляющие фракцию окклюдированного ОВ ( $\rho < 1.6$  г/см<sup>3</sup>) при денсиметрическом фракционировании. Микробиологическая утилизация полярных структур и удаление с током влаги водорастворимых органических соединений обуславливают гидрофобные свойства поверхности органических ЭПЧ (контактный угол смачивания 90 - 120°). Они являются основным центром локализации экстрагируемые щелочью гуминовые кислоты, в составе которых преобладают гидрофобные компоненты.

Аллохтонная форма твердофазного ОВП представлена органическим веществом, сорбированным на поверхности минеральных частиц (органоминеральные компоненты). Принципиальным отличием генезиса аллохтонной формы от автохтонной, является предшествующий ее образованию обязательный этап нахождения органических соединений в составе жидкой фазы. К ним относятся поступающие в минеральные горизонты профиля из подстилки водорастворимые органические соединения (короткоцепочечные алифатические карбоновые кислоты, углеводы, аминокислоты, растворимые продукты разложения лигнина и целлюлозы), корневые экссудаты, продукты метаболизма биоты. Анализ выделенных методом денсиметрии органоминеральных фракций (1.6-1.87, 1.8-2.2, >2.2 г/см<sup>3</sup>) показал, что содержание  $C_{орг}$  и C/N уменьшаются с увеличением их плотности от 30 до 0,6% и 25 до 8 соответственно, при этом смачиваемость поверхности фракций возрастает (59-50-33°). Уменьшение контактного угла смачивания денсиметрических фракций сопровождается увеличением относительного содержания гидрофильных компонентов в составе гумусовых веществ. Комбинация форм твердофазного ОВ в агрегатах черноземов, обеспечивает их водоустойчивые свойства.

*Работа проведена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-04-01683) и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2016 году).*

УДК 631.417:631.46

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПОЧВ ПРИ ИХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ**

**Орлова Е.Е., Лабутова Н.М., Орлова Н.Е.**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*  
[orlova55@mail.ru](mailto:orlova55@mail.ru)

Стерилизация почвы часто используется при изучении различных почвенных процессов и агроэкологической оценке почв, чтобы иметь возможность различать биологические и абиотические реакции. Известно, что стерилизация оказывает определенное влияние не только на биологические, но и на основные агрохимические свойства почвы, в том числе, на содержание отдельных форм азота и компонентов органического вещества почв.

Целью данной работы было изучение влияния различных способов стерилизации почвы на содержание подвижных соединений азота и состав гумуса агродерново-подзолистой суглинистой почвы.

Объектом исследований были две почвы с разным содержанием гумуса (3,6 и 7,4%), близкой к нейтральной реакцией среды и высокой обеспеченностью элементами минерального питания растений.

Для оценки эффективности стерилизации образцы почв естественной влажности подвергали СВЧ-излучению мощностью 800 Вт и длительностью воздействия 1, 5, 10, 15 и 20 минут; гамма-излучению с энергией до 10 МэВ и мощностью пучка до 5 кВт; рентгеновскому излучению в 7, 9, 22 Зв; автоклавированию при температуре 121<sup>0</sup>С и давлении 1 атм. в течение 60 минут.

Эффективность стерилизации оценивали поверхностным посевом на среду МПА (для учета бактерий) и среду Чапека (для учета грибов) из 1-го и 2-го разведения в 3-кратной повторности. На вторые-третьи сутки осуществлялась визуальная оценка чашек на присутствие или отсутствие колоний микроорганизмов. Для оценки изменений агрохимических характеристик исследуемых почв использовались общепринятые химические и физико-химические методы анализа. Фракционно-групповой состав гумуса определяли по методике Пономаревой - Плотниковой. Все полученные результаты были статистически обработаны в пакете IBMSPSSStatistics.

Проведенные исследования по оценке методов стерилизации позволили выделить автоклавирование, гамма- и СВЧ-стерилизацию (10-тиминутный режим воздействия) как наиболее эффективные, тогда как обработка исследованных почв рентгеном и кратковременное СВЧ-воздействие не привели к требуемой стерилизации почв.

Исследования по влиянию стерилизации на агрохимические характеристики показало, что гамма- и СВЧ-стерилизация не оказывают существенного влияния на агрохимические свойства агродерново-подзолистых почв разного уровня гумусированности. Стерилизация автоклавированием снижает содержание нитратов и аммония, общего азота и углерода.

Изучение параметров гумусового состояния исследуемых почв показало, что максимальные изменения также возникают при автоклавировании и наблюдаются как в почве с низким уровнем гумусированности, так и в почве с высоким уровнем гумусированности. Наименьшие изменения по всему комплексу показателей гумусового состояния обеих изученных почв отмечены для гамма-стерилизации. Автоклавирование вызывает снижение содержания гуминовых кислот 1-ой фракции (наиболее лабильной фракции из группы гуминовых кислот), суммы гуминовых кислот и уменьшение соотношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот. Отмеченные изменения более ярко выражены в почве с высоким содержанием гумуса.

По увеличению влияния на содержание подвижных соединений азота и параметры гумусового состояния агродерново-подзолистых почв испытанные способы стерилизации выстраиваются в ряд: гамма-стерилизация – СВЧ-стерилизация – автоклавирование.

Таким образом, в результате проведенной методической работы был определен вид стерилизации (гамма-стерилизация), который может быть использован при различных фундаментальных и прикладных исследованиях системы гумусовых веществ, в том числе, для оценки вклада почвенной биоты в процесс образования гумуса. Автоклавирование почвы приводит к суще-

ственным изменениям всех исследованных агрохимических свойств и показателей гумусового состояния и, соответственно, его использование для решения перечисленных задач представляется некорректным.

УДК 631.46

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАЧАЛЬНОГО ЭТАПА ПРОЦЕССА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ШЛАКОЗОЛООТВАЛАХ**

**Поляк Ю.М., Чугунова М.В., Бакина Л.Г., Теплякова Т.Е.,  
Галдиянц А.А., Петухов В.В.**

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский  
центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург*  
[yuliapolyak@mail.ru](mailto:yuliapolyak@mail.ru)

Проблема загрязнения окружающей среды промышленными отходами в настоящее время актуальна для многих регионов РФ. Несмотря на опасность для окружающей среды, которую представляют собой твердые золошлаковые отходы, в целом по стране утилизируется не более 5 - 10 % золошлакового материала различных отраслей промышленности. Оставшееся количество хранится без использования, а в ряде случаев, и без захоронения на специальных полигонах и последующей их рекультивации. Так, в Северо-западном регионе на окраине поселка им. Морозова (Ленинградская область) находится отвал огарка серного колчедана объемом 120000 м<sup>3</sup>. Отходы хранятся в открытом виде и содержат набор металлов, характерных для сульфидных железных руд. Площадь отвала превышает 20,5 тыс. м<sup>2</sup>. Атмосферные осадки вымывают из отвала водорастворимые сульфаты кислых солей металлов, в основном железа, цинка, меди, которые разносятся от очага загрязнения поверхностными и грунтовыми водами. Одним из существенных путей воздействия золоотвала на окружающую природную среду является вынос в атмосферу пылевых частиц с его поверхности в результате ветровой эрозии и последующее осаждение на почве. Рекультивация отвала не проводилась, восстановление нарушенного почвенного и растительного покрова естественным путем, практически не происходит. Целью настоящей работы являлось изучение биологической активности почв, формирующихся на шлакозолоотвале, и оценка интенсивности и направленности почвообразовательных процессов. Проведенные исследования показали, что агрохимические показатели отвала, как почвообразующей породы, крайне неблагоприятны: формирующиеся почвы характеризуются высокой засоленностью (3%), сильнокислой величиной рН (2,59÷3,29), низким содержанием органического углерода (0,11÷0,94%). Анализ токсичности формирующихся эмбриональных почв методами биотестирования подтвердил высокий уровень их экологической опасности. Повышенная кислотность и содержание значительного количества тяжелых металлов подавляют деятельность микроорганизмов, которые участвуют в разложении и синтезе органических веществ, и высвобождают находящиеся в органических соединениях питательные вещества в доступную для растений форму. Отличительной чертой начального этапа почвообразовательного процесса на золоотвале является низкая биологическая активность формирующихся почв.

Исследованные эмбриоземы отличаются низкими показателями активности как окислительно-восстановительных, так и гидролитических ферментов. Следствием негативного влияния загрязняющих веществ на биологическую активность почв является замедленный характер процесса почвообразования. В силу своей высокой токсичности и низкой биологической активности, исследованные техногенные грунты обладают очень слабой способностью к вовлечению в биологический круговорот и инициальным процессам почвообразования, что обуславливает необходимость разработки технологии их рекультивации.

УДК 631.417.1

## **АКТИВНЫЙ ПУЛ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА КАК ИНДИКАТОР ОТКЛИКА ПОЧВЫ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЭКСТРЕМУМЫ**

**Семенов В.М., Тулина А.С.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино  
[v.m.semenov@mail.ru](mailto:v.m.semenov@mail.ru)*

Климатические экстремумы в виде резких перепадов температуры воздуха, засух, ливней и других природных аномалий оказывают комплексное и разностороннее влияние на почвенные процессы, компоненты почвы, ее свойства, режимы и функции. Чувствительным индикатором изменений в состоянии биотических и абиотических компонентов почвы, вызываемых природными и антропогенными нарушающими воздействиями, является скорость продуцирования  $\text{CO}_2$ . С одной стороны, чем доступнее микроорганизмам субстрат, тем активнее идут процессы его разложения и минерализации, тем больше прирост биомассы, выше микробное дыхание и больше продуцируется  $\text{C-CO}_2$ . С другой стороны, чем благоприятнее экологические условия почвенной среды и меньше физических барьеров, ограничивающих доступность субстрата, тем полнее и эффективнее его освоение и минерализация микроорганизмами. Наибольшей чувствительностью к природным и антропогенным нарушающим воздействиям обладают потенциально-минерализуемые, химически и физически незащищенные компоненты почвенного органического вещества (ПОВ), слагающие его активный пул.

Установлено, что изменчивость величины активного пула трех пахотных почв на 71-86% зависела от температуры, и на 8-18% от влажности почвы. Температурные коэффициенты ( $Q_{10}$ ) активного пула в диапазонах 8-18 и 18-28°C составили  $2.71 \pm 0.64$  и  $1.27 \pm 0.20$  соответственно, а влажностные коэффициенты ( $W_{10}$ ) в диапазонах весовой влажности 10-25 и 25-40% были соответственно равны  $1.19 \pm 0.11$  и  $1.09 \pm 0.05$ . Легко ( $k_1 > 0.1 \text{ сут}^{-1}$ ) минерализуемая фракция активного пула была менее чувствительна к температуре, чем трудно ( $0.01 > k_3 > 0.001 \text{ сут}^{-1}$ ) минерализуемая ( $Q_{10} = 0.91 \pm 0.15$  и  $2.40 \pm 0.31$  соответственно), а к увлажнению, напротив, была более чувствительной ( $W_{10} = 1.22 \pm 0.06$  и  $1.03 \pm 0.08$  соответственно). Интенсификация минерализации при повышении температуры и влажности в течение длительной инкубации вызы-

вала истощение активного пула, что обусловило уменьшение продуцирования С-СО<sub>2</sub> почвами при повторной инкубации в одинаковых условиях, не лимитирующих минерализацию. Этот вывод подтвердился в вегетационном опыте с растениями и без растений с разными режимами увлажнения серой лесной почвы. За трехмесячный период в вариантах с растениями при постоянной засухе (вар. II) и периодических режимах засухи-увлажнения (вар. III) из почвы выделилось соответственно в 1.6 и 1.3 раз меньше С-СО<sub>2</sub>, чем при постоянном оптимальном увлажнении (вар. I), а в почве без растений – в 1.5 и 1.2 раза соответственно. Иссущение почвы с последующим ее увлажнением способствовало мобилизации ПОВ с импульсным выбросом С-СО<sub>2</sub>, но затрагивало лишь малую долю активного пула. По истечению трехмесячного воздействия разных режимов увлажнения происходило обеднение почвы вариантов I, II и III активным органическим веществом по сравнению с почвой, не подвергавшейся никаким воздействиям: в присутствии растений – в 1.6, 1.4 и 1.5 раза соответственно, а без растений – в 2.0, 1.6 и 1.8 раза. Следовательно, засуха приводила к сохранению активного пула ПОВ. Однако эффект секвестрации Сорг в условиях засухи был отчасти кажущимся, поскольку сохранившийся за время засухи углерод легко минерализовался при последующем поддержании оптимальной влажности.

В другом эксперименте с чередованием высушивания-увлажнения и замораживания-оттаивания была также характерна импульсная динамика эмиссии С-СО<sub>2</sub>. Многократное повторение циклов высушивания-увлажнения и замораживания-оттаивания вело к постепенному обеднению почвы активным органическим веществом и, как следствие, к ослаблению интенсивности импульсов С-СО<sub>2</sub>, инициируемых нарушающими воздействиями. Дестабилизирующее действие на почву высушивания-увлажнения и замораживания-оттаивания проявлялось не столько в убыли валового Сорг, сколько в уменьшении минерализационного потенциала ПОВ в целом.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 14-04-01575\_a) и РНФ (№ 14-14-00625).*

УДК 631.47

## НОВЫЕ ПРОЦЕССЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА АЗОТА В ПОЧВАХ

**Степанов А.Л.<sup>1</sup>, Черобаева А.С.<sup>1</sup>, Сошникова Е.А.<sup>1</sup>, Лебедева Е.В.<sup>2</sup>,  
Манучарова Н.А.<sup>1</sup>, Поздняков Л.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,

<sup>2</sup>Институт микробиологии РАН, Москва

[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)

По данным сравнительного количественного анализа архейных и бактериальных генов amoA из разных типов почв, сделан вывод о том, что среди почвенных нитрификаторов наиболее многочисленной группой являются аммоний-окисляющие археи (таумархеоты), а их широкое распространение в почвах определяется наличием гибких механизмов адаптации. С помощью ПЦР-детекции ключевых фрагментов функциональных генов amoA с исполь-

зованием коммерческих праймеров проанализирован состав аммонийоокисляющих бактерий и архей в разных типах почв. Филогенетический анализ транслированных нуклеотидных последовательностей выявил представителей родов *Nitrosolobus* и *Nitrosospira* в качестве доминирующих нитрификаторов в автоморфных почвах. Несмотря на различия в составе растительности и некоторые колебания величины рН, все доминирующие нитрификаторы гидроморфных почв ненарушенных биоценозов относились к кластеру *Nitrosolobus* – *Nitrosospira*. Эти данные согласуются с результатами исследования состава нитрифицирующих сообществ луговых почв центральной Европы, где доминирующими организмами были именно представители рода *Nitrosospira*. Следует отметить, что для участков почв, занятых под сельскохозяйственное использование с повышенным содержанием аммония и реакцией среды близкой к нейтральной (известкование), доминировали нитрификаторы рода *Nitrosomonas*.

Впервые показана возможность протекания анаэробного окисления аммония и метана в торфяных почвах. Методом флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH) обнаружено значительное увеличение доли архей в составе микробного сообщества при внесении окисленных соединений азота в качестве конечного акцептора электронов в анаэробных условиях. Проведена предварительная оценка вклада аммонийоокисляющих архей в образование закиси азота в разных типах почвах с использованием ингибиторного анализа и газохроматографических методов детекции газообразных окислов азота. Проведенные исследования дают новую информацию о процессах микробной трансформации азота в почвах, во многом определяющие их плодородие и экологическую роль в отношении образования и поглощения парниковых газов.

УДК 631.452:633.2.03:632.651

## **ПОСТАГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА, ФИТОЦЕНОЗОВ И МЕЗОФАУНЫ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЛУГОВ**

**Сущук А.А., Юркевич М.Г., Матвеева Е.М.**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук,*

*Петрозаводск*

[anna\\_sushchuk@mail.ru](mailto:anna_sushchuk@mail.ru)

Мелиорация сельскохозяйственных земель, проведенная в середине 20-го века на значительных площадях Северо-Запада России, оказывает заметное влияние на биоценозы осушенных территорий. В настоящее время на большей части площадей мелиоративные системы не функционируют, способствуя существенному изменению почвенного покрова, фитоценозов и мезофауны лугов. Мониторинговые исследования материковых синатропных лугов Южной Карелии, мелиорированных закрытой дренажной сетью в 1962-1965 гг., были проведены для определения динамики почвенных экосистем пахотных земель в ходе постагrogenной сукцессии на основе почвенных свойств, характери-



стик фитоценозов и фауны педобионтов (на примере почвообитающих нематод).

На глубокооторфованном старопахотном хорошо окультуренном участке с подстилающими озерно-ледниковыми ленточными глинами и уровнем грунтовых вод – 130 см, в период с 1974 г до начала 2000-х годов XXI века регулярно проводились исследования посевов многолетних трав. На участке в течение многих лет ежегодно вносили минеральные удобрения с внесением органики на отдельных экспериментальных площадках. В 2000 году участок был перезалужен моновидовым посевом тимофеевки луговой и не подвергался антропогенному воздействию в течение последних 10 лет.

По итогам мониторинга участка на торфоземе агроминеральном установлено, что за последние 40 лет общая мощность торфяной залежи уменьшилась с 250 см (1974 г.) до 224 см (2015 г.). В морфологическом строении почвенного профиля в связи с отсутствием обработки почвы выделился горизонт Ad (растительная дернина). В верхнем торфяном горизонте A (до 15 см) появились признаки оструктуренности, мощность горизонта уменьшилась на 13 см. При этом в нижележащих слоях нет существенных видимых изменений в мощности; начиная с глубины 15 см ( $T_2$ ) отмечается увеличение плотности торфа.

В период последнего десятилетия при отсутствии антропогенного воздействия на торфоземе агроминеральном сформировались два типа растительных сообществ. На участке, где ранее производилось внесение только минеральных удобрений – дернистощучник влажноразнотравный с высокой степенью мозаичности и крайне низкой урожайностью травостоя (0,9 т/га). На участке, где ранее производилось совместное внесение органических и минеральных удобрений, сформировался пырейный травостой с небольшими куртинами крапивы двудомной и двукисточника тростникового со средней урожайностью (3,7 т/га).

Со стороны педобионтов была отмечена более высокая (в 2 раза) численность нематод на дернистощучнике влажноразнотравном по сравнению с пырейным травостоем. Последний отличался увеличением доли бактериотрофов в сообществе и меньшим вкладом в фауну нематод – облигатных паразитов растений. Кроме того, было установлено, что видовая структура травостоя определяет экологическую специализацию фитопаразитов (экто- и эндопаразиты). В целом, анализ фауны почвообитающих нематод позволил установить, что в почвенной экосистеме, с одной стороны, еще ощущаются последствия сельскохозяйственных практик (по эколого-трофической структуре сообществ нематод), а с другой стороны, уже проявляются особенности постагрогенных почв (по разнообразию групп нематод, связанных с растениями). Показано уменьшение доли нематод, ассоциированных с растениями (Asp), – с 32,2% (сеяный луг) до 2,5-3,2% (на землях, выведенных из сельскохозяйственного оборота) и возрастание значимости паразитов растений (Pr) – с 5,7% до 22,2-39,2% в структуре сообщества. Отмеченные изменения указывают на благоприятные условия для обитания нематод-паразитов растений, которые складываются в луговых экосистемах в ходе постагрогенной сукцессии.

*Исследования были выполнены в рамках государственного задания (тема № 0221-2015-0006), частично поддержаны РФФИ (№ 15-04-07675\_a).*

## **ЧИСЛЕННОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ ТРАНСФОРМИРУЮЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ АЗОТА В ЭДАФОТОПАХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТВАЛОВ**

**Сыщикова О.В., Сыщиков Д.В.**

*ГУ «Донецкий ботанический сад», Донецк, Украина*

[2007dmitry@rambler.ru](mailto:2007dmitry@rambler.ru)

Биологическая деградация техногенно-загрязненных почв определяется как процесс устойчивых изменений биологических свойств почвы и проявляется в изменении численности микроорганизмов, уменьшении видового разнообразия и нарушении оптимального соотношения разных видов в микробоценозе и изменении интенсивности протекания биохимических процессов. Соответственно, оценить уровень техногенного влияния на формирование и прохождение деградационных процессов можно при помощи биологических показателей.

Исследования проводились в весенний период в черноземе южном малогумусном супесчаном и эдафотобах железорудного отвала Южного горно-обогатительного комбината (ЮГОК) г. Кривой Рог. Отбор почвенных образцов проводили по почвенным горизонтам. В образцах почвы, отобранных для анализа, выделяли и определяли численность микроорганизмов, трансформирующих органические соединения азота на мясопептонном агаре (МПА) и минеральные соединения на крахмало-аммиачном агаре (КАА). Подсчет колоний проводили на 3-5 сутки исследования.

Способность к аммонификации свойственна широкому кругу почвенных микроорганизмов – бактериям, грибам, актиномицетам, при этом белковые вещества трансформируются микроорганизмами, выделяющими протеолитические экзоферменты. При исследовании процессов аммонификации в черноземе южном установлено, что в поверхностном дерновом горизонте почвы количество органотрофов азотного цикла составляет 1,2 млн. колониеобразующих единиц (КОЕ)/г почвы, в переходном гумусово-аккумулятивном горизонте (5-20 см) – 1,0 млн. КОЕ/г почвы и в материнской породе (20-50 см) – 0,98 млн. КОЕ/г почвы. Также установлены изменения численного состава микроорганизмов, трансформирующих органические соединения азота в эдафотобах отвала ЮГОКа. Так, их количество уменьшается в 1,5 раза как в дерновом (0-5 см), так и в гумусово-аккумулятивном горизонте по сравнению с природной почвой. По полученным результатам показателя микробиологической трансформации органического вещества не установлено различий в данных между черноземом южным и примитивными почвами отвала. Значения показателя микробиологической трансформации органического вещества находятся в пределах 2,05-3,74, что свидетельствует о достаточно активной деструкции азотистых органических веществ. При исследовании количества аммонификаторов на скальных обнажениях, образованных при карьерной добыче полезных ископаемых, установлено, что численность органотрофов составляла 0,38 млн. КОЕ/г почвы, что статистически достоверно почти в 3 раза меньше, чем в черноземе южном. Наряду с этим, количество микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, уменьшилось в органоминеральных горизонтах эдафотоба отвала в 2,2 (0-5 см) и 3,5 (5-20 см) раза по сравнению с черноземом южным. В субстрате на скальных обнаже-

ниях количество микроорганизмов, трансформирующих минеральные соединения азота, составляет 71 тыс. КОЕ/г почвы, тогда как в дерновом горизонте чернозема южного – 99 тыс. КОЕ/г почвы. Также в субстрате на скальных обнажениях достаточно активно протекают процессы минерализации органического вещества, свидетельством чего являются высокие (1,88) значения коэффициента минерализации. Таким образом, установлено, что в эдафотопях железорудных отвалов процессы аммонификации протекают менее интенсивно, свидетельством чего является не только снижение численности микроорганизмов, но и значения коэффициента минерализации органического вещества почвы.

УДК 631.41

## **БИОКИНЕТИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ МИНЕРАЛИЗУЕМОГО ПУЛА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ**

**Ходжаева А.К., Кузнецова Т.В.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пуццино  
[akho2@rambler.ru](mailto:akho2@rambler.ru)*

Зона сухих степей – это зона господства каштановых почв и широкого распространения солонцов. Климатические особенности сухостепной зоны и прежде всего недостаточное увлажнение влияют на характер растительного покрова и, как следствие, на содержание почвенного органического вещества и его качество. Целью данной работы было оценить минерализационную способность органического вещества (ОВ), содержащегося в профиле почв сухостепной зоны разных типов землепользования, и установить запасы потенциально-минерализуемого органического углерода в метровом слое. Исследование проводили с образцами каштановой почвы (К) и солонца (Сн), отобранными из почвенного профиля по слоям 0 – 20, 20 – 40, 40 – 60 и 60 – 100 см на пашне (п), целинных участках (ц) и из-под лесополосы (лп) (окрестности поселка Перегрузное Октябрьского р-а, Волгоградской обл.). Расчет содержания потенциально-минерализуемого углерода в почве производили по кумулятивному количеству С-СО<sub>2</sub>, выделившемуся за весь период инкубации (196 сут), используя однокомпонентное уравнение экспоненциальной регрессии:  $C_t = C_0 (1 - \exp(-kt))$ , где  $C_t$  – кумулятивное количество С-СО<sub>2</sub> (мг/100 г почвы) за время  $t$  (сут);  $C_0$  – содержание углерода потенциально-минерализуемого органического вещества (мг/100 г);  $k$  – константа скорости минерализации органического вещества почвы (сут<sup>-1</sup>). Коэффициенты уравнений с уровнем значимости  $p > 0.05$  отвергались. Минерализационная способность ОВ уменьшалась в следующем ряду почв: каштановая (лп) > каштановая (п) > каштановая (ц) > солонец (ц) > солонец (пашня). Показано, что самая высокая доля потенциально-минерализуемого углерода в валовом органическом веществе почвы была в верхнем 0 – 20 см слое и составляла 7 – 9 %, а самая низкая – в 20 – 40 см слое и составляла 1 – 3 %, за исключением каштановой почвы из-под лесополосы, в которой доля потенциально-минерализуемого углерода в валовом ОВ составляла 4 – 7 %, плавно уменьшаясь с глубиной. Установлено, что запасы потенциально-минерализуемого углерода ( $C_0$ ) в метровом слое каштановой почвы составили 3.7; 4.5 и 5.1 т/га на участках

целины, пашни и лесополосы соответственно. В солонце пахотного и целинного участков запасы  $C_0$  в метровой толще составили 3 и 2.7 т/га соответственно. В верхнем 0–20-см слое исследуемых почв запасы потенциально-минерализуемого углерода были наибольшими и составляли 39–73 % от запасов в метровой толще. Запасы общего органического углерода ( $C_{org}$ ) в слое 0 – 20 см составили от 14 до 48 % от запасов в слое 0–100 см. Таким образом, впервые для профиля почв сухостепной зоны определены количественные и качественные показатели минерализуемого пула органического вещества, которые могут быть использованы при оценке их потенциального плодородия.

*Работа выполнена при частичной поддержке грантом НШ-6123.2014.4 и Программой Президиума РАН № 15.*

УДК 631.46

## СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ЭПИФИТНЫХ БАКТЕРИЙ КУЛЬТУРНЫХ И СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

**Хуснетдинова К.А., Добровольская Т.Г.**

*МГУ им М.В.Ломоносова, Москва*

[kira-h@mail.ru](mailto:kira-h@mail.ru)

На современном этапе развития научного земледелия парадигма борьбы с сорными растениями сменяется парадигмой управления сорным компонентом агрофитоценоза. В странах северной Европы, особенно Ирландии, применяется посев специальных полос травянистых растений по обочинам пашен. В числе растений, которые высаживают по краям полей, кроме лесных растений (фиалка, плющ, и др.) используют и рудеральные – бодяк полевой, подмаренник цепкий. Это связано с тем, что в травяных полосах разводятся полезные насекомые-опылители, сами полосы предохраняют посевы в какой-то мере от механических повреждений, которые могут наблюдаться на краю поля, в том числе от ветра и пыли.

Целью нашей работы было изучение таксономической структуры бактериальных сообществ культурных и сорных растений и выявление их роли в поддержании гомеостаза агрофитоценозов.

В качестве объекта исследования были выбраны опытные поля Учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ им. М.В. Ломоносова «Чашниково».

Исследовались культурные растения: свекла, морковь, горох. Сорные растения были представлены следующими видами: пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris*), лебеда раскидистая (*Atriplex patula*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), подмаренник настоящий (*Galium verum*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*).

Все сорные растения относятся к апофитам (растения местной флоры, которые перешли из естественной среды обитания на территории, изменённые хозяйственной деятельностью человека: пашни, пастбища).

Образцы культурных и сорных растений были отобраны на разных стадиях вегетации: всходы–период цветения – перед уборкой урожая. Сделан посев

листьев, цветов, корней и плодов культурных и сорных растений и почвы под ними.

Для выделения бактериальных сообществ эпифитно-сапротрофного комплекса использовался общепринятый метод посева на глюкозо-пептонно-дрожевую среду.

Посев проводили в пятикратной повторности из разведений  $10^3 - 10^6$ . Подсчитана общая численность и выделены чистые культуры из доминирующих типов колоний. Определение выделенных бактерий проводили, используя определитель бактерий Берджи и кафедральное руководство.

Определена численность бактерий эпифитно-сапротрофного комплекса на разных органах культурных и сорных растений с учетом их онтогенеза. Установлено, что общее число бактерий изменяется от  $10^6$  до  $10^9$  КОЕ/г.

Из анализа данных по частоте встречаемости и частоте доминирования бактерий разных таксонов следует, что на сорных растениях бактериальные сообщества более разнообразные. Однако представители доминирующих таксонов бактерий одинаковы на культурных и сорных растениях.

Выявлены изменения в таксономической структуре исследуемых бактериальных комплексов на разных органах растений в процессе их онтогенеза - наблюдается четкая смена экрисотрофных бактерий на бактерии гидролитического комплекса при старении растения. Установлено, что на корнях как культурных, так и сорных растений перед уборкой урожая доминируют в основном миксобактерии и бациллы, на листьях – цитофаги и целлюломонады. В почве под исследуемыми растениями во все сроки отбора образцов не наблюдали изменений в таксономической структуре бактериальных комплексов – доминировали артробактер и бациллы.

УДК 631.434.5

## ОБЩАЯ СХЕМА ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ

**Цховребов В.С., Фаизова В.И., Новиков А.А., Калугин Д.В.**  
*ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет,*  
*Ставрополь*  
[tshovrebov@mail.ru](mailto:tshovrebov@mail.ru)

Жизненный процесс представляет собой неразрывное единство двух полярных противоположностей – разрушения и созидания. Разрушение является движущей, активной, ведущей, т.е. первичной по отношению к созиданию, стороной жизненного процесса». Почвообразование можно считать результатом взаимодействия двух противоположных начал – живой и косной материй.

Все изменения в почве неразрывно связаны с эволюцией минеральной основы той или иной породы в процессе почвообразования. Именно разрушение минералов почвообразующей породы и вынос продуктов выветривания является основой динамического изменения почвенного плодородия с ноль-момента до естественной гибели почв, когда она уже не может обеспечивать растения элементами минерального питания.

Движущей силой такого разрушения служит поступление в почвенную среду протонов водорода вместе с активными химическими соединениями кис-

лотной природы как органического так и неорганического происхождения. Обеспечивает поступление этих веществ внеклеточный (голофитный) способ питания фототрофов и микробных гетеротрофов. Поэтому почвообразовательный процесс един для всех уголков суши, но проявление его может иметь разный характер, зависящий от конкретных условий почвообразования, среди которых на первом месте качество исходной породы и климат.

Растительность является потребителем минеральных веществ и в своем историческом развитии все более загоняет себя в условия минерального голода. На этом пути возможны только кратковременные высокопродуктивные периоды, в основном, на первых стадиях развития почвы, когда еще минеральная кладовая не оскудела. Наиболее четко сущность почвообразования выразила В.В. Пономарева: «Почва есть следствие минерального питания растений, автотрофного создания ими органического вещества и его превращения (в том числе минерализации) микроорганизмами. Такова общая или единая на всей земной поверхности первопричина и сущность почвообразовательного процесса».

Цикл питания растений определяет не только разрушение минералов, но и вынос продуктов разрушения самим растением, а также надпочвенным и внутрипочвенным стоком в водные бассейны. Выносятся, прежде всего, щелочные и щелочноземельные элементы. Малоподвижные и более инертные соединения кремния, алюминия, железа остаются на месте разрушения.

Основным фактором в эволюционном изменении почв выступает время и скорость почвообразования, обусловленная климатическим фактором. Эволюция почв на ранних стадиях сопряжена с увеличением мощности почвенного профиля и накоплением органического вещества. На более поздних стадиях происходит значительное обеднение и преобразование минеральной основы до состояния, отличающегося коренным образом от материнских пород. В элювиальных условиях среды эти изменения протекают до стадии самых простых и потому устойчивых на земной поверхности остаточных минеральных ассоциаций. На этой стадии процесс почвообразования прекращается, так как растения уже не находят в остаточном минеральном субстрате необходимых элементов минерального питания. Почва переходит в неопороду. Она теряет свое основное свойство – плодородие. Стадийность почвообразования можно представить в виде: начальная стадия → ускоренного развития → замедленного развития → зрелой почвы → старения → гибели почвы. В зависимости от генезиса и минерального состава почвообразующей породы конечная форма почвообразовательного процесса может быть представлена в зоне умеренного климата соединениями кварца (песками), в тропиках - бокситами, железистыми латеритами и, реже, каолинитовыми глинами. Однако, в редких случаях мы можем найти на земной поверхности такие почвы, где процесс выветривания дошел до конца». В большинстве случаев эрозия, поднятие и опускание суши, опустынивание, оледенение и другие геологические катаклизмы прерывают развитие почвы, и она в редких случаях достигает своей естественной гибели.

## МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ

**Чернов Т.И., Тхакахова А.К., Кутовая О.В., Железова А.Д.**  
ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва  
[chern-off@mail.ru](mailto:chern-off@mail.ru)

Метагеномика – активно развивающееся направление исследований микробных сообществ в образцах различной природы при помощи анализа генетического материала. Почва, как самый обширный депозитарий микробного разнообразия на планете, привлекает большое количество исследований в области метагеномики. Однако, большая часть этих работ либо касается лишь поверхностных горизонтов почвы, либо рассматривает почвенный профиль, формально разделенный на слои по глубине.

Между тем, для понимания взаимосвязи микробного сообщества и экологических факторов среды представляются более перспективными метагеномные исследования генетических почвенных горизонтов с различающимися свойствами. Данное исследование было предпринято с целью сравнительного анализа прокариотного метагенома генетических горизонтов почв разных типов.

Объектами данного исследования служили 99 образцов, относящихся к 57 генетическим горизонтам восьми почв: солонца и лугово-каштановой почвы (полупустынный почвенный комплекс, Прикаспийская низменность), черноземов на трех разных системах землепользования (Каменная степь, Воронежская область), темно-серой и дерново-подзолистой почв (Московская область) и коричневой почвы (южный берег полуострова Крым).

Проводили выделение тотальной ДНК из почвенных образцов, пиросеквенирование гена 16S рРНК (использующегося для классификации бактерий и архей), определение таксономической структуры прокариотного сообщества и анализ разнообразия прокариот. Для части образцов проводили количественную ПЦР (real-timePCR) гена 16S рРНК для определения численности прокариот. Также проводили измерение химических свойств почвы: рН, содержания углерода и азота, определение гумуса по Тюрину и других показателей.

Бактериальные сообщества всех исследованных почв сформированы преимущественно представителями девяти фил (крупных бактериальных таксонов), которые обнаруживаются во всех проанализированных пробах: *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Chloroflexi*, *Firmicutes*, *Gemmatimonadetes*, *Planctomycetes*, *Proteobacteria* и *Verrucomicrobia*. Остальные бактериальные филы были обнаружены не во всех почвенных пробах и, как правило, имели очень небольшие доли (<1%) в общей филогенетической структуре микробиомов. Доминирующими филами прокариот практически во всех исследованных почвенных микробиомах являются *Proteobacteria* и *Actinobacteria*. Абсолютными доминантами среди обнаруженных архей в исследованных почвах являются представители филума *Thaumarchaeota*, предположительно, являющиеся активными окислителями аммония. Эти археи занимают до 30% всего прокариотного биома в некоторых горизонтах.

Прокариотные сообщества черноземов четко кластеризуются по типу горизонтов: микробиомы А (гумусо-аккумулятивных) и В (минеральных) го-

ризонтов на диаграмме по методу главных компонент образуют непересекающиеся кластеры. Данная кластеризация прослеживается при анализе сообществ примерно на уровне семейств-крупных родов и более низких таксономических уровнях. Почвенные горизонты, контрастно отличающиеся по экологическим свойствам от соседних – солонцовый, элювиальные или уплотненный подпахотный горизонт агрочернозема – заметно отличаются от соседних горизонтов по структуре и разнообразию прокариотного сообщества. Не обнаружено достоверной связи альфа-разнообразия исследованных прокариотных сообществ с рН и содержанием углерода органического вещества, которые часто называются основными факторами микробного разнообразия, а также с общим количеством прокариот по данным real-timePCR. Разнообразие почвенных прокариотных сообществ, предположительно, определяется разнообразием экологических условий в микросредах (локусах обитания почвенных микроорганизмов), связанных с оструктуренностью, влажностью почвы и т.д.

Таким образом, анализ различных почв и горизонтов показал, что особенности структуры прокариотного метабенома объясняются не отдельными значениями почвенных свойств (рН, содержание углерода), а интегральными факторами, например, типом почвенного горизонта.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности профильно-генетического подхода для сравнительного метабеномного анализа микробных сообществ разных типов почв.

*Работа выполнена при поддержке проекта РНФ № 14-26-00079*

УДК 631.46

## **ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ И КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ В КОНТЕКСТЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ ПОЧВ**

**Чернышева Е.В., Каширская Н.Н., Борисов А.В.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино*

[chernysheva1988@gmail.com](mailto:chernysheva1988@gmail.com)

Применительно к почвам и культурным слоям археологических памятников под биологической памятью следует понимать способность микробного сообщества изменять свою структуру и метаболическую активность в результате поступления в почву дополнительных органических субстратов антропогенной природы, и сохранять эти изменения неопределенно долгое время.

Целью исследования было установление информационного потенциала ферментативной активности почв для реконструкции поступления органических материалов в древности.

Объектами исследования послужили культурные слои энеолитического поселения Мешоко (V–IV вв. до н.э., Республика Адыгея) и средневекового городища Учкакар (XI–XIII вв. н.э., Удмуртская Республика), а также древние пахотные почвы в окрестностях поселения Подкумское-3 (V–VIII вв. н.э., Карачаево-Черкесская Республика).



В образцах проводили определение уреазной активности индосалицилатным методом и фосфатазной активности по методу Галстяна – Арутюнян.

Показано, что на городище Уччакар в пахотном горизонте погребенной почвы фосфатазная активность была в 4.5 раза, а содержание фосфора в 1.5 раза больше, чем в почвообразующей породе. В культурном слое 1 величины фосфатазной активности и содержания фосфора увеличились в 3 раза по сравнению с аналогичными величинами в пахотном горизонте погребенной почвы. Синхронное увеличение как фосфатазной активности, так и содержания фосфора на первом этапе формирования культурного слоя, дает основания связать, накопление фосфатов в данном случае с поступлением в слой органических материалов. В дальнейшем на территории городища начались пожары, и связанное с этим поступление неорганического фосфора из золы. Это привело к росту значений содержания фосфатов и одновременному уменьшению активности фосфатазы. Уреазная активность резко уменьшалась с глубиной без заметных пиков возрастания, что не позволяет делать вывод о значительном поступлении азотсодержащих компонентов в момент формирования культурного слоя.

В погребенной почве, на которой возникло поселение Мешоко, отмечены минимальные значения фосфатазной активности и максимальное содержание фосфора. Вверх по профилю происходило слабое увеличение ее активности на фоне довольно высоких значений содержания фосфатов. Максимум фосфатазной активности зафиксирован в верхнем горизонте почвы, при этом содержание фосфора здесь было минимально. В целом характер профильного изменения фосфатазной активности в культурном слое Мешоко соответствует таковому в фоновых почвах – максимальные величины в верхнем слое, что связано с высокой биологической активностью верхних почвенных слоев, и постепенное уменьшение с глубиной. При этом содержание фосфатов демонстрировало обратную зависимость. Причиной невысокой фосфатазной активности могло послужить длительное пребывание почвы в погребенном состоянии. В отношении уреазной активности выявлена иная закономерность. Здесь отмечался второй пик возрастания ее активности в культурном слое, сформировавшимся в момент использования участка в качестве загона для скота. Увеличение уреазной активности здесь непосредственно связано с попаданием большого количества мочевины.

С целью изучения системы древнего земледелия проведено исследование уреазной активности в почвах окрестностей поселения Подкумское-3. Известно, что при поступлении органических удобрений происходит увеличение уреазной активности. Здесь была заложена серия почвенных разрезов на различном удалении от памятника. Максимальная уреазная активность была выявлена в ближайших почвах к поселению, и по мере удаления от него происходило ее уменьшение. По особенностям распределения уреазной активности в почвах можно предположить, что зона интенсивного унаваживания располагалась на расстоянии 500 м от поселения.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты № 14-06-00200, 15-06-05763 и 16-36-00381-мол а.*

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЖИВОГО И ГУМУСА: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

Чуков С.Н., Торопкина М.А., Рюмин А.Г.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург  
[s\\_chukov@mail.ru](mailto:s_chukov@mail.ru)

Взаимодействия и взаимосвязи в системе почва-растения всегда были одной из ключевых тем естествознания со времен античности. Наиболее ярко ее выразил В.И Вернадский в своей идее о «единстве живого и гумуса». Очевидную связь продуктивности растений с содержанием гумуса пытались объяснить еще алхимики. Отголоском этого явилась чисто умозрительная, простая и «красивая» теория «гумусового питания» растений. На деле связь гумусовых веществ (ГВ) с урожаем оказалась гораздо более многофакторной и сложной. И на одном из первых мест в этой связи стоит физиологическая стимуляция ГВ процессов метаболизма растений и биоты.

С момента открытия физиологической активности (ФА) ГВ прошло уже более 100 лет и все это время ученые предпринимают пока безуспешные попытки разгадать механизм этого взаимодействия. На роль активных структур предлагались различные участки макромолекул ГВ, но ни одна из этих структур не дала четкой зависимости. Единственной из обнаруженных нами зависимостей, показавшая сравнительно высокий уровень корреляции (на уровне 0,86), оказалась связь ФА ГВ с концентрацией в их препаратах свободных радикалов.

Не утихают попытки объяснить явление ФА ГВ их проникновением внутрь клетки через цитоплазматическую мембрану (по сути, частичная реинкарнация «гумусовой» теории питания растений) и прямым включением ГВ в сложнейшие процессы биосинтеза внутри живой клетки. Однако, прямых доказательств этого маловероятного (хотя бы с точки зрения мембранного транспорта или цитоплазматического гомеостаза) процесса до сих пор нет. С нашей точки зрения наиболее вероятной является гипотеза мембранотропного действия ГВ, которые, сорбируясь на поверхности мембран, с одной стороны оптимизируют минеральное питание, стимулируют мембранный транспорт, а с другой – оказывают биопротекторное действие, защищая мембрану от ксенобиотиков и неблагоприятных воздействий.

В наших исследованиях мы изучали действие ГВ на одноклеточную водоросль *Chlorella vulgaris*. Методика опыта позволяет в каждом варианте одновременно оценивать фотосинтез и окислительную деструкцию (дыхание) в ее клетках. Результаты показали, что *Chlorella vulgaris* достаточно активно реагирует на присутствие ГВ в растворе, но ответ на физиологическое воздействие ГВ различается. Установленный нами факт, что ГК разных почв по-разному стимулируют фотосинтез и дыхание может говорить о том, что механизмов воздействия, по-видимому, не один, а как минимум два или несколько. Большинство препаратов ГК стимулируют в разных соотношениях и фотосинтез и дыхание, но есть и стимулирующие только фотосинтез или только дыхание. Причем ГК, выделенные из разных частей гумусового профиля чернозема

карбонатно-мицеллярного, могут совершенно по-разному действовать на физиологические процессы *Chlorella vulgaris*.

Нами также проводились прямые микроскопические наблюдения за взаимодействием ГК с мембраной клеток *Chlorella vulgaris*, которые показали, что ГК сорбируются на поверхности клеток. Оценка количества и размеров клеток методом прямого счета в камере Горяева показала значимый рост клеток в присутствии ГК, стимулирующих процесс фотосинтеза. В случае активной стимуляции окислительной деструкции рост клеток не обнаруживался.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ – грант № 14-04-01623*

УДК 631.461

## **ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ РЕЛИКТОВЫХ СТЕПЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ**

**Щелчкова М.В., Семенова Н.С., Петрова Т.А., Боескоров Г.Г.**

*СВФУ им. М.К. Аммосова, Якутск*

[mar-shchekchkova@yandex.ru](mailto:mar-shchekchkova@yandex.ru)

Одним из интегральных показателей биологической активности почв является ферментативная активность. Многочисленные исследования российских и зарубежных авторов свидетельствуют о том, что ферментативная активность адекватно отражает генетические особенности почв, экологические условия их формирования, может использоваться для характеристики почвенного плодородия и оценки мер по его повышению. Изучение ферментативной активности мерзлотных почв Якутии были начаты в 90-х годах прошлого века, но касались преимущественно доминирующих на данной территории лесных почв. И лишь в последние годы внимание почвоведов-энзимологов привлекли уникальные степные экосистемы, являющиеся реликтами позднеплейстоценовой эпохи. Участки реликтовых степей встречаются в пределах среднетаежной и северотаежной подзоны Якутии в бассейнах рек Лены, Яны, Индигирки и Колымы, где они приурочены к хорошо прогреваемым южным склонам коренных берегов рек и гор и надпойменным террасам рек. Однако, в засушливых районах Центрально-Якутской равнины очаги степей наиболее многочисленны и обширны по площади.

Объектом нашего исследования являлась разнотравно-дерновиннозлаковая степь, представленная разнотравно-ковыльными и ковыльно-полынными группировками. Ключевой участок выбран на территории Якутского района в 17,5 км к югу от г. Якутска на склоне восточной экспозиции коренного берега левобережья р. Лены. Почвенный покров представлен сероземовидными дисперсно-карбонатными гумусово-стратифицированными почвами, развитыми на крупнопылеватых легких суглинках позднеплейстоценового-раннеголоценового возраста. Генетический профиль имеет строение: Agh-AJ-AJB-BCAdc-Cca. Данные почвы характеризуются нейтральной реакцией среды верхних горизонтов (6,8) и слабощелочной - нижних горизонтов (7,9), супесчано-легкосуглинистым гранулометрическим составом, преобладанием в составе поглощенных оснований кальция и магния при соотношении между ними, обычном для степных почв. Содержа-

ние гумуса в гумусово-стратифицированном горизонте составляет 1,45%, в светлогумусовом горизонте - 2,28%, в переходном горизонте - 1,66% и далее резко снижается с глубиной. Суммарная мощность гумусовых горизонтов (Arh+AJ+AJB) составляет 60 см. В аккумулятивно-карбонатном горизонте карбонатные новообразования представлены диффузно-рассеянными формами, количество свободных карбонатов равно 2,18%. Сероземовидные (или светлогумусовые аккумулятивно-карбонатные) почвы, широко распространенные в сухих степях России, на территории Якутии описаны нами впервые.

Для характеристики биологической активности сероземовидной почвы определяли активность оксидоредуктаз (каталазы, дегидрогеназы, полифенолоксидазы) и гидролаз (уреазы, аспарагиназы, инвертазы, фосфатазы). При сопоставлении этих данных с результатами, полученными в процессе многолетних исследований лесных почв центральной Якутии, установлено, что сероземовидные почвы обладают мощным каталитически активным слоем. Значимые показатели активности гидролаз углеводного, азотного и фосфорного обмена и оксидоредуктаз биогенеза гумуса выявляются в профиле до глубины 60 см, а для некоторых ферментов – до глубины 80 см. Запасы ферментов в сероземовидной почве в несколько раз превышают таковые в лесных почвах. Так же показано, что ферментный комплекс в почве под разнотравно-ковыльной степью более сбалансирован, чем в лесных почвах; в нем активность гидролаз резко не преобладает над активностью оксидоредуктаз. Таким образом, в засушливых условиях степных почв Якутии окислительно-восстановительные процессы трансформации органических веществ, катализируемые оксидоредуктазами, протекают более интенсивно, чем в лесных почвах, в которых преобладают начальные этапы разложения органических остатков, активируемые гидролазами.

*Работа поддержана грантом РФФИ р\_восток\_а № 15-44-05109*

**ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ:  
РАЗНООБРАЗИЕ, ГЕОГРАФИЯ И РОЛЬ В ЭВОЛЮЦИИ ПЕДОСФЕРЫ  
ЗЕМЛИ**

Руководители: д.г.н. С.В. Горячкин, д.б.н. А.О. Макеев

---

УДК 631.48

**ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ СТАБИЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО  
ВЕЩЕСТВА ПОЧВ АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ МЕТОДАМИ 13-С  
ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО И ЭЛЕКТРОННОГО  
ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА**

**Абакумов Е.В.<sup>1</sup>, Ехаркью Е.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,*

<sup>2</sup>*University of Vienna, WasserCluster Lunz - Biologische Station GmbH,  
Вена, Австрия*

[e\\_abakumov@mail.ru](mailto:e_abakumov@mail.ru)

Стабилизация органического вещества рассматривается как основной процесс в гумосфере Земли. Известны различные аспекты стабилизации органического вещества и параметры, оценивающие интенсивность этого процесса. Среди наиболее распространенных методов оценки степени стабилизации органического вещества – определение лабильных форм гумуса, отношения Сгк/Сфк и применение кинетических методов оценки устойчивости. Применение этих методов к оценке стабильности разнообразных морфологических типов органического вещества в полярных почвах показало, что органическое вещество этих почв разнообразно по степени устойчивости к химическому воздействию или к минерализационным процессам. Это связано со спецификой прекурсоров гумификации в полярном биоме, суровостью климата и особенностями гумификации в разнообразных ландшафтно-геохимических условиях. Роль структурного состава молекул в формировании стабильного пула органического вещества оценивалась при помощи спектроскопии 13-С ядерного магнитного резонанса. Применение этого метода позволило выявить существенные различия как между ГК полярных почв и почв других биомов, так и между ГК почв Арктики и Антарктики. Так, в целом, ГК полярных почв содержат меньше ароматических компонентов и больше алифатических, чем почвы бореального или суббореального пояса. В то же время содержание ароматических фрагментов и разнообразие структурных фрагментов выше в ГК арктических почв, чем в ГК почв Антарктики. Это связано со спецификой прекурсоров гумификации (их разнообразие и доля ароматических соединений выше в арктических почвах). Количество свободных радикалов в молекулах гумусовых веществ свидетельствует как о степени гумификации, так и о способности компонентов к полимеризации и комплексообразованию. Установлено, что содержание свободных радикалов в молекулах гуминовых кислот выше в верхних горизонтах. В нижних частях профилей (если это не

надмерзлотные формы аккумуляции органического веществ) происходит уменьшение доли свободных радикалов. В погребенных горизонтах также наблюдается снижение доли свободных радикалов. В случае почв Антарктики, количество свободных радикалов существенно выше в почвах под гуано, чем в почвах под низшими или сосудистыми растениями. Таким образом, современные инструментальные методы позволяют выявлять специфику процессов стабилизации органического вещества полярных почв в случаях сходной степени гумификации или одинаковых уровнях содержания потенциально минерализуемых фракций.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты №№ 16-34-60010-мол-а-дк, 15-04-06118-а*

УДК 631.4

## **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ГОРОДОВ МИРА КАК ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ ИХ РАЗВИТИЯ**

**Александровская Е.И., Александровский А.Л.**

*Институт географии РАН, Москва*

[alexandrovskiy@mail.ru](mailto:alexandrovskiy@mail.ru)

Почвы и культурные отложения древних городов являются примером наиболее трансформированных антропогенной деятельностью почвенных систем. Они выделяются большой мощностью и спецификой строения и состава по сравнению с исходными почвами, сформированными на естественных отложениях. Анализ всей толщи городских отложений, вместе с почвой, погребенной под ними, позволяет реконструировать ход антропогенных воздействий и всю историю развития городской среды.

Основу культурного слоя составляют строительные остатки, состоящие из органических и минеральных компонентов: бревен, щепы, мелкозема, кирпича, извести. На состав отложений и почв города также влияет характер бытовых и производственных отходов: кости, шлаков, изделий из металла, остатков печей и горнов, пищевых отходов и т.д.

Важным фактором, определяющим состав городских почв и культурного слоя, являются ландшафтно-климатические условия. В городах, возникших в регионах с влажным климатом и лесными биомами (Великий Новгород, Ростов Великий, Старая Ладога, некоторые города Западной Европы), в условиях высокого положения уровня грунтовых вод и долгого преобладания деревянного строительства сформировались мощные органические торфообразные слои, насыщенные остатками древесины, особенно в нижней части толщи. Для древних городов с мощными органическими слоями характерны высокие концентрации цинка 300 мг/кг, меди 60 мг/кг, свинца 30 мг/кг в среднем. Известно, что в металлургических печах и в культурном слое вокруг них повышается содержание именно этих элементов. Их концентрация зависит от состава руд, из которых выплавлялись металлы и их сплавы.

В условиях более расчлененного рельефа, например, в Москве, происходит разложение грубого органического вещества, формируются минеральные сильно гумусированные слои. Они, как и органические торфообразные

слои Новгорода, перекрыты минеральными отложениями последних веков с большим количеством обломков кирпича и остатков извести, в которых больше карбонатов, но концентрации фосфора, меди, цинка, свинца, олова, несколько меньшие, чем в органических слоях. На первых этапах заселения поступление карбонатов, фосфора, микроэлементов заметно обогащает изначально бедные почвы лесной зоны и способствует улучшению условий для произрастания растительности. Затем, содержание микроэлементов становится избыточным и растения, которые человек использовал в пищу или для корма домашних животных, становятся опасными для человека.

Для регионов с более засушливым климатом и степными биомами характерны минеральные слои с низким содержанием органического вещества. Они отличаются от урбоседиментов гумидных ландшафтов характером геохимических процессов, более низкой способностью накапливать и удерживать различные химические вещества.

В урбоседиментах городов Приазовья: Фанагория, Гермонасса, Танаис, формирующихся с античного времени в условиях засушливого климата, дренированности и свободной аэрации, активно протекают процессы трансформации органического и минерального вещества. Для них характерны высокое содержание фосфора и карбонатов, повышенные и слабоповышенные содержания меди, цинка, свинца. Меди в среднем 45 мг/кг, цинка – 120 мг/кг, свинца – 20 мг/кг. Из трех перечисленных, два металла – медь и свинец, в эпоху античности были основными в цветной металлургии. В городах Средиземноморья также преобладают минеральные слои, но содержание микроэлементов достигает здесь более высоких значений, что во многом обусловлено литогенным фактором. В античном слое Родоса хрома до 650 мг/кг, меди до 226 мг/кг, свинца до 155 мг/кг. Современные почвы наследуют состав урбоседиментов.

Многие из рассматриваемых элементов являются токсичными, они несомненно влияли не только на здоровье, но и на поведенческие реакции жителей городов.

*Работа выполнена при поддержке проекта РНФ 14-27-00133.*

УДК 631

## **ПОЧВЫ ДРЕВНИХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИХ ТЕРРАС ГОРНОГО ДАГЕСТАНА**

**Борисов А.В.<sup>1</sup>, Идрисов И.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино; <sup>2</sup>ФГБУН Институт геологии ДНЦ РАН,

Махачкала

[a.v.borisov@gmail.com](mailto:a.v.borisov@gmail.com)

Горный Дагестан является одним из древнейших очагов земледелия на территории Евразии. При этом в регионе практически полностью отсутствуют условия для земледелия, что связано с чрезвычайно высокой эрозионной опасностью, обусловленной повсеместным распространением склоновых процессов, малой мощностью, и, зачастую, фрагментарностью почвенного покрова и высокой скелетностью почв. В этой связи следует предполагать, что зем-

леделие горной зоне было террасным с момента его возникновения. Предполагается, что в условиях повсеместного распространения склонов даже простое удаление растений и рыхление почвы с помощью самых примитивных орудий приводило к перемещению части почвенного материала к нижнему краю поля. В этом месте наблюдался рост почвы, оптимизация ее свойств, и, как следствие, увеличение урожайности. Возможно, эти наблюдения послужили основанием в дальнейшем для сознательного создания террас. Так или иначе, но на сегодняшний день террасные поля являются неотъемлемой чертой ландшафтов горной части Дагестана. Этот тип освоения ландшафтов является общепризнанной наиболее целесообразной формой адаптации аграрного хозяйства к специфическим условиям гор, и находит аналогии во всех очагах первоначального горного земледелия как на Кавказе, так и в Южной Азии и Центральной Америке.

Тысячелетнее функционирование почв в агрогенном тренде развития привело к формированию специфических почв морфологический облик и химические свойства которых сформировались под влиянием антропогенной деятельности как ведущего фактора почвообразования. При этом до настоящего времени среди всего спектра почв Дагестана горные антропогенные почвы террас остаются наименее изученными.

Нами проведено исследование почв земледельческих террас в Хунзахском, Гунибском и Акушинском районах Дагестана. Предварительные результаты исследования морфолого-генетического строения профиля и химических свойств позволяют сделать следующие выводы.

При террасировании склонов в положительную сторону изменяется баланс почвообразования; начинается аккумуляция мелкозема на поверхности террасного полотна, рост почвенного профиля и формирование системы погребенных горизонтов. С этого момента в почве начинает накапливаться информация о предшествующих этапах ее развития. Таким образом почвы земледельческих террас можно рассматривать как своеобразный архив палеоэкологической информации и сведений о характере и особенностях функционирования территории в естественном агрогенном трендах развития.

Почвы террас отличаются чрезвычайно сильным варьированием свойств в зависимости от экспозиции склона, абсолютной высоты, уклона местности, формы склона и характера подстилающих отложений. Кроме того, свойства почв значительно разнятся в пределах любой отдельной взятой террасы. Наиболее полный и зрелый почвенный профиль формируется лишь у нижнего края террасы, в то время как в верхней части в области тылового шва в почвенной массе преобладает слабо проработанный почвообразованием материал почвообразующих пород и склонового делювия. В случае поливного земледелия одним фактором, повышающим вариабельность почвенных свойств, выступает удаленность конкретной террасы от магистральных поливных каналов. Все это обуславливает необходимость разработки особого методического подхода к изучению почв террас в горной зоне.

3. Диагностической характеристикой горных пахотных почв является равномерное распределение мелких камней размером до 5 см. Это связано с близким к поверхности почвы залеганием грубообломочного элюво-делювия известняков и сланцев, фрагменты которых неизбежно попадали в пахотный слой. Крупные камни мешали пахоте и извлекались из почвы, в то время как мелкие камни в результате многочисленных агротурбаций оказывались рав-



номерно распределенными по всему пахотному слою. В старопахотных горизонтах заметна тенденция к уменьшению размера камней в результате постепенного их измельчения при обработке почвы.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 15-06-05763*

УДК 631.48

## ГОЛОЦЕНОВЫЕ ПЕДОЛИТОКОМПЛЕКСЫ УЛЬТРАКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ КРИОАРИДНЫХ ЛАНДШАФТОВ АЛТАЯ И ТУВЫ

**Бронникова М.А.<sup>1</sup>, Агатова А.Р.<sup>2,3</sup>, Непоп Р.К.<sup>2,3</sup>, Лебедева М.П.<sup>1,4</sup>,  
Конопляникова Ю.В.<sup>1</sup>, Турова И.В.<sup>1</sup>, Шоркунов И.Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт географии РАН, Москва, <sup>2</sup>Институт геологии и минералогии  
им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, <sup>3</sup>Уральский Федеральный  
Университет, Екатеринбург,

<sup>4</sup>ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва  
[mbmsh@mail.ru](mailto:mbmsh@mail.ru)

Горные системы Южной Сибири, в частности, исследованные сопредельные горные районы Юго-Восточного Алтая и Юго-Западной Тувы, в настоящее время являются зоной экстремального ультраконтинентального педогенеза. Почвы здесь функционируют в условиях высоких временных и пространственных амплитуд температур и осадков, низких среднегодовых и, особенно, зимних температур, близкого залегания многолетнемерзлых пород, высоких летних температурных градиентов внутри профиля, а почвы котловин, кроме того, находятся еще и в зоне резкого влагодефицита. Геоморфологическая расчлененность территории и колебания климата определяют циклическое чередование фаз высокой интенсивности процессов морфолитогенеза, с фазами педогенеза в условиях приостановки осадконакопления и эрозии. Такая цикличность в развитии геосистем обуславливает широкое распространение в регионе педолитокомплексов. Последние позволяют проследить смену фаз педогенеза и обусловившие ее ландшафтно-климатические изменения последней сравнительно теплой эпохи – голоцена.

Всего в регионе исследовано шесть педолитокомплексов, расположенных в крупных межгорных и малых внутригорных котловинах и долинах на абсолютных высотах от 1465 м (нижнее течение р. Чуи, лог Баратал) до 2472 м (долина р. Богуты - верхнего течения р. Чуи). Исследованные педолитокомплексы включают каждый по 1-2 погребенных почвы. Развитие субэкрального покрова и почвообразование в высокогорных котловинах ЮВ Алтая и ЮЗ Тувы стали возможными после спуска ледниково-подпрудных озер, заполнявших эти котловины в позднем плейстоцене. Совокупность единичных <sup>10</sup>Be и OSL дат, а также полученные нами <sup>14</sup>C даты наиболее древних из погребенных почв в субэкральном чехле днища впадин позволяют говорить о спуске подпрудных озер, осушении Курайско-Чуйской (ЮВ Алтай) и Акхольской (ЮЗ Тувы) котловин незадолго до начала голоцена и о существовании в котловинах в первой половине голоцена остаточных озер, дальнейшие климато-генные изменения уровня которых определяли площадь возможного почвооб-

разования в котловинах. Самые древние из исследованных погребенных почв, вероятно, включают фазу инициального экстремального педогенеза после дренирования мега-озер.

Согласно результатам радиоуглеродного датирования, помимо современной фазы педогенеза, записанной в дневных профилях педолитокомплексов, в них отражены также следующие фазы: 11-7 тыс., около 5 тыс., около 3 тыс., и 0,6-1,2 тыс. лет назад. Все дневные почвы, кроме почвы разреза, расположенного на самой высокой абсолютной отметке, относятся к типам, характерным для влагодефицитных условий сухих и опустыненных степей. Это – светлогумусовые (р. Сухой), солонцы светлогумусовые (р. Куектанар), криогумусовые, криоаридные почвы. Дневная почва педолитокомплекса в долине р. Богуты, под лугово-степным фитоценозом, отличается несколько лучшей влагообеспеченностью и относится к темногумусовым. Во всех дневных почвах обнаруживаются признаки «сухого» криогенеза: мерзлотная сортировка, полигональная трещинная сеть и связанный с ней микрорельеф, пылевато-песчаные «шляпы» на щебне (“cappings”).

Все погребенные почвы, кроме самых молодых (0,6-1,2 тыс. л.н.), сравнительно хорошо развитые, мощные, полнопрофильные. Это – степные, лугово-степные, лесостепные почвы со специфическими признаками «влажного» криогенеза (глубокая языковатость гумусовых горизонтов, турбационные нарушения, шлировидная текстура, характерные для почв криолитозоны): это многогумусные, с хорошо развитой биогенной структурой темногумусовые почвы, черноземы дисперсно-карбонатные в том числе вторично осолонцованные, и вторично окарбонатенные темно-серые почвы. Почвы первой половины голоцена в педолитокомплексе в долине р. Богуты, вероятнее всего, формировались под лесом: более древняя из них (8-11 тыс. кал. лет) характеризуется заметной текстурной дифференциацией, а в гумусовом горизонте более молодой (7-8 тыс. кал. лет) обнаружены угли хвойных пород. В настоящее время долина расположена выше современной границы леса. Все погребенные почвы исследованных педолитокомплексов сформированы в заметно более мягких, сбалансированных по увлажнению, благоприятных для биоты климатических условиях, по сравнению с современными. Наличие выраженных криогенных признаков в погребенных почвах обязано не более холодному, по сравнению с современным, климату, а скорее лучшей влагообеспеченности почв в период промерзания, благоприятствовавшей формированию турбационных нарушений и формированию ледяных шлиров. Таким образом, из всех фаз педогенеза, записанных в голоценовых педолитокомплексах, наиболее экстремальной по климатическим условиям, сочетающей ультраконтинентальные черты, мерзлотные условия и высокий влагодефицит, является современная фаза, примерно соответствующая последнему тысячелетию голоцена.

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФ, проект № 14-27-00133 (оплачены аналитические исследования педолитокомплексов) и РФФИ (проекты №, 15-05-06028, №16-05-01035).*

## ПОЧВЫ КАТАСТРОФ КАК ЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Гольева А.А.

*Институт географии РАН, Москва*

[golyevaaa@yandex.ru](mailto:golyevaaa@yandex.ru)

Процессы развития природы и общества часто сопровождаются катастрофами. Под термином «катастрофы» мы понимаем формулировку В.Л. Даля: «переворот, перелом, важное событие, решающее судьбу или дело», как наиболее точно отражающую специфику почвообразования в новых условиях. Очень важно, что в данной формулировке нет указаний на характер последствий этого действия.

Нельзя считать, что любое нарушение почвенного покрова однозначно является событием с трагическим последствием, поскольку известны случаи, когда плодородие почв повышалось за счет эрозионного сноса (почвы экваториальной зоны) или селевого потока (почвы межгорных котловин). Так же к изменениям свойств почв и направленности почвообразования не всегда применим термин «внезапный». Например, распашка, безусловно, является нарушением естественных процессов почвообразования, преобразованием верхних горизонтов почвы. Но для того, чтобы почвенное плодородие снизилось, свойства почвы ухудшились, почва должна распахиваться несколько лет.

Почвы катастроф, т.е. почвы, формирующиеся после какого значительного кардинального события – это почвы постепенный эволюционный тренд развития которых прервался резким революционным сдвигом (катастрофой).

Объектами наших исследований являются почвы, имеющие меньшее время развития, где признаки катастрофы сохранились ярче. Самыми удобными объектами, являются те, где можно проследить геолого-геоморфологическую связь между нахождением почвы и её возможным катастрофическим прошлым: почвы оползней, селей. Одними из наиболее удачных объектов исследований являются постселитебные почвы, поскольку развитие на культурных слоях – это сильный стресс для почвообразования, а благодаря археологам можно довольно точно определять время начала этого процесса, т.е. выходить на скорости и тренд почвообразования в новых посткатастрофических условиях.

Таким образом, в данный блок входят почвы, подвергшиеся эрозионным, эрозионно-аккумулятивным процессам, а также почвы пашен (современных и древних). Можно включить почвы, формирующиеся на заброшенных поселениях, поскольку они полностью соответствуют критерию почв катастроф: формирование когда-то в прошлом культурного слоя полностью изменило (переломило) естественный тренд развития почвы за счет создания иных условий для почвообразования. Так же сюда входят почвы техногенных загрязнений (например, в результате разлива нефти и т.п.).

Принципиальным отличием данных почв, является понимание того, что событие уже произошло. Оно имеет разовый или дискретный, но с длительным временным перерывом характер (перерыв порядка  $10x10^2$  –  $10x10^3$  и более лет). То есть для почвы подобное событие не является регулярной нормой или постоянным прессом, как в случае климатически-экстремальных или антропогенно-экстремальных почв. Мы исследуем почву, которой после какой-то катастрофы изменились многие параметры функционирования (гранулометрический и хи-

мический состав, положение в рельефе, возможно, гидрологический режим и т.п.). То есть почве надо как-то приспособиться к новым условиям и научиться в них функционировать. В этом случае на первый план выходят показатели направленности и скорости процессов почвообразования и сами процессы. Необходим временной мониторинг, чтобы давать прогнозные сценарии развития почвы. Для оценки характера влияния прошедшей катастрофы на вновь формирующуюся почву нужен сравнительный аналог: почва, расположенная рядом, но не испытывавшая подобного экстремального воздействия.

Одним из основных направлений работ, является разработка понятийного аппарата. Дело в том, что подобные почвы не имеют самостоятельного названия, хотя в ряде регионов (в первую очередь горных) распространены достаточно широко. Возможно, по аналогии с почвами залежей, называемыми постагрогенными, есть смысл использовать приставку «пост» и название события: постэрозионные, постоползневые, постселитебные, постзагрязнительные и т.п.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 14-27-00133 (руководитель С.В.Горячкин).*

УДК 631.4

## **ОБ УСИЛЕНИИ ТЕРМОКАРСТОВОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КРИОЛИТОЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА**

**Десяткин Р. В.**

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск*  
[rvdes@ibpc.ysn.ru](mailto:rvdes@ibpc.ysn.ru)

Современные изменения климата оказали существенное влияние на состояние почвенного покрова мерзлотной области. Анализ метеорологических данных в период 1966-2009 гг. выявил повышение средней годовой температуры воздуха в Якутске на 3°C, Вилюйске – 2.2°C, Верхоянске – 1.8°C и Оймяконе – 2.2°C (Скачков, 2005). Увеличение среднегодовой температуры воздуха на 2-3°C, вызвало повышение температуры верхнего слоя мерзлых грунтов на 0.4-1.3°C, а это связано с увеличением глубины протаивания и активизацией криогенных процессов. По этой причине на открытых и нарушенных участках бореальной зоны началась деградация льдов вечной мерзлоты с формированием начальных стадий термокарстовых форм рельефа. Особенно активно этот процесс проявляется на заброшенных пахотных угодьях и на территориях с нарушенной растительностью (пожары, вырубки, гибель леса от шелкопряда и т.д.).

При достижении мощности слоя протаивания почвы верхней границы ледового комплекса начинается таяние подземных льдов, что приводит к появлению провалов почвы над тающими ледяными клиньями. При этом почва над полигонами (между ледяными клиньями) сохраняет свое первоначальное состояние, появляется бугристо-западинный микрорельеф. Установлено, что начальный процесс деградации почвенного покрова при образовании термокарстового бугристо-западинного микрорельефа протекает на открытых и облесенных территориях по разной схеме.

Процесс образования бугристо-западинного микрорельефа на выведенных из оборота пахотных землях в первые годы протекает замедленно по всей площа-

ди заброшенного угодья равномерно. Этому способствует господство выпотного водного режима почв, способствующего расходу поступающей от таяния льдов влаги на испарение. По мере увеличения глубины сезонного протаивания, примерно через 5-10 лет, наступает момент разрыва капилляров и влага тающих льдов начинает аккумулироваться над мерзлотой, что ведет к накоплению мелких водоемов за счет дополнительного поступления влаги в наиболее пониженных участках заброшенных пашен. Появление мелководных, хорошо прогреваемых водоемов на заброшенных пашнях к концу второго десятилетия после выведения окультуренных почв из оборота усиливает процесс термокарстовой деградации почвенного покрова. Формирование криогенного бугристо-западинного микро рельефа приводит к резкой дифференциации однородного когда-то почвенного покрова заброшенной пашни на отдельные разновидности почв. Фрагменты мерзлотной палеовой окультуренной почвы пашни сохраняются по вершинам былларов, на склоне сформирован олуговельный вариант мерзлотной палеовой осолоделой почвы, а на днище западин развит мерзлотный солонец. Такова схема трансформации первичного почвенного покрова равнин с ледовым комплексом при начальных стадиях аласообразования на заброшенных пахотных угодьях.

Процесс образования бугристо-западинного микро рельефа на участках гибели тайги после пожаров или сильного повреждения сибирским шелкопрядом идет быстрыми темпами. После гибели леса на таких участках резко увеличивается поступление солнечной энергии, способствует увеличению мощности сезонного протаивания почвы на 10-15% за сезон. Высвобождение аккумулированной мерзлыми грунтами влаги ведет к повышению запасов влаги в талом слое почвы. Мерзлотные палеовые почвы в естественном состоянии в августе 2003 г протаивали на глубину 65-80 см и содержали по всему профилю 50-74 мм влаги, а в почвах шелкопрядников, заложенных рядом, мощность деятельного слоя достигал в среднем 137 см, а запасы влаги составляли 108-230 мм. Увеличение запасов влаги почв ведет к переувлажнению почвенного профиля на всю глубину, которая часто завершается образованием молодых термокарстовых озер – дюеда в тайге. Таким образом, на участках гибели тайги изменение водно-физических свойств не только сопровождается трансформацией морфологического строения почв, но и признаками заболачивания локальных участков зональных почв с последующим образованием молодых термокарстовых озер с полной деградацией естественного почвенного покрова.

УДК: 631.4

## **ВОЗРАСТ ПОЧВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИЧЕСКИХ ОАЗИСОВ: ВЛИЯНИЕ «ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ» НА ХАРАКТЕРНОЕ ВРЕМЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ**

**Зазовская Э.П., Горячкин С.В., Шишков В.А., Мергелов Н.С., Долгих А.В.**  
*Институт географии РАН, Москва*  
[zaszovsk@gmail.com](mailto:zaszovsk@gmail.com)

Для определения возраста почв используется широкий набор подходов, позволяющих определять, с использованием инструментальных методов датирования как «абсолютный» возраст почв, так и говорить о скоростях фор-

мирования отдельных признаков и протекания почвообразовательных процессов. До настоящего времени данные о возрасте почв и почвоподобных тел оазисов Антарктиды были единичными, до сих пор остается не ясным вопрос о скоростях почвообразования, среднем времени пребывания углерода в этих системах и времени формирования почвенных профилей. Считается, что современный этап педогенеза в береговой зоне Антарктиды имеет возраст последнего ледникового максимума. Возможно ли в экстремальных условиях антарктических оазисов формирование устойчивого во времени органического вещества, есть ли условия для непрерывного формирования органофилия почв с момента последнего отступления ледника? Объектами нашего исследования стали основные типы почв и почвоподобных тел трех оазисов Восточной Антарктиды: эндолитные и гиполитные комплексы, почвы ветровых убежищ, почвы, формирующиеся под моховой и мохово-лишайниковой растительностью с макропрофилями и почвы, формирующиеся под мохово-водорослевой растительностью с микропрофилями. Для определения возраста использовался метод радиоуглеродного датирования с применением ускорительной масс-спектрометрии. Полученные данные позволяют говорить, что в экстремальных условиях Антарктики, где источником органического вещества являются не сосудистые растения, а лишь некоторые криптогамные организмы и микробные фотоавтотрофы, может формироваться пул органического вещества, устойчивый во времени и почвы с развитым профилем (почвы ветровых убежищ, почвы под моховым покровом с макропрофилями). Возраст эндолитных почвоподобных тел, формирующихся в стабильных условиях горизонтальных скальных поверхностей в оазисах Восточной Антарктиды, составляет не менее 500 лет. Характерное время формирования почв ветровых убежищ - около 500 лет, почв под моховой растительностью с макропрофилем - первые сотни лет (до 300). Для гиполитных почвоподобных тел, которые формируются в контрастных условиях иссушения-увлажнения характерно быстрое обновление и отсутствие аккумуляции органического вещества. В почвах, развивающихся в ветровых убежищах, почвах, занимающих эпидафическую нишу (с микро и макро-профилями) наблюдается постепенное увеличение радиоуглеродного возраста вниз по профилю, что также является подтверждением принципиальной возможности формирования устойчивых органических/органо-минеральных соединений при бедности исходного источника органического вещества полициклическими органическими соединениями и замедленного биологического круговорота. По нашим данным возраст современного этапа педогенеза в оазисах Восточной Антарктиды не превышает 500 лет. Даты, полученные для погребенного горизонта почвы, немногочисленные литературные данные о возрасте почв других оазисов, палеогеографические данные о возрасте озерных осадков и отложений в оазисах, позволяют предположить, что почвообразование на исследуемых территориях, после последней дегляциации, могло протекать и более длительное время. Лимитирующими длительность непрерывного почвообразования факторами являются особые климатические и ландшафтные условия: сильные ветра, средняя скорость ветра составляет около 10 м/с, максимальные значения кататических потоков достигают 60, а иногда и более метров в секунду. Такие скорости ветра являются критичными как для удержания подушек мха и органо-минеральных горизонтов на поверхности, так и для сохранности десквамационных корок, под которыми развиваются эндолитные системы; преимуще-

ственным формированием почв с органопрофилем в местах подверженных интенсивной водной эрозией; локальными катастрофическими явлениями, уничтожающими почвенный покров.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 14-27-00133*

УДК 631.48

## **ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СЛИТОГЕНЕЗА**

**Ковда И.В.**

*Институт географии РАН, Москва*

[kovda@igras.ru](mailto:kovda@igras.ru)

Слитогенез в российской литературе определяется как процесс развития и/или воспроизведения обратимых или необратимых разнонаправленных локальных боковых сдвиговых деформаций (смещений) одних блоков почвы относительно других за счет возникновения внутренних напряжений в почвенной массе в условиях когда жидкая фаза почвы не замерзает (Хитров, 2003, 2012). В зарубежной литературе определение процесса отсутствует, однако четко определено классификационное понятие Вертисолой как почв, отвечающих следующим диагностическим критериям: вертикальный горизонт в пределах верхних 100 см; содержание глины не менее 30%, наличие трещин с поверхности до появления вертикального горизонта (WRB, 2014). Эти глинистые почвы с высоким содержанием разбухающих глинистых минералов формируются на соответствующих породах, главным образом в условиях тропического и субтропического климата (от семиаридного до субгумидного и гумидного) с выраженным чередованием сухого и влажного периодов, что приводит к формированию глубоких трещин, сликенсайдов и клиновидных агрегатов. Возможно формирование микрорельефа гильгай, особенно в засушливых условиях (WRB, 2014 update 2015). При недостаточной выраженности диагностических признаков Вертисолой для определения на высшем таксономическом уровне в российской и зарубежных классификациях почва определяется как слитая или вертикальная.

Задачей данного исследования является изучение экстремальных возможностей проявления процесса слитогенеза без относительно классификационного статуса почв и размера их ареалов. В качестве экстремальных рассмотрены возможности проявления слитогенеза при разнообразии среднегодовой температуры, количества осадков, минералогического состава, возраста, как основных факторов, определяющих возможности реализации сдвиговых деформаций, а также амплитуды микрорельефа гильгай, как максимальной степени их выраженности.

Из общей площади распространения Вертисолой в мире, определенной к настоящему времени в 335 млн.га, большая часть встречается в семиаридных тропиках со среднегодовым количеством осадков 500 – 1000 мм/год. Экстремальные условия увлажнения при этом могут колебаться от 50 мм/год до 3000 мм/год. Среднегодовая температура воздуха в ареалах распространения Вертисолой 15-26°C, однако может снижаться до -4.2°C (Бурятия) или повышаться до 30°C. Классический минералогический состав Вертисолой предполагает

доминирование монтмориллонита. Тем не менее известны Вертисоли, характеризующиеся каолиновым (Австралия, Гавайи, Камбоджа, Сальвадор, Судан) или иллитовым (Австралия, Болгария) составом. Микрорельеф гильгай также бывает разнообразным как по строению (округлый выпуклый, округлый вогнутый, волнистый, сетчатый, дендровидный), так и по морфометрическим показателям периодичности (от 3-4 до 20 м) и амплитуды (преимущественно 5-30 до 100 см). Экстремально выраженный микрорельеф гильгай был обнаружен в Австралии: протяженность полуцикла 120 м и амплитуда более 240 см.

Мы полагаем, что экстремальное проявление слитогенеза отражает с одной стороны диапазон возможности реализации этого процесса при разнообразных сочетаниях гранулометрического состава, минералогического состава, температурного и водного режимов, а также особенностей современного функционирования, определяемого геоморфологическими особенностями. С другой стороны экстремальное современное проявление слитогенеза может быть результатом истории развития почв и ландшафтов. Учитывая существование разнопериодических климатических колебаний, проявление слитогенеза может быть реликтовым (эксгумированные почвы, дневные палеовертисоли), либо отражать начальную стадию процесса, когда слитогенез получил возможность реализации в последние десятилетия в связи с изменением гидрологического режима территории (например подтопление грунтовыми водами, влажный период короткопериодического климатического цикла в условиях аридного климата или сухой период в условиях гумидного климата). Ярким примером является активизирование слитогенеза в условиях отступления мерзлоты в результате потепления ультраконтинентального климата Бурятии.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 14-27-00133*

УДК 631.4+574.3

## **РОЛЬ МУРАВЕЙНИКОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА**

**Кротов Д.Г.<sup>1</sup>, Самсонова В.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Брянский государственный аграрный университет, Брянск,*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[krotovd@mail.ru](mailto:krotovd@mail.ru)

Предельные структурные элементы (ПСЭЛ по В.М.Фридланду) – наименьшие элементы почвенной структуры, линейные размеры которых часто не превышают одного метра. Примерами ПСЭЛ являются вывалы и муравейники. Если их число мало, они не могут быть отражены даже на детальных почвенных картах. Однако, если на территории возникает большое число ПСЭЛ, почвенный покров приобретает другое качество.

На примере муравейников земляных муравьев *Lasius flavus*, массово появившихся на заброшенных пахотных угодьях Брянской области в постперестроечный период, показано, что свойства этих ПСЭЛ заметно отличаются от окружающей почвы. В наземной части муравейников, расположенных на



легкосуглинистых агросерых почвах,  $pH_{KCl}$  почвенной массы оказывается на 0.5-1 ед  $pH$  выше, чем в почве вне муравейника, незначительно увеличивается содержание органического вещества, заметно уменьшается количество подвижного калия и увеличивается количество подвижного фосфора. Активность естественных радионуклидов ( $K-40$ ,  $Th-232$  и  $Ra-226$ ) в надземной и подземной части муравейника не отличается от активностей соседствующей почвенной массы. Различия попадают в диапазон доверительного интервала, рассчитанного на основании ошибки определения. Активность техногенного  $Cs-137$ , появившегося в экосистемах Брянской области в результате Чернобыльской катастрофы, отмечается лишь в пахотном горизонте в местах без муравейников и глубже на 10-15 см границы пахотного горизонта в муравейниках. Плотность распределения муравейников по заброшенным пашням составляет до 1000 шт/га, что согласуется с литературными данными. Расчеты показывают, что при такой плотности муравейников от 2 до 10% массы пахотного слоя заброшенных пашен радикально переработаны муравьями, что с необходимостью приводит к возникновению пятен со сравнительно высоким  $pH$  и измененными другими свойствами. Таким образом, активная педотурбационная деятельность муравьев приводит к перемещению техногенных радионуклидов в глубокие слои почвы. Если учесть, что в зоне муравейников заметно изменяются водно-физические свойства почвы, миграция радионуклидов, обусловленная воздействием муравейников, может быть еще более существенной.

УДК 631.4

## МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В КРАЙНЕАРИДНЫХ ПОЧВАХ ПУСТЫНЬ МОХАВЕ (США) И ЗААЛТАЙСКОЙ ГОБИ (МОНГОЛИЯ)

Лебедева М.П.<sup>1,2</sup>, Шишков В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,

<sup>2</sup>Институт географии РАН, Москва

[m\\_verba@mail.ru](mailto:m_verba@mail.ru)

В крайнеаридных почвах США (Мохаве) и Монголии (Заалтайская Гоби) были изучены минералогический состав крупных фракций, химический состав пустынного загара на щебне из пустынных мостовых, особенности макро-, микро- и субмикростроения поверхностных и срединных горизонтов на разных по составу и возрасту территориях и породах. На основе анализа литературных данных и собственных полевых исследований было выявлено, что в ряду изученных почв на поверхности суглинистых или глинистых почв (за исключением почв, развитых на молодых песчано-пролювиальных или засоленных отложениях) всегда формируется разной мощности и прочности пузырчатая корка и слоистая подкорка, которые можно рассматривать в качестве диагностических горизонтов аридного почвообразования. Отмечаемые особенности плотности и строения пузырчатых корок и слоистых подкорок зависят от литолого-геоморфологических условий, современной физико-географической обстановки и от истории развития пустынь. В целом можно

отметить следующие закономерности: пузырьчатая корка лучше всего выражена в глинистых пустынях, а также в почвах, развитых на подгорных пролювиальных равнинах с пустынной мостовой (гамадах), обломки пород которой покрыты наиболее темной и сплошной пленкой загара. На основании проведенных микро- и субмикроморфологических исследований корковых горизонтов аридных почв пустынь Мохаве и Гоби отчетливо читаются общие этапы почвообразования: а) смена периодов плювиального и ксеротермического развития почв по соотношению текстурных, карбонатных новообразований; б) существенная роль солонцового или криптосолонцового процесса в формировании подвижности тонкодисперсного вещества даже в крайнеаридных почвах; в) разнообразие механизмов (биологических, физических и физико-химических), определяющих свойства уплотненных пустынных корок и генезис пузырьковых пор.

Микроморфологические исследования позволили также уточнить генезис слоистости подкорковых горизонтов, связанных с климатическими параметрами сравниваемых пустынь: для непромерзающих почв пустыни Мохаве (субтропический пояс) характерна исключительно седиментационная микрослоистость за счет чередования эолового и делювиального материалов; для промерзающих почв пустыни Гоби (суббореальный пояс) характерно криогенное оструктурирование с образованием тонко чешуйчатой структуры на фоне читаемой иногда в шлифах гетерогенности материала.

Причины существенных различий срединных горизонтов также связаны с составом отложений и периодом стабильного развития подгорных равнин, на которых сформированы аридные почвы. Тем не менее в ряду сравниваемых автоморфных почв гамад Гоби и Мохаве, развитых на наиболее древних подгорных равнинах (например с возрастом около 70–90 тыс. лет в Мохаве (McDonald, 2014), сложенных пролювиальными отложениями с большой долей участия красноцветных глин, выявлены общие диагностические показатели элементарных почвообразовательных процессов. Результаты микро- и субмикроскопических исследований позволили выявить сложную историю развития крайнеаридных почв, которая нашла отражение в сочетании текстурных, гипсовых и карбонатных новообразований срединных горизонтов, а также в характере соотношения таких элементов, как железо, марганец, титан и барий в разных слоях пустынного загара на обломках пород из мостовых в Мохаве и Гоби. Химический состав пустынного загара, не зависящий от минералогического состава подстилающих их пород, и сформированный при участии почвенных микроорганизмов (наличие которых зафиксировано при электронно-микроскопических исследованиях) позволил диагностировать полигенетическую (акреционно-микробиологическую) модель генезиса пустынного загара. В процессе образования почвенных горизонтов аридных почв значительную роль играли (периодически играют) процессы «солонцовой природы», возникающие при чередовании засоления и рассоления почв, связанного с периодами аридизации и увлажнения на территории пустынь.

*Исследования почв США выполнены при финансовой поддержке гранта РФФ, проект № 14-027-00133*

## СПЕЦИФИКА ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И РОЛЬ ЛИТОГЕННОЙ ОСНОВЫ В ФОРМИРОВАНИИ РАЗНООБРАЗИЯ ПОЧВ ФОСФОРИТОНОСНЫХ ГОРНО-ДОЛИННЫХ ЛАНДШАФТОВ МОНГОЛИИ

**Мартынова Н.А.**

*Иркутский госуниверситет, Иркутск*

[natamart-irk@yandex.ru](mailto:natamart-irk@yandex.ru)

Проведено комплексное исследование по выявлению роли литогенной основы в формировании основных типов почв горно-долинных ландшафтов, приуроченных к выходам фосфоритов Онголигнурского месторождения Хубсугульского фосфорито-носного бассейна Монголии, простирающегося через все основные высотные природные пояса и выходящего на дневную поверхность в юго-западной части котловины озера Хубсугул, относящегося к юго-западному окончанию Байкальской рифтовой зоны. В районе исследования распространена шишихидская свита рифейско-кембрийского комплекса с фосфатноносными кремнистыми доломитами, черными известняками с прослоями кремней, хлоритовых и филлитовых сланцев, алевролитов (возраста в 840-708 млн. лет) и урундушская свита вендско-кембрийского возраста с известняками и доломитами с прослоями кремней и фосфоритов. Литогенная фосфатно-карбонатная матричность, в силу своей биоклиматической рефлекторности, определяет направления почвообразовательных процессов и тесные пространственные связи почв. На территории исследования выявлен литогенный спектр почв на породах разной степени карбонатности и фосфатности, определяемых стратиграфической изменчивостью фосфатно-карбонатных пород в пространстве. Литогенная матрица, рельеф, высотная поясность, близость водных масс оз. Хубсугул, богатая флора Прихубсугулья определяют почвенное разнообразие территории исследования. На фосфатопроявлениях развиваются фитоценозы, отличные по структуре и сложению - лиственничные леса, степи, тундровые ценозы с исключительно богатым травянистым ярусом из злаков и бобовых.

Гольцовые и подгольцовые зоны высокогорного пояса месторождения (1800-2800 м. н.у.м.), находящиеся в юго-западной части Прихубсугулья, входящего в состав Алтае-Саяно-Монгольской горной страны с бореально-таежно-степным типом среды, занимают различные тундры, луго- и лесотундры сухой континентальной группы типов с карболитоземами перегнойными глинисто-иллювирированными остаточно-(фосфатно)-карбонатными. В лесном поясе фосфатно-карбонатных пород, где верхняя граница леса находится, как правило, несколько выше (2500 м н.у.м.), характерно преобладание лиственничных лесов с появлением в структуре ценозов арктгольцовых и высоко арктических видов с достаточно развитой корневой системой и формированием высотных и разновозрастных комбинаций буроземов, темных буроземов и серых метаморфических элювирированных остаточно-(фосфатно)-карбонатных почв. Фосфориты затормаживают подзолистый и альфегумусовый процессы, характерные для почв смежных с месторождением территорий. На прогреваемых склонах южных экспозиций под ценозами полидоминант-

ных мелкодерновинных злаковых степей и лесостепей формируются палевые (темногумусовые) и криоаридные почвы, на выравненных участках нижних частей склонов с ковыльными степными ценозами – черноземы и каштановые дисперсно-карбонатные и остаточно-(фосфатно)-карбонатные и их комбинации. В депрессиях лесостепной зоны подгорных равнинных участков месторождения формируются ежегодно заливаемые Fe- и Ca-Fe блоки классов с пятнистыми комбинациями галоморфных и полугидроморфных сукцессий с развитием черноземовидных и темногумусовых (глеевых) почв. В прибрежных частях озера Хубсугул формируются комбинации окарбоначенных торфяно-глееземов, темногумусово- и перегнойно-глеевых мерзлотных почв.

Выветривание фосфатоносных почвообразующих пород юго-западного Прихубсугулья приводит к значительному накоплению силикатного мелкозема по мере разложения и выноса карбонатного компонента, трансформации силикатной части с образованием глинистых минералов гидрослюдисто-хлорито-иллитового состава, остаточной аккумуляции илистого органического вещества. Стабилизирующая роль фосфора и карбонатов франколита (трехкальциевого фосфата) пород заключается в формировании прочных глино-фосфорно-гумусовых и карбонатно-фосфорно-гумусовых скоагулированных комплексов фульватно-гуматного состава и карбонатных пленок на органо-минеральных комплексах, что резко снижает скорость обновления молекул гумуса, способствует их консервации и старению, чему благоприятствует процесс дегидратации подвижных форм гумуса в условиях резко континентального климата.

Сочетание процессов гумусообразования, почвообразования и выветривания определяют специфику почвообразовательных процессов на карбонатных породах Прихубсугулья, «затушевывающих» влияние собственно фосфатного материала пород.

УДК 631.4

## **ПОЧВОПОДОБНЫЕ ЭНДОЛИТНЫЕ И ГИПОЛИТНЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ ПЛАНЕТЫ**

**Мергелов Н.С., Шоркунов И.Г., Долгих А.В., Зазовская Э.П.,  
Горячкин С.В.**

*Институт географии РАН, Москва*

[mergelov@igras.ru](mailto:mergelov@igras.ru)

Сообщества эндолитных (обитают внутри скал) и гиполитных (развиваются под защитой каменной мостовой) организмов - одни из наименее изученных наземных экосистем с ярко выраженной фотоавтотрофной компонентой. При различных внешних стрессах (недостаток влаги, УФ-излучение, коррадирующий ветер и др.) развитие биоты на дневной поверхности угнетается. В таких условиях организмы находят свою экологическую нишу внутри скал или под каменными мостовыми, где взаимодействуя с минералами породы, образуют соответственно эндолитные и гиполитные биокосные системы. Доминирующей автотрофной компонентой таких систем являются цианобактерии и зеленые водоросли, существующие преимущественно в виде биопленок.

Они способны к первичной продукции органического вещества при ограниченных уровнях освещенности доступных, например, в гранитоидах и песчаниках, где присутствуют полупрозрачные кварц и полевые шпаты. Эндолитные и гиполитные биокосные системы не осознаются как протопочвенные образования – почвоподобные тела. Вместе с тем они являются предшественниками более развитых почвенных образований, а часто единственными равновесными с внешними факторами почвоподобными телами во многих районах планеты с экстремальными условиями. Такие биокосные системы – сравнительно простые образования и удобные объекты для изучения органо-минеральных взаимодействий на детальном уровне. Остаются немногочисленными исследования по биохимическому выветриванию, образованию глинистых минералов, биоминерализации в эндолитных и гиполитных системах.

В докладе будут представлены данные по географии эндолитных и гиполитных систем, особенностям их пространственного распределения в различных ландшафтах планеты; детальное исследование строения на всех уровнях организации от макро- до субмикро; приведены доказательства их почвоподобия; освещен комплекс процессов биохимического выветривания под воздействием цианобактериальных биопленок, биоминерализации, образования карбонатов и оксалатов *in situ*, миграции соединений Fe; представлены результаты по среднему времени пребывания органического вещества в эндолитных и гиполитных системах.

Установлено, что компоненты органического вещества, содержащиеся в эндолитных и гиполитных биопленках, участвуют в биохимическом выветривании силикатов, новообразовании глинистых/аморфных минералов, в физической дезинтеграции и биогенном/криогенном структурировании выветрелой минеральной массы. Такие функции эндолитного и гиполитного органо-минерального горизонта с биопленками сходны с «классическими» поверхностными органогенными горизонтами почв.

Обнаружен феномен формирования элювиально-иллювиально-дифференцированных почвоподобных микропрофилей в теле массивно-кристаллических пород. Необычно, что это явление обнаружено не в гумидных, а в аридных условиях, а также при отсутствии высших растений. Такие микропрофили являются аналогами развитых макропрофилей подзолов в рыхлых субстратах, почвоподобны им структурно, процессно, но не хоролгически (пространственно), так как занимают необычные позиции в ландшафте (скальные обнажения). В связи с особенностью субстрата (массивно-кристаллическая порода), позиции в ландшафте (скальные обнажения) и в меньшей степени с биоклиматической экстремальностью мощности профилей и горизонтов оказываются на два-три порядка меньше по сравнению с подзолами. В условиях минимального количества свободно передвигающейся влаги предполагается «негравитационный» механизм дифференциации, основанный на градиентах, связанных с циклами замораживания-оттаивания и иссушения-увлажнения, а также биогенной перекачки вещества. Формирование светлых элювиальных микрогоризонтов является одной из причин десквамации, обуславливающей отсутствие возможности полнопрофильного педогенеза.

Понимание современных процессов, происходящих в эндолитных и гиполитных системах, имеет фундаментальное значение для расшифровки палеопочвенной записи, так как такие системы являются ближайшими совре-

менными аналогами протопочвенных тел, существовавших на планете до появления высших сосудистых растений с корневыми системами.

*Работы по изучению эндолитных систем частично выполнены при поддержке гранта РФФИ №14-27-00133, свойства почвоподобных тел с гиполитными горизонтами изучались в рамках проекта РФФИ №16-04-01776.*

УДК 631.4

## СТАРООРОШАЕМЫЕ ЛУГОВЫЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ БУХАРСКОГО ОАЗИСА

**Назарова С.М.<sup>1</sup>, Курвантаев Р.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Бухарский Государственный Университет, Бухара, Узбекистан,*

<sup>2</sup>*Гулистанский Государственный Университет, Гулистан,  
Узбекистан,* <sup>3</sup>*Научно-исследовательский институт почвоведения и  
агрохимии, Ташкент, Узбекистан*

[bdu-ilm@mail.ru](mailto:bdu-ilm@mail.ru)

Староорошаемые луговые аллювиальные почвы пустынной зоны формируются в условиях постоянного или периодического увлажнения капиллярными токами влаги из неглубоко залегающих грунтовых вод (1-2,5 м). Эти почвы характеризуются наличием агроирригационного горизонта, мощность которого доходит до 80-100 см. По мощности гумусового горизонта они в основном относятся к среднemocным (до 40-60 см, редко до 80 см). Гумусовый горизонт имеет серую или темно-серую окраску, пылевато-комковатую структуру. Подпахотные горизонты плотные, мощностью 10-12 см. С глубины 25 см, иногда ниже метра наблюдаются сизые и ржавые пятна. Наличие признаков оглеения на этой глубине объясняется тем, что в недалеком прошлом грунтовые воды залегали близко к поверхности. Вдоль русла р. Зерафшан и Аму-Бухарского канала наличие ржавых пятен наблюдается с 50 см, так как в этих местах грунтовые воды залегают на глубине 0,5-1,0 м.

Профиль луговых почв проработан землероями на всю толщу гумусового горизонта. Староорошаемые луговые почвы пустынной зоны имеют очень низкое содержание гумуса. В пахотном слое его колебания очень широки – от 0,4-0,5 до 0,9-1,2%. По профилю он распределен равномерно, постепенно уменьшаясь книзу. Соответственно гумусу изменяется и содержание азота – 0,03-0,07%. Содержание подвижных фосфатов варьирует в широких пределах, но в основном все староорошаемые луговые почвы ими очень низкообеспечены (3-18 мг/кг почвы). Такая низкая обеспеченность, очевидно, объясняется низкими нормами вносимых в почву удобрений. Очень низкое содержание и валового фосфора. Подвижными формами калия эти почвы также очень низко- и среднеобеспечены. Книзу его содержание постепенно падает (>100 мг/кг почвы).

По механическому составу староорошаемые луговые почвы преимущественно среднесуглинистые. По профилю встречаются тяжелые и легкосуглинисто-супесчаные прослойки. Карбонатов в староорошаемых луговых почвах меньше, чем в сероземах, и количество их колеблется в пределах 6-8% CO<sub>2</sub>. Карбонаты по профилю распределены неравномерно, что, вероятно, связано, с

одной стороны, с вымыванием их при поливах, а с другой, неоднородностью аллювиальных наносов. Гипса в аллювиальных наносах мало – 0,17-0,73%.

Староорошаемые луговые аллювиальные почвы Бухарского оазиса повсеместно подвержены засолению с пятнами солончаков в разной степени – от слабозасоленных до сильнозасоленных. До сих пор наблюдается закономерность, выявленная многими исследователями: засоление почв нарастает с верховий Бухарской дельты к ее низовьям и далее к Каракульской дельте. Сейчас различия в засолении выражены не в столь резкой форме, как отмечалось другими учеными раньше, но все же они имеются.

При высокой степени засоления отмечается в составе солей большое количество хлоридов и сульфатов. Сульфаты не являются токсичными солями. Если хлориды оказывают отрицательное воздействие на растения в количестве более 0,01%, то сульфаты оказывают влияние на растения при содержании, превышающем 0,6-0,7%. Отрицательное действие сказывается в увеличении концентрации почвенного раствора и нарушении пищевого режима растений. Тип засоления на староорошаемых луговых аллювиальных почвах хлоридно-сульфатный и редко сульфатный.

УДК 631.48+902/904+551.8

## **ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКАХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**Овчинников А.Ю.**

*ФГБУ науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино*  
[ovchinnikov\\_a@inbox.ru](mailto:ovchinnikov_a@inbox.ru)

В настоящей работе представлены результаты изучения свойств фоновых почв и почв археологических раскопов: на памятнике археологии - поселении «Калмыковка» и археологическом памятнике – могильнике «Екатериновский мыс» Самарской области.

На археологическом поселении «Калмыковка» зафиксированы два разновременных культурных слоя, датированные археологами: один - эпохой неолита (VII-V тыс. до н.э.), другой – эпохой бронзы (III-II тыс. до н.э.).

Выявлено таксономическое различие почвенных профилей, что, по видимому, связано с антропогенной проработанностью почвы, как в раннем и среднем голоцене, так и в XX веке н.э. Анализ почв фонового разреза и археологического раскопа выявил разницу в их морфологическом строении: различия по мощности профилей, антропогенная проработанность, состав почвообразующих пород. Наличие двух разновременных культурных слоев подтверждается артефактами, диагностированными разными временными интервалами. Культурные слои в достаточной мере фиксируются морфологически (стратиграфией горизонтов), а также выделяются по некоторым физико-химическим показателям.

Физические и химические методы исследования почв, также подтверждают их различия. Анализ гранулометрического состава почв на памятнике «Калмыковка» и сравнение этих характеристик с данными, полученными на других объектах Самарской области, свидетельствуют о том, что почвы приобретают

более легкие фракции в направлении от водораздела к речным террасам и склонам.

Детальный анализ археологического объекта и прилегающей территории как археологами, так и почвоведом, не вызывает сомнения в том, что при организации поселения, в прошлые эпохи, учитывались: географическая привязка территории, ландшафтные экспозиции, русло и уровень реки. Смена палеогеографической обстановки, по-видимому, влияла на полноводность реки, а возможно на изменение ее русла, что, несомненно, повлекло за собой перенос вглубь водораздельной поверхности места поселения, организованного уже в эпоху бронзы.

Почвы на раннеэнеолитическом археологическом памятнике (могильнике) «Екатериновский мыс» исследовались в фоновом разрезе и нескольких стенках археологического раскопа. Верхняя часть гумусовых горизонтов частично была уничтожена и в стенках раскопа практически не сохранилась. Сохранившаяся часть гумусовых горизонтов и подстилающий их горизонт В2са («материк») были более легкого гранулометрического состава по сравнению с почвой фонового разреза заложенного в глубине водораздельной поверхности. Данные горизонты интенсивно проработаны мезо- и макробиотой, а также разбиты тонкими языками-трещинами.

Проработанность кротовинами горизонтов А1Вса, А1В2са и [А1В1]са (в последних сосредоточены погребения), археологическое датирование могильника возрастом энеолита (возраст примерно V-VI тыс. лет до н.э. – «атлантический период»), расположение объекта в краевой зоне террасы, и микробиоморфный анализ, могут говорить о том, что памятник организовывался в семиаридных условиях и в грунте сухом и пригодном для сооружения ритуальных погребений, а в дальнейшем заселен биотой. В фоновом разрезе данные горизонты растресканы языками-трещинами, не проработаны кротовинами, вероятнее всего из-за твердости почвенного материала и видимо более влажных условий.

Совокупность полученных почвенных и археологических данных показало: могильник организовывался в семиаридных условиях среднего голоцена, а в раннем голоцене и предголоцене климатическая обстановка была иной, которая сформировала языки-трещины, видимо, палеокриогенного происхождения.

Почва формировалась самостоятельно и постепенно в результате естественных природных процессов, но под воздействием антропогенного фактора, как в раннем энеолите (5-7 тыс. л.н.), так и в XX веке новой эры.

УДК 631.4

## **ОАЗИСНОЕ ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕАРИДНЫХ ПУСТЫНЬ МОНГОЛИИ**

**Панкова Е.И.**

*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*  
[pankova22@mail.ru](mailto:pankova22@mail.ru)

Крайнеаридные пустыни Гоби характеризуются суровым экстроконтинентальным климатом. Осадки составляют около 30-50 мм в год. Сильные ветры и низкие зимние температуры (до -40°C) определяют глубокое промер-



зание почв. Летом дневная температура воздуха повышается до  $+40^{\circ}\text{C}$ , а поверхность почвы раскаляется до  $+70^{\circ}\text{C}$ . Резкие перепады температур отмечаются и в течение суток.

На юге Монголии в зоне экстремально сухих крайнеаридных пустынь жизнь сосредоточена в оазисных экосистемах. Нами исследовались почвы оазиса Эхийн-Гол, расположенного на территории Заалтайской Гоби, в зоне выклинивания грунтовых вод по тектоническому разлому (Тимофеев, 1986). Территория оазиса представляет участок аллювиальной равнины сойра (русла потока) Эхийн-Гол. В настоящее время территория оазиса размывается, поскольку оазис сложен в основном лессовидными суглинками, возраст которых составляет 30 тыс. лет (датировка В.Н. Шелкопляса). Лессовидные суглинки подстилаются мел-палеогеновыми пестроцветными засоленными глинами.

Сочетание крайнеаридного климата с близким залеганием слабоминерализованных грунтовых вод определяет развитие своеобразных оазисных экосистем. Изучение почв и особенностей почвообразования в природном оазисе Эхийн-Гол позволило нам констатировать следующее.

Почвенный покров оазиса представлен в основном почвами гидроморфного ряда разной степени гидроморфизма и засоления. В зоне выклинивания родниковых вод формируются лугово-болотные и высокогумусные луговые почвы. Родниковые воды, имеющие в течение года температуру воды  $+10^{\circ}\text{C}$ , в зимнее время образуют наледь на поверхности почв. Весной и летом наледь оттаивает, что приводит к промывке почв от солей и зарастанию луговин дерновинно-злаковой растительностью. Если вода на луговине находится на глубине  $\sim 40\text{-}50$  см, формируются лугово-болотные оторфованные почвы. При глубине грунтовых вод  $\sim 100\text{-}150$  см формируются луговые темноцветные высокогумусные почвы, с содержанием органического вещества до 10%. Главным почвообразующим процессом луговых почв оазиса является процесс гумусообразования.

Вторым наиболее широко развитым почвообразовательным процессом в оазисе является процесс соленакопления. Он характерен для гидроморфных почв, на которых не наблюдается образования наледей и природной промывки. В этих условиях формируются злостные оазисные солончаки, содержащие в верхних горизонтах до 40-60% легкорастворимых солей, при этом минерализация грунтовых вод остается низкой (3-5 г/л). Злостные оазисные солончаки занимают основную площадь территории оазиса. Приход солей с грунтовыми водами достигает нескольких тонн/га в год, в то время как с атмосферными осадками поступает солей около 30 кг/га в год.

В автоморфных условиях на территории оазиса на суглинистых исходно незасоленных отложениях формируются такыровидные остаточные гидроморфные почвы под тугайной растительностью. В них наблюдается процесс пустынного коркообразования.

## ПОЧВЫ И ПОЧВОПОДОБНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В ТЕРМИНОЛОГИИ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ РОССИИ

**Прокофьева Т.В.<sup>1</sup>, Герасимова М.И.<sup>1</sup>, Безуглова О.С.<sup>1,2</sup>, Бахматова К.А.<sup>3</sup>,  
Гольева А.А.<sup>4</sup>, Горбов С.Н.<sup>2</sup>, Жарикова Е.А.<sup>5</sup>, Матинян Н.Н.<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, <sup>2</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, <sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, <sup>4</sup>Институт географии РАН, Москва, <sup>5</sup>Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения РАН, Владивосток*

[tatianaprokofieva@yandex.ru](mailto:tatianaprokofieva@yandex.ru)

Городские почвы и почвоподобные образования, выполняющие функции почв, становятся все более частыми объектами фундаментальных и прикладных исследований. Площади специфических почв поселений постоянно увеличиваются в связи с нарастающими темпами урбанизации. Первой детальной систематике с соответствующей номенклатурой почв Москвы, основанной на диагностике по особенностям антропогенного воздействия (рекреазем, интрузем, некрозем, урбанозем) и на диагностике природных почв по классификации 1977 года, уже около 20 лет (Строганова и др., 1997). На настоящем этапе требуется универсальное отображение городских и других техногенных почв в общей классификации для картографирования, генетических исследований и природоохранной практики.

Мнения многих специалистов удалось учесть путем коллективного обсуждения по электронной почте. По его результатам были приняты решения, которые изложены в статье в журнале «Почвоведение» (№10, 2014).

Обсуждение классификации почв города было ориентировано на способы их включения в современную классификационную систему почв России (2004/2008). В соответствии с ее принципами, первым шагом было обращение к “городским” диагностическим горизонтам, как основе выделения типов почв. Были согласованы определения новых диагностических горизонтов: урбикового (UR), насыпного компостно-грунтового (RAT), насыпного торфяного (RT), комбинации которых с другими диагностическими горизонтами и техногенными слоями соответствуют различным типам почв. Для подтипов используются диагностические (генетические) признаки, которые отражают как природные явления в городских объектах (глееватость, карбонатность, оторфованность, солонцеватость), так и техногенные свойства объектов (наличие специфических артефактов и мелкоземистых примесей, высокое содержание фосфора, подщелачивание). Зональным трендам текущего почвообразования соответствуют признаки гумусово-аккумулятивных горизонтов (малые индексы ау, аи, ај), налагающиеся на основные “городские” горизонты. Неполное развитие последних выражается как признаки: ur, rat, rt; они могут относиться к природным и городским почвам. Сложные подтипы называются в последовательности: природные признаки, «городские» признаки. Были внесены уточнения в систему почвообразующих пород (на наш взгляд, недостаточно полную в классификации), предназначенные для почв в городе и предложена их индексация в дополнение к существующей.

Почвы города, описанные ранее в другой номенклатуре, например, урбаноземы, культуроземы, индустроземы, соотнесены с предлагаемыми и существующими таксонами классификации почв России. Предлагаемые подходы имеют некоторые общие черты с международной классификацией почв (WRB-2014).

Авторский коллектив продолжает обсуждение. Неясными остаются следующие вопросы: каковы таксономические ранги собственно «городских» признаков (подтип, род) и их количественные критерии на уровне видов; как классифицировать палеоурбаноземы, имеет ли смысл оценивать загрязнение в рамках базовой классификации или рациональнее создавать более детальные и специализированные прикладные системы на ее основе и др.

Представленные разработки и дальнейшие согласованные решения могут быть использованы для обновления базовой классификации почв России, в которой техногенным почвам уделено недостаточно внимания, а сам опыт подобного обсуждения оказался успешным.

УДК 631.43.3

## **ВЛИЯНИЕ ПОТОКА ВОДОРОДНОГО ФЛЮИДА ИЗ НЕДР ЗЕМЛИ НА ПОЧВЕННЫЕ СВОЙСТВА**

**Суханова Н.И.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[vogudin@yandex.ru](mailto:vogudin@yandex.ru)

Территории со значительными выходами глубинного водорода приурочены к глубинным разломам земной коры. Поток водородного флюида в таких местах очень велик. В настоящее время наблюдаются значительные выделения глубинного водорода на восточной части Русской плиты. Это район Московской синеклизы, на глубине которой обнаружена целая система грабенообразных впадин. Крупнейшие из них – Среднерусский и Московский авлакогены. Она сливается с большим и глубоким Московско-Рязано-Саратовским (Пачелмским) авлакогеном. На отдельных участках Русской плиты, часто на пересечениях глубинных разломов, измеренная концентрация водорода в подпочвенном воздухе методами полевой водородометрии достигает 1,6% по объему и более.

Поток водородного флюида меняет поверхность земли, формируя на толщах осадочных пород кольцевые структуры проседания (западины), хорошо дешифрируемые на космических снимках. Особенно четко они видны на пахотных почвах с темной окраской гумусового горизонта (черноземы, серые). Верхний дневной горизонт в таких западинах осветляется от черного до серого или светло-серого цвета.

Исследования почв западин с выходом молекулярного водорода проводились в районе Хоперского глубинного разлома в северо-западной части Волгоградской области. Почвенный покров водораздельной части представлен черноземами обыкновенными.

По итогам морфологического описания почв и полевой водородометрии можно сказать, что почвы западин испытывают воздействие потока ювениль-

ного водорода и временного избыточного увлажнения разной степени проявленности. Морфологическое распределение гумуса в почвенном профиле таких западин свидетельствует о его большой подвижности. По физико-химическим свойствам почвы западин с выходами водорода резко отличаются от почв западин, сформированных только водой: гумусовый горизонт значительно осветлен, наблюдаются низкие значения рН по всему профилю, отсутствие карбонатного горизонта и карбонатных новообразований. В составе гумуса существенно преобладают (почти втрое) фульвокислоты.

Серия модельных опытов по изучению раздельного влияния переувлажнения и потока водорода на почвенные свойства показала, что в условиях с водородом наблюдалось снижение окислительно-восстановительного потенциала на 800 мV, в то время как в условиях только переувлажнения всего лишь на 100 мV. В составе гумуса при воздействии водорода наблюдалось некоторое снижение содержания гуминовых кислот и увеличение содержания фульвокислот, при этом гуминовые кислоты характеризуются меньшей оптической плотностью, то есть менее интенсивной окраской. Данные элементного состава и спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$  показали, что увеличилась обуглероженность и степень ароматичности гуминовых кислот.

Те же самые закономерности наблюдаются и в естественных почвах, подвергающихся воздействию потока водородного флюида.

Из полученных данных становится понятно, что в условиях тока водорода происходит трансформация гумуса путем отщепления каких-то алифатических фрагментов гуминовой кислоты, поскольку энергия связи там меньше, чем в ароматических. Этим же можно объяснить и необычный для почв западин состав гумуса, и морфологические особенности гумусных профилей этих почв – в западинах наблюдались большие затеки гумуса, гумусовые псевдофибры и мощные кутаны.

На основании настоящих исследований можно констатировать, что поток молекулярного водорода очень значимый фактор гумусообразования и почвообразования в целом. Проходя через почвенные слои, он, как мощный восстановитель, резко меняет почвенные свойства (окислительно-восстановительный потенциал, рН, состав и свойства гумуса, оптические свойства почв), в разной степени меняет подвижность многих элементов.

Движение вещества в почве многообразно, но важное значение имеют незамкнутые циклы миграции, которые входят в общепланетарные циклы. Поэтому в известный ряд факторов почвообразования следует включить и поток эндогенных газов, в частности водорода и его газообразных соединений, поскольку дегазация повсеместна, имеет планетарные масштабы.

## ОСОБЕННОСТИ ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ ПОЧВ УРБОЭКОСИСТЕМ

Сухачева Е.Ю.<sup>1,2</sup>, Апарин Б.Ф.<sup>1,2</sup>, Булышева А.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,

<sup>2</sup>ФГБНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева,

Санкт-Петербург

[soilmuseum@bk.ru](mailto:soilmuseum@bk.ru)

Почвенный покров любого мегаполиса характеризуется значительной неоднородностью компонентного состава. В его составе присутствуют ненарушенные естественные почвы, агроземы, разной степени антропогенно-трансформированные почвы и «почвы» с частично или полностью утраченным профилем и сконструированным на его месте новым. Несмотря на иногда очень значительные изменения в морфологическом строении и свойствах, почвы урбоэкосистем продолжают выполнять различные экологические функции, обеспечивая благоприятные условия жизни человека в городе. Большинство экологических функций, выполняемых почвами мегаполиса, связано с мощностью, составом и свойствами гумусового горизонта. Для оценки выполнения качества экологических функций необходимо определить особенности гумусовых горизонтов почв урбоэкосистем как важнейшего элемента биогеомембраны (БГМ). Необходимым условием отнесения поверхностных тел мегаполиса к БГМ является наличие на поверхности гумусового или органогенного горизонта слоя, обладающего плодородием.

В урбоэкосистемах Санкт-Петербурга преобладают почвы с интродуцированными (привнесенными) гумусовыми горизонтами, сконструированные человеком. Мощность этих горизонтов в различных микрорайонах и функциональных зонах города разная. Во дворах домов старых построек и в парках они, как правило, достаточно мощные, иногда до 40 см. На газонах вдоль дорог мощность гумусовых горизонтов не велика и обычно не превышает 10 см. Возраст интродуцированных горизонтов может быть очень большим, до нескольких тысяч лет, в то время как искусственный профиль может быть только что образован. О начальной стадии формирования собственно почвенного профиля свидетельствует отсутствие или слабое проявление генетической связи между слоями. В таких почвах нет соответствия параметрических характеристик факторам почвообразования.

Для гумусовых горизонтов почв урбоэкосистем характерна гетерогенность. Около 1/3 всех изученных почв содержали частицы угля, угольную пыль или обгоревшие древесные остатки, а у 1/6 почв верхние горизонты содержали значительное количество торфа. В таких почвах содержание органического углерода ( $C_{орг.}$ ) в среднем составляет 3,6%, а максимальное значение этого показателя 21,2%.

Почвы Санкт-Петербурга характеризуются слабокислыми, нейтральными или слабощелочными значениями pH. Более высокие показатели, по сравнению с естественными почвами лесной зоны является результатом загрязнения строительным мусором, а также использованием противогололедных средств.

Часто верхние горизонты почв города переуплотнены в результате строительных работ, проезда автомобилей по газонам, рекреационной нагрузки. У 20% отобранных образцов плотность сложения превышает значение 1,6 г/см<sup>3</sup>, которое считается предельным для развития корневых систем растений.

Гранулометрический состав почв урбоэкосистем разнообразный. Содержание скелетной части в гумусовых горизонтах, как правило, не превышает 5%, а подстилающие горизонты часто имеют большее содержание скелета, до 50% и более от массы почвы, а в отдельных случаях подстилающий горизонт почти полностью состоит из скелетной части (96% от массы почвы).

Загрязнение тяжелыми металлами характерно для почв Санкт-Петербурга. У 57% исследованных гумусовых горизонтов содержание подвижных форм свинца превышают значения предельно допустимых концентраций (ПДК), у 21% ПДК превышены по содержанию подвижных форм меди, а у 17% - по содержанию цинка. Почвы, загрязненные тяжелыми металлами, расположены не только возле автодорог или у промышленных территорий, но и на территории парков. Загрязнение диагностируется в рекультивационных грунтах, которые на момент отбора образцов только наносились на газоны.

Таким образом, особенности гумусовых горизонтов почв урбоэкосистем следующие: отсутствие генетической связи с нижележащим горизонтом, гетерогенность состава органического вещества, высокая плотность, наличие артефактов, нейтральные или слабощелочные значения pH, широкий диапазон варьирования содержания Сорг и мощности горизонта.

УДК 631.41

## **РАЗНОПЕРИОДНАЯ РИТМИЧНОСТЬ КЛИМАТА КАК СМЕНА ОПТИМАЛЬНЫХ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОЧВО- И РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ**

**Сычева С.А.**

*Институт географии РАН, Москва*

[sychevasa@mail.ru](mailto:sychevasa@mail.ru)

Изменчивость процессов почво- и рельефообразования в плейстоцене и голоцене обусловлена влиянием разнопериодных климатических ритмов. В плейстоцене ведущими климатическими ритмами являются: межледниково-ледниковый (100000-летний), интерстадиал-стадиальные (ритмы Миланковича); в голоцене – 2000-летний (ритм Шнитникова). Каждый ритм состоит из теплой и холодной фаз. Соотношение температурного тренда с режимом увлажнения усложняет структуру климатических ритмов. Для разнопериодных ритмов характерна одна и та же последовательность климатических фаз и ведущих природных процессов. Тренд изменения климата в межледниково-ледниковом 100000-летнем ритме сходен с трендом в 2000-летнем ритме. В конце теплой эпохи разного иерархического ранга более влажно, чем в ее начале, и в начале холодной эпохи более влажно, чем в ее конце.

Структура разнопериодных климатических ритмов может быть реконструирована как периодическая смена почвообразования (теплая фаза с опти-

мальными условиями) и рельефообразованием (холодная с экстремальными условиями). В строении позднеплейстоценовых субаэральнх толщ запечатлено, как направленное развитие почвообразовательных, криогенных и денудационно-седиментационных процессов, так и их более дробная ритмика – смена периодов с преобладанием педогенеза периодами с превалированием крио- и морфолитогенеза. Каждая педогенная фаза включает фазы относительно устойчивого (эволюционного) развития почв и фазы динамичные, когда преобразования почв наибольшие. Суровые холодные и сухие климатические условия вызывают подавление биоты и почвообразования. Они характерны для ледниковых и стадиальных (холодных) эпох. Но наиболее экстремальные условия, вызывающие кризисные и даже катастрофические изменения почв, характерны для границ фаз: при переходе от тепла к холоду и от холода к теплу.

В начале межледниковья формируются почвы более засушливого круга, в конце более гумидного. Эволюция почвообразования в умеренном поясе идет от дернового почвообразования в начале теплой эпохи к лугово-степному – в первой половине до максимального выражения элювиально-иллювиальных процессов и формирования текстурно-дифференцированных почв в конце межледниковья. В результате этого в современных лесных почвах можно наблюдать ранне- и среднеголоценовые реликты черноземовидных почв. В микулинских палеокатенах реконструируются несколько фаз, причем первая – лесостепного ряда, вторая и третья, заключительная – лесного. В интерстадиальные эпохи почвы проходят менее длительные и сложные стадии эволюции. В конце межледниковья или интерстадиала почвы испытали процессы деградации, погребения или разрушения. В холодные эпохи (оледенения, стадиалы) формируются синлитогенные лессовые почвы, уровни оглеенения и другие инициальные почвы. Сплошной почвенный покров не образуется, так как преобладают деструктивные рельефообразующие процессы. Рельефообразование имеет противоположный тренд. В конце оледенения преобладают процессы, вызывающие расчленение рельефа и увеличение его относительных высот: термокарст, термоэрозия, линейная эрозия. В межледниковье скорости рельефообразования минимальны. Их активность суживается до пойм рек, днищ балок и склонов. Тренд рельефообразования резко меняется при переходе от межледниковья к оледенению. Вследствие частых катастроф: многоснежных зим, ранних весен, засух, сильных лесных пожаров усиливается плоскостная эрозия. В начале оледенения включается солифлюкция. Во второй половине холодной эпохи активизируется эоловое осадконакопление. В результате депрессии заполняются отложениями, водоразделы срезаются, рельеф выравнивается.

**ПОЧВА И БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ ЭЛЕМЕНТОВ**

Руководители: чл.-корр. РАН В.Н. Кудеяров, д.б.н. И.Н. Курганова

---

УДК 631.41: 550.47

**БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ПРИРОДНЫХ  
ЛАНДШАФТОВ И ОГОРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ  
СТРОИТЕЛЬСТВА КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»  
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Балыкин С.Н., Бабошкина С.В., Пузанов А.В., Салтыков А.В.,  
Алексеев И.А.**

*ИВЭП СО РАН, Барнаул*

[balykinS@rambler.ru](mailto:balykinS@rambler.ru)

Наибольшую площадь района строительства космодрома «Восточный» занимают подбуры оподзоленные, которые формируются на высоких сильно перемытых террасах р. Зея под берёзово-лиственничными, дубово-лиственничными и сосновыми лесами на галечниково-суглинисто-песчаных аллювиальных отложениях. Среди подбуров оподзоленных, под более светлыми лиственнично-берёзовыми и лиственнично-дубовыми лесами развиты подбуры иллювиально-железистые, отличающиеся ярко выраженным иллювиально-железистым горизонтом. В более увлажнённых местах – западинах и межгрядных понижениях распространены подбуры глеевые. На дне и в нижней части бортов заболоченных ложбин ручьёв и малых рек под бруснично-багульниковыми ерниками формируются мерзлотно-болотные почвы с хорошо выраженным глеевым горизонтом в нижней части профиля и торфянистым или перегнойным горизонтом на поверхности. В отличие от подбуров эти почвы богаты грубым органическим веществом и илом, и за счёт этого обладают большей ёмкостью поглощения. В пойме более крупных рек, непосредственно у русла под ольховниками на суглинисто-валунно-глыбистых отложениях формируются перегнойные аллювиальные почвы. В геохимическом отношении территория относится к почвенно-геохимической области вторичного выноса веществ с накоплением полуторных окислов при подбурообразовании с заметной дифференциацией почвенного профиля по содержанию физической глины. Что находит отражение в элювиально-иллювиальном распределении Fe, Ti, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr в профиле подбуров оподзоленных и иллювиально-железистых. Некоторое накопление Mn, Zn, Cu, Ni в перегнойных горизонтах этих почв может быть обусловлено биогенной аккумуляцией и пирогенным фактором. Наиболее высокие уровни содержания  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  характерны для перегнойных и глеевых горизонтов мерзлотно-болотных почв, что связано с высоким содержанием органического вещества и более тяжелым гранулометрическим составом этих почв. Характерной особенностью исследуемых почв, является повышенные уровни содержания  $^{40}\text{K}$  (250,4-2882,7 Бк/кг), что связано с минералогическим составом аллювиальных отложений,



которые являются здесь преобладающими почвообразующими породами. Огородные почвы разных населенных пунктов района строительства космодрома Восточный довольно неоднородны по общим физико-химическим свойствам. Так, содержание гумуса в них изменяется от 3,0 до 11,7 %, в среднем составляя  $6,4 \pm 0,3\%$  ( $C_v=30\%$ ). Гранулометрический состав изученных почв варьирует от супесчаного до среднесуглинистого, большинство почв являются легкосуглинистыми. В изученных огородных почвах рН среды варьирует от слабо кислой (5,7) до слабо щелочной (7,9). Валовые содержания большинства химических элементов, определенных рентгенофлуоресцентным методом в огородных почвах населенных пунктов, прилегающих к району строительства космодрома «Восточный» (Зее-Перовское междуречье) не превышает кларки и среднемировые величины. Повышенные концентрации Zn, Cu, Mn, Pb, Ag и Cd объясняются наличием многочисленных полиметаллических месторождений. Валовые содержания Cu, Zn, Pb, Ni и Cd в огородных почвах района строительства космодрома «Восточный» определяются степенью гумусированности почвы (Cd и Cu – также и наличием в почве тонкодисперсных фракций), а концентрация As напрямую зависит от количества в ней доступного фосфора. Уровень кислотности изученных огородных почв определяет в них валовое содержание типоморфных Fe и Mn. Почвы населенных пунктов, расположенных в пределах позиционного района космодрома (г. Углегорске и п. Глухари), отличаются наиболее высоким содержанием кадмия, содержание которого, впрочем, не превышает ОДК.

УДК 631.4

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЦЕЗИЯ-137 В ТЁМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РАЗЛИЧНЫХ ФИТОЦЕНОЗО В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Богатова М.К.<sup>1</sup>, Щеглов А.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области в Старооскольском районе», Старый Оскол,* <sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[mkzykunova@inbox.ru](mailto:mkzykunova@inbox.ru)

Особенности чернобыльского выброса радиоактивных веществ обусловили высокую пространственную неоднородность распределения радионуклидов не только на больших территориях, но и в пределах локальных участков. Как показали исследования ряда авторов, неравномерность распределения выпадений по территории РФ, занятой лесами, первоначально колебалась по средним данным в диапазоне от 22 до 30%. Миграция радионуклидов в глубь почвенного профиля в последующем привела к изменению данных показателей. Принадлежность <sup>137</sup>Cs к элементам аэральным техногенным выпадений и его химическое сродство с биофильными элементами позволяет использовать данный радионуклид в качестве радиоактивной метки (трассера) не только для оценки влияния различных фитоценозов на свойства почв, но и для изучения поведения макроэлементов в почвах.

В задачу наших исследований входило установление особенностей изменения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  лесных фитоценозов через 15-20 лет после чернобыльских выпадений. Целью стал анализ особенностей геохимической миграции  $^{137}\text{Cs}$  под различными типами насаждений и выявлению факторов, определяющих вторичное перераспределение элементов техногенных выпадений в лесных ландшафтах лесостепи. Исследования проводились на территории Плавского лесничества Тульской области. Объектом послужили тёмно-серые лесные почвы автоморфных ландшафтов под основными типами лесонасаждений данного региона (березняк, дубрава, сосняк).

Проведённые исследования показали, что в почвах всех исследуемых биогеоценозов основное количество  $^{137}\text{Cs}$  сосредоточено в верхнем 2-3 см подподстилочном слое минеральной толщи, а подстилка не является горизонтом аккумуляции или биогеохимическим барьером. Вместе с тем, распределение данного радионуклида в микропрофиле почв (0-15 см) лиственных ценозов характеризуется относительно меньшими величинами градиента падения содержания цезия с глубиной по сравнению с таковыми в хвойных ценозах. Это, по всей видимости, обусловлено более значимым влиянием биогенной миграции на перераспределение  $^{137}\text{Cs}$  в почвах лиственных ценозов по сравнению с хвойными. Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют, что в изучаемых биогеоценозах различия в содержании  $^{137}\text{Cs}$  в подстилке и минеральной толще в различных типах леса значимые на уровне менее 5%, то есть существенные. Степень влияния типа растительности на загрязнение почв  $^{137}\text{Cs}$  наиболее значимо проявляется при использовании показателя плотности загрязнения. Это объясняется тем, что плотность загрязнения, как единица измерения, является интегральным показателем свойств почв (в первую очередь плотности сложения) и концентрации  $^{137}\text{Cs}$ . Вместе с тем, в исследуемых фитоценозах нами не выявлено значимых корреляционных зависимостей между основными показателями почв и содержанием  $^{137}\text{Cs}$ .

Таким образом, внутрипрофильное и пространственное распределение  $^{137}\text{Cs}$  в почвах лесостепи под разными типами леса определяется особенностями первичных выпадений, парцеллярной структурой фитоценозов, а также спецификой и интенсивностью течения современных почвообразовательных процессов в различных условиях.

УДК 631.4

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТОКОВ $\text{CO}_2$ В УСЛОВИЯХ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ЮЖНОТАЕЖНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЛЕВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ

Васнев И.И.<sup>1</sup>, Мешалкина Ю.Л.<sup>1,2</sup>, Ярославцев А.М.<sup>1</sup>, Валентини Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва,

<sup>2</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

[ivvasnev@gmail.com](mailto:ivvasnev@gmail.com)

Мониторинг и моделирование потоков парниковых газов - одна из актуальнейших проблем современности. Благодаря созданию в РФ сети площадок мониторинга парниковых газов, называемой RusFluxNet, для российских агро-

экосистем стало возможно решение задач по оценке динамики запасов углерода и повышению общей эффективности земледелия на сельскохозяйственных объектах. Метод вихревых ковариаций (eddy covariance method, ВК) является прямым методом измерения вертикальных потоков тепла, водяного пара и других газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , и т.д.) между почвой, растительностью, городскими или промышленными территориями и атмосферой. Этот метод стал де-факто стандартом для расчетов потоков парниковых газов реальных экосистем; он широко используется по всему миру и имеет более чем 30-летнюю историю развития (Baldocchi, 2003). Представленное ВК исследование было проведено для двух представительных агроэкосистем Центральной России, относящихся к разным климатическим зонам (и, соответственно, расположенных на разных почвах): южнотаежной и лесостепной, но с близкими системами землепользования.

*Исследование было поддержано грантом Правительства РФ № 11.G34.31.0079.*

Исследования показали, что сезонная динамика чистого экосистемного обмена (NEE) для двух агроэкосистем была сходной по форме, определялась физиологической фазой развития растений, но сильно отличалась по амплитуде. Более высокие значения суточной валовой первичной продуктивности (GPP) для поля в лесостепной зоне по сравнению с аналогичным полем в южно-таежной зоне были обусловлены оптимальными климатическими и почвенными параметрами первого (более высокое значение ФАР, температуры и влажности почвы). Динамика суточного экосистемного дыхания ( $R_{\text{eco}}$ ) определялись микроклиматическими условиями. Летние похолодания резко его снижали, а увеличения экосистемного дыхания всегда наблюдались в дни, следующие за интенсивным осадкам. По результатам за вегетационный период можно отметить, что для агроэкосистемы с ячменем в южно-таежной зоне совокупный чистый экосистемный обмен оказался около нуля, а для аналогичной агроэкосистемы в лесостепной зоне закрепление  $\text{CO}_2$  из атмосферы составило около  $50 \text{ г C}_{\text{CO}_2} \text{ м}^{-2}$ . Таким образом, показана важная роль типа почвы в построении моделей обмена углерода для агроэкосистемы. Получены уникальные для российского сельского хозяйства данные, которые будут использованы для построения моделей землепользования, экологической оценки и прогнозирования динамики почвенного органического углерода и агроэкологической оценки.

УДК 631.4

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

**Ведрова Э.Ф.**

*ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск*  
[institute\\_forest@ksc.krasn.ru](mailto:institute_forest@ksc.krasn.ru)

Рассматривается изменение почвенного субстрата в процессе формирования лесных экосистем, эдификатором которых служат кедр (*Pinussibirica*), сосна (*Pinussilvestris*), лиственница (*Larixsibirica*), ель (*Piceaabovata*), берез

(*Betulafruticosa*) и осина (*Populustremula*). Саженцы этих лесообразующих видов с 2-3-летнего возраста развиваются на экспериментальном участке со специально подготовленной (плантажированной) почвой. При его закладке в число задач исследования входила качественная и количественная оценка изменений состава и запаса органического вещества почвы по ходу роста и развития насаждения каждого из лесообразователей в одинаковых почвенных и климатических условиях. Органическое вещество почвы гетерогенно по генезису и структуре. Его легкоминерализуемую фракцию составляют мертвые органические остатки растительного происхождения на поверхности и в толще почвы. Подвижные формы легкоминерализуемой фракции объединяют органические продукты растительных остатков и почвенного гумуса, легко переходящие в растворимое состояние и служащие ближайшим резервом органического вещества почвы для микробиологической трансформации. Стабильная фракция органического вещества представлена специфическими гумусовыми веществами, прочносвязанными с минеральной частью почвы.

Сплошной покров подстилки в насаждениях оформился спустя 13-15 лет после высадки саженцев и составлял в культурах хвойных видов от 2.8-3.4 (ельник, только слой L) до 14.7-15.4 (лиственничник, слои F, H) т/га, в березняке и осиннике – 3.4-3.8 и 6.4-9.2 т/га (слои L, F), соответственно. В 25-летнем ельнике масса подстилки увеличилась в 4 раза, в культурах других хвойных видов - в 1.2-1.4 раза, в лиственных осталась прежней. За следующие 15 лет (к возрасту 40 лет) запас подстилки в ельнике и березняке вырос в 3, а в древостоях других видов - в 1.5-2 раза. Рост массы подстилки обусловлен увеличением интенсивности опада, изменением его состава и, как следствие, накоплением в составе подстилки таких медленно разлагающихся фракций, как ветви и кора. В стратиграфии подстилки всех культур произошло четкое разделение на подгоризонты L, F и H, изменилось их соотношение по массе. В составе органического вещества подстилки разных лесообразователей от 9% (в осиннике) до 24% (в ельнике) приходится на подвижные вещества, наиболее доступные биотрансформации почвенной биотой.

Результатом увеличения интенсивности опада, изменения его состава, накопления в массе подстилки 40-летних культур таких медленно разлагающихся компонентов как шишки, кора, ветки и многократно промытых атмосферными осадками растительных остатков подгоризонта ферментации явилось снижение интенсивности и удельной скорости разложения (в 1.5-2 раза, а в ельнике почти в 9 раз). Отмеченная в 25-летних насаждениях сбалансированность потоков, формирующих подстилку, в 40-летнем возрасте нарушается: в лиственничнике интенсивность разложения почти в два раза превышает поступление опада, а в ельнике и кедровнике продолжается накопление массы разлагающихся остатков.

Верхний слой почвы 0-20 см опытного участка перед посадкой саженцев имел рН водный, равный 6,4. Спустя 40 лет почти во всех культурах этот слой характеризуется слабокислой реакцией (рН<sub>H2O</sub> 5.0-5.68). В ельнике отмечается отчетливое подкисление почвы, в особенности верхних 10-ти см: рН<sub>H2O</sub> составляет 4.7-4.8, рН<sub>KCl</sub> – 3.8-3.9. Во всех насаждениях наблюдается в разной степени выраженное накопление гумуса. Общее накопление органического вещества в кедровнике, сосняке и осиннике на 70-80% обусловлено сформировавшейся подстилкой, в лиственничнике, ельнике и березняке – на 52-64% гумусом почвы.

## **БАЛАНС ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА, УГЛЕРОДА И КАЛИЯ В СИСТЕМЕ «СВЕТЛО-КАШТАНОВАЯ ПОЧВА - ЭФЕМЕРОВАЯ СИНУЗИЯ» В ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ПРИКАСПИЯ**

**Гасанов Г.Н.<sup>1,2</sup>, Асварова Т.А.<sup>1</sup>, Гаджиев К.М.<sup>1</sup>, Ахмедова З.Н.<sup>1</sup>,  
Абдуллаева А.С.<sup>1</sup>, Баширов Р.Р.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, <sup>2</sup> Дагестанский государственный университет, Махачкала  
[nikuevich@mail.ru](mailto:nikuevich@mail.ru)

В условиях Терско - Кумской низменности фотосинтезирующая масса эфемеровой синузии в среднем за 2011-2015гг. имеет положительный баланс (ц/га): в течение марта - 2,3, апреля - 2,4, мая - 4,8, а в июне складывается отрицательное значение - 6,3 ц/га. В среднем за рассматриваемый период отмечен положительный баланс накопления фитомассы - 3,2 ц/га. Баланс ветоши и степного войлока за март имеет положительные значения - соответственно 5,0 и 3,5 ц/га и складывается он за счет фитомассы разнотравья и солянок урожая прошлых лет. В апреле (0,9 ц/га) и мае (соответственно 0,5 и 0,8) наблюдается отрицательный баланс, поскольку поступление свежего органического вещества из блока с зеленой фитомассой за эти месяцы не отмечается. В июне баланс имеет положительные значения в обоих блоках: соответственно 5,7 и 1,2 ц/га. Максимальный показатель баланса от суммарного количества фитомассы за март-июнь (15,5ц/га) достигается в марте (10,8ц/га), преимущественно за счет органической массы ветоши и степного войлока урожая прошлых лет. В апреле и июне его показатель резко снижается – до 0,6 ц/га, а мае повышается до 3,35 ц/га за счет увеличения доли зеленой фитомассы.

Концентрация калия в вегетирующей массе эфемеров непрерывно снижается с 2,53% в марте до 2,34; 2,13 и 2,0 % в последующие месяцы вегетации растений, что очевидно, связано с замедлением поступления его в надземные органы при сухой и жаркой погоде и со старением организма растений. Концентрация его в ветоши снижается более чем на порядок и колеблется в пределах 0,22 % - 0,11 %, что связано с деструкционными процессами в этом блоке, приводящими к разрушению части органического вещества до минеральных соединений с последующим вымыванием калия (наряду с другими зольными элементами) выпадающими осадками, и поступлением его в почву. По этой же причине уменьшается концентрация рассматриваемого элемента и в степном войлоке: с 0,28 % в марте до 0,15% в мае. Но в течение последующего месяца (июня) наблюдается увеличение концентрации калия в ветоши до мартовского уровня. Такое увеличение связано с увеличением доли свежего органического вещества в блоке ветоши, поступившего из блока зеленой массы, где калий имеет более высокую концентрацию. В блоке степной войлок концентрация калия оставалось на уровне майского срока определения.

Баланс калия в рассматриваемых блоках органического вещества имеет положительные значения за март-май 2011-2015гг. и только в июне приобре-

тает минусовый показатель (13,84) из-за прекращения формирования фитомассы эфемеров. В среднем за рассматриваемый период складывается положительный баланс этого элемента в фитоценозе со средним балансовым показателем 9,03 кг/га.

Концентрация углерода в зеленой массе эфемеров колебалась от 53,5% в начале до 47,8% в конце вегетации. Постепенное снижение относительного его содержания отмечено и в двух остальных блоках: в ветоши с 48,2% до 45,6%, в степном войлоке – с 45,1% до 41,4%.

Баланс углерода по блокам органического вещества в марте – мае имеет положительные показатели: 522,6; 24,8 и 156,9 кг/га и только в июне приобретает минусовое значение -3,0 кг/га. Суммарный баланс за эти месяцы положительный -701,3 кг/га.

УДК 631.4:550.47:574.4

## ПОТОКИ УГЛЕРОДА В ДРЕВНИХ СЕЛИТЕБНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

Долгих А.В.<sup>1</sup>, Карелин Д.В.<sup>1,2</sup>, Смагин А.В.<sup>2</sup>, Александровский А.Л.<sup>1</sup>,  
Медведев А.А.<sup>1</sup>, Шишков В.А.<sup>1</sup>, Кудиков А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт географии РАН, Москва,

<sup>2</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

[dolgikh@igras.ru](mailto:dolgikh@igras.ru)

Потоки углерода в почвах лесных, сельскохозяйственных и залежных земель уже достаточно подробно изучены для различных природно-климатических условий. О потоках органического углерода урбанизированных территорий известно гораздо меньше. В древних городах Европейской России крупным аккумулятором органического углерода является культурный слой (урбоседименты). Содержание углерода в нем выше 3-5%, местами выше 20%. Глубина залегания культурных отложений от 10 см до нескольких метров. Большинство оценок углерода сосредоточено на верхних горизонтах почв, поэтому необходимо учитывать все составляющие углеродного баланса. В 2014-2015 гг. проведены сравнительные исследования изменения почвенной эмиссии диоксида углерода закрытым способом в результате антропогенных трансформаций лесных ландшафтов южной тайги (Новгородская область). Измерения эмиссии проводились в фоновом еловом лесу, агрогенных, постагрогенных луговых (косимых и некосимых) и лесных ландшафтах, селитебных ландшафтах г. Великий Новгород (IX в. – современность; центр и периферия), с. Старая Ракома (XI в. – современность), с. Верховье (XIX в. – современность), всего 30 ключевых участка, 174 точки. Величина почвенной эмиссии диоксида углерода в городе напрямую зависит от мощности трансформированной почвенно-литогенной толщи города и содержания в ней органического углерода. С уменьшением запасов органического углерода и мощности отложений от исторического центра к современной селитебной зоне освоения последних лет происходит снижение почвенной эмиссии в 6,6 раза. Максимальные значения почвенной эмиссии CO<sub>2</sub> характерны древним селитебным зонам города (0,66 гС м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup> в историческом центре с урбоседиментами

мощностью 5м; 0,40 гС м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup> в историческом центре с урбоседиментами мощностью 2,3 м); минимальные – новым селитебным территориям города (до 5 лет освоения) (0,1 гС м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>). В фоновом ельнике-черничке на подзоле почвенная эмиссия составила 0,31 гС м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>, здесь большое влияние оказывает микробиологическое разложение подстилки. В лесной зоне (южная тайга) почвенная эмиссия диоксида углерода наиболее молодых селитебных территорий города сравнима с таковыми показателями на разновозрастных залежах и молодых сельских территориях. (0,1-0,2 м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>). Показатели эмиссии СО<sub>2</sub> для зоны освоения около 300 лет в городе В. Новгород (окраина XVIII в., мощность урбо-горизонтов 50-60 см) близки к показателям исторического центра с. Старая Ракома (около 1000 лет, мощность культурных урбо-горизонтов около 1 м) и составляют 0,25-0,32 гС м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup>. Поскольку полевые измерения проводились в близкое время по единой методике – это позволяет достоверно сравнивать полученные результаты. Выделение рекреационной, селитебной и промышленной зон в городе недостаточно для оценки общей почвенной эмиссии СО<sub>2</sub> в городах. Отмечается большой вклад в общую почвенную эмиссию территории исторического центра с мощными урбоседиментами с высоким содержанием органического углерода. Урбанизированные территории часто проходят стадию агроландшафтов, предваряющую появления городской застройки. Начиная с ранних этапов землепользования, естественные ландшафты стали сменяться антропогенно-преобразованными. Так леса замещались вырубками, лугами и пашнями, городами и сельскими (внегородскими) населенными пунктами. С ростом городов связано вовлечение новых территорий, окружающих древние городские центры, на которых ранее располагались пашни, огороды и антропогенные луга. Таким образом, данные сравнительные исследования позволяют оценивать роль разнотипных антропогенных изменений природных ландшафтов лесной зоны в изменении углеродного цикла исследуемой территории.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ №14-05-31392, №14-05-00347*

УДК631.433.3

## **ФОСФОР МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ В ПОЧВЕ ПРИ ОПТИМАЛЬНЫХ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Евдокимов И.В., Ларионова А.А.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино  
[ilyaevd@yahoo.com](mailto:ilyaevd@yahoo.com)*

Глобальные изменения климата ведут не только к росту средней температуры в атмосфере, но и к увеличению частоты экстремальных погодных явлений. Последние, в свою очередь, активизируют иммобилизацию и минерализацию питательных элементов в почве, включая такой важнейший элемент, как фосфор. Известно, что стресс при высушивании-увлажнении и замерзании-оттаивании почвы может вызвать гибель свыше 70% микробных клеток в почве, после чего в почву поступает большое количество лабильных соединений из микробной биомассы. Вот почему для надежной оценки трансформа-

ции фосфора при экстремальных погодных условиях так важно точно определить размеры важнейшего пула потенциально доступного фосфора в почве – Р в микробной биомассе ( $P_{\text{мик}}$ ).

Целью нашего исследования было определить: 1) величины пересчетных коэффициентов  $k_P$  для расчета запасов  $P_{\text{мик}}$  в подзоле ( $C_{\text{орг}}$  3.3%,  $pH_{H_2O}$  3.5), серой лесной почве ( $C_{\text{орг}}$  1.4%,  $pH_{H_2O}$  5.6), черноземе ( $C_{\text{орг}}$  3.4%,  $pH_{H_2O}$  6.9) и каштановой почве ( $C_{\text{орг}}$  1.9%,  $pH_{H_2O}$  8.3); 2) распределение  $^{33}P$  между пулами водорастворимого, микробного и фиксированного фосфора в этих почвах при оптимальных условиях температуры и влажности (ОПТ); после высушивания-увлажнения (ВУВ) и после заморозания-оттаивания (ЗОТ).

Почва в варианте ОПТ инкубировалась 6.5 сут при 22°C и 60% предельной полевой влагоемкости (ППВ), а затем увлажнялась Р-содержащим раствором до 75% ППВ и инкубировалась еще 12 ч. В варианте ВУВ почва (60% ППВ) высушивалась при температуре 22°C до воздушно-сухого состояния в течение 12 ч, затем инкубировалась в течение 6 сут. После этого почва была увлажнена до 75% ППВ и инкубирована в течение 12 ч. Почва в варианте ЗОТ была заморожена при -10°C и инкубировалась при той же температуре в течение 6.5 сут с последующим оттаиванием, доведением до 75% ППВ и инкубацией при 4°C в течение 12 ч. Про окончании высушивания или замораживания почву метили  $^{33}P$  (0.1 мг Р- $K_2HPO_4$ , 0.4 кБк  $г^{-1}$ ).  $P_{\text{мик}}$  определяли комбинацией методов прямой фумигации и анионообменных мембран (АОМ), концентрацию соединений Р в экстрактах – колориметрически с малахитовым зеленым, обогащение  $^{33}P$  – по радиоактивности. Микробный фосфор рассчитывали с использованием пересчетных коэффициентов  $k_P$ , определенных в экспериментах с изотопным мечением  $^{33}P$  с поправкой на изотопный обмен  $^{31}P$ - $^{33}P$  и сорбцию  $^{33}P$  отдельно для каждого почвенного типа.

Величины  $k_P$  варьировали от 0.19 до 0.38 в зависимости от типа почвы. Ни в одной из почв не было обнаружено иммобилизации  $^{33}P$  в варианте ЗОТ. Максимальная иммобилизация  $^{33}P$  (58% от внесенного  $^{33}P$ ) была обнаружена в каштановой почве (ОПТ). Величина общего  $P_{\text{мик}}$  в почвах варьировала от 2.6 (серая лесная, ЗОТ) до 36.6 мкг Р  $г^{-1}$  (чернозем, ОПТ).  $P_{\text{мик}}$  и доля  $^{33}P$  в  $P_{\text{мик}}$  в целом следовали схеме ОПТ > ВУВ > ЗОТ. Значительное уменьшение доли  $^{33}P$  в составе водорастворимого пула Р в варианте ВУВ по сравнению с ОПТ было связано с усиленной сорбцией  $^{33}P$  на твердых поверхностях.

Нами было показано, что надежные определения фосфора в почвенной микробной биомассе возможны только при использовании пересчетных коэффициентов  $k_P$ , определенных отдельно для каждого почвенного типа. После высушивания-увлажнения микробное сообщество быстрее восстанавливает запасы фосфора по сравнению со стрессом замораживания-оттаивания. Таким образом, высушивание-увлажнение является менее ощутимым стрессом для микробного сообщества, чем замораживание-оттаивание, которое сопровождается продолжительным пребыванием подвижного Р в водорастворимой форме и способствует его вымыванию при оттаивании почвы.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 14-04-01884 и 14-04-01738) и РНФ (проект 14-04-00625).*



**ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ И МИНЕРАЛЬНОЙ СИСТЕМ  
УДОБРЕНИЯ НА ПУЛЫ ХИМИЧЕСКИ-ЭКСТРАГИРУЕМОГО И  
АКТИВНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ**

**Зинякова Н.Б.<sup>1</sup>, Семенов В.М.<sup>2</sup>**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино  
[nakhodkanbz@mail.ru](mailto:nakhodkanbz@mail.ru)*

Снижение содержания почвенного органического вещества (ПОВ), в особенности активного пула, является одной из важнейших проблем 21 века и тесно связано с нарушением биогеохимического цикла углерода и ростом эмиссии диоксида углерода в атмосферу. Главные причины потерь ПОВ – это превышение минерализационных, эрозионных и инфильтрационных потерь ПОВ над поступлением в почву свежего органического материала и изменение почвенных режимов и динамики процессов природными и антропогенными нарушающими воздействиями. Активный пул ПОВ ответственен за краткосрочную динамику углерода, за осуществление большинства физико-химических, экологических и агрономических функций органического вещества почвы. Разнообразие индивидуальных органических соединений и механизмов их стабилизации в почве обуславливает разнокачественность ПОВ и многообразие методов оценки его состава, свойств и функций [Семенов и др., 2009].

Объектом исследования была серая лесная почва, отобранная с двенадцати полей пяти фермерских угодий, расположенных в Тульской области, практикующих органическую, минеральную, органо-минеральную системы удобрения. Контролем к каждой системе служили расположенные вблизи полей участки залежей. Исследование влияния ежегодного внесения возрастающих доз минеральных и органических удобрений на содержание и качество органического вещества серой лесной почвы проводили в микрополевым опыте. Определение активного (потенциально-минерализуемого) ПОВ ( $C_0$ ) проводили биокинетическим методом. Содержание валового (Сорг) и подвижного углерода (Сподв) определяли по методу Тюрина. Содержание солерастворимой фракции (Сср) определяли колориметрическим методом, используя разные концентрации глюкозы в качестве шкалы.

В залежной серой лесной почве на долю подвижного ПОВ, экстрагируемого 0.1 н. NaOH (Сподв), приходилось 18-24% от валового Сорг, а в почве под посевами – 12-17%. В почве с органической системой удобрения содержалось примерно такое же количество Сподв, что и под залежью, тогда как при органо-минеральном удобрении – в 1.7 раз меньше, а при минеральной системе – меньше в 2 раза. Содержание растворенного (Сср) в исследуемой серой лесной почве было в 8-13 раз меньше, чем Сподв, составляя всего лишь 1.4-2.0% от валового Сорг. Из сопоставления содержания подвижной и растворенной фракций с размером активного пула следует, что только 22-40% подвижного ПОВ могло бы минерализоваться за вегетационный период, а в

растворимом состоянии обнаруживалось 19-57% от активного ПОВ. В растворенном состоянии содержалось в среднем почти столько же углерода сколько его обнаруживалось в легко-минерализуемой С1 фракции активного пула ( $25 \pm 7$  и  $28 \pm 6$  мг/100 г, соответственно), с достоверной корреляцией ( $r = 0.475$ ,  $p < 10^{-3}$ ). При этом  $S_{ср}$  не коррелировал с трудно-минерализуемой С3 фракцией. Наоборот, с С3 фракцией хорошо коррелировал щелочнорастворимый углерод ( $r = 0.686$ ,  $p < 10^{-4}$ ), содержание которого превышало С3 фракцию в среднем в 2.3 раза. Между С1 фракцией активного пула и содержанием Сподв достоверной связи не было. Таким образом, при экстракции 0.1 н. NaOH наряду с трудно минерализуемыми компонентами извлекается значительная часть полностью защищенных и потому неактивных соединений.

Таким образом, не все подвижное ПОВ, извлекаемое раствором щелочи, является биологически активным. В то же время, подвижную фракцию допустимо считать ближайшим резервом активного (потенциально-минерализуемого) ОВ. В растворенном состоянии находится лишь часть активного органического вещества, содержащегося в почве.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 14-04-01575\_a)*

УДК 631.416.9(282.256.84)

## **МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ОСНОВНЫХ ТИПАХ ПОЧВ БАСЕЙНА РЕКИ АЛАЗЕЯ (СЕВЕРНАЯ ЯКУТИЯ)**

**Иванова А.З., Десяткин Р.В.**

*Институт биологических проблем криолитозоны СОРАН, Якутск*

[madalexia@mail.ru](mailto:madalexia@mail.ru)

Изучение микроэлементного состава в почвах бассейна реки Алазея позволили получить новые данные о содержании в них валовых форм тяжелых металлов (Li, B, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Zr, Mo, Cd, Hg, Pb). В ходе исследования были вычислены средние значения (M) для органогенных и минеральных горизонтов криоземов и тундровых глеевых почв, а также подсчитаны кларки концентрации (Кк) микроэлементов в почвах обследованной территории относительно условных почвенных кларков по Виноградову А.П.(1957). Исследуемый район значительно удален от промышленных центров и главным отличием почв является их низкая загрязненность. По литературным данным с точки зрения биогеохимического районирования почвы мерзлотной тундровой зоны характеризуются недостатком Mo, B, оптимумом Mn, Zn, Cu и избытком Co, а почвы северотаежной подзоны – недостатком Cu, оптимумом Mo, Co, Zn, B, избытком Mn (Макеев, 1973). По сравнению с условным мировым кларком (Виноградов, 1957) в почвах бассейна реки Алазея зафиксированы превышения и околочларковые значения по As, Cd, Zn и Mo. Высокая концентрация мышьяка отмечалась во всех опробованных точках (около 1,5-2ПДК), что говорит, скорее всего, не о загрязнении, а о повышенном фоновом содержании. Незначительно ниже кларка содержание Li. Крайний дефицит отмечен для Mn, Co, Ni, Cu, Sr и Zr, концентрация которых меньше кларка в 3-5 раз. Четких различий по общему микроэлементному составу между криоземами северной тайги и тундровыми почвами нет, наблюдается лишь незначительное снижение почти всех показате-

лей при движении с юга на север. Содержания и профильные распределения Li, B, Ti, V, Cr, Co, Ni, Zn, Sr, Zr, Pb в таежных и тундровых почвах схожи – средние значения очень близки друг к другу, а максимумы накопления находятся в минеральном горизонте, что может объясняться особенностью состава материнской породы. Для молибдена и кадмия характерно накопление в органогенном горизонте, что, видимо, связано с накоплением их в растительных остатках. Марганец также обычно накапливается в верхней части профиля, но в криоземах наблюдается обратное распределение, обусловленное по всей вероятности с процессами оглеения. В зональных типах почв наблюдается некоторое увеличение концентрации ванадия и цинка на фоне уменьшения содержания хрома при продвижении с юга на север. В северотаежных почвах максимальное содержание тяжелых металлов приурочено к верхней части профиля, что связано с накоплением и относительно интенсивным процессом преобразования органического вещества. Наблюдается резкое снижение содержания хрома в тундровых экосистемах, что, видимо, связано с особенностями материнских пород. Таким образом, по геологической классификации тяжелых металлов и металлоидов (Мотузова, 1999) территория обследования характеризуется накоплением преимущественно халькофильных элементов, в меньшей степени распространены сидерофильные и литофильные группы элементов. Нужно также отметить, что в виду нестабильного гидрологического режима р. Алазеи, многие почвы бассейна сильно переувлажнены. Избыток влаги может привести к развитию анаэробных условий, которые в свою очередь способствуют реакции восстановления некоторых тяжелых металлов с переменной валентностью в более подвижные формы (например, это касается мышьяка и марганца). Это повышает доступность этих тяжелых металлов (Водяницкий, 2008) и в определенных условиях может неблагоприятно повлиять на рост и развитие растений, а также привести к выносу данных элементов.

УДК 631.46

## **БИОГЕННЫЙ ПОТОК CO<sub>2</sub> И УГЛЕРОД МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ МЕГАПОЛИСА**

**Иващенко К.В., Ананьева Н.Д., Роговая С.В., Кудеяров В.Н.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,*

*Пуццино*

[ivashchenko-kv@rambler.ru](mailto:ivashchenko-kv@rambler.ru)

Биогенный поток CO<sub>2</sub> из почвы обусловлен преимущественно деятельностью почвенных микроорганизмов и дыханием корней растений. Почвенные микроорганизмы обеспечивают и оптимальное функционирование наземных экосистем, выполняя ключевую роль в трансформации и аккумуляции органического углерода почвы. Урбанизация – один из путей преобразования наземных экосистем, в том числе и почв. Городские почвы часто не включают в оценку биогенных пулов и потоков углерода на региональном и локальном уровне. Наша работа была нацелена на изучение функционирования почвенного микробного сообщества и эмиссионной активности почв крупнейшего города Европы – Москва. В мегаполисе диагностировали рекреационную, се-

литебную и промышленную функциональные зоны, в каждой из которых выбирали случайным образом пространственно-удаленные точки (площадь 4 м<sup>2</sup>). В каждой точке отбирали (август-октябрь) почвенные образцы (верхний 10 см минеральный слой, без растительной подстилки, всего 52) методом «конверта». В образцах почвы определяли содержание органического углерода (С<sub>орг</sub>), углерода микробной биомассы (С<sub>мик</sub>) методом субстрат-индуцированного дыхания и скорость микробного дыхания (МД). Рассчитывали отношение С<sub>мик</sub> / С<sub>орг</sub>, позволяющее характеризовать «качество» С<sub>орг</sub> почвы. В рекреационной (лесопарк, дерново-подзолистая почва) и промышленной (газон с деревьями вдоль дороги, реплантозем) зонах севера Москвы на территории РГАУ МСХА измеряли эмиссию СО<sub>2</sub> (газоанализатор Li-820) в августе и октябре 2014 г. (n=5 для каждой зоны). В герметичной камере газоанализатора регистрировали температуру воздуха, определяли влажность и температуру почвы (0-10 см). В почвах разных функциональных зон Москвы содержание С<sub>орг</sub> составило 1.4-11.5%, при этом его высокая величина (С<sub>орг</sub> ≥4.0%) была в 54% исследуемых образцов. Содержание С<sub>мик</sub> варьировало от 75 до 778 мкг С г<sup>-1</sup> почвы, причем его наибольшее значение отмечено в рекреационной зоне (в среднем 445 мкг С г<sup>-1</sup>). Скорость МД составила 0.15-2.37 мкг СО<sub>2</sub>-С г<sup>-1</sup> почвы ч<sup>-1</sup> и она была значимо больше (на 40 и 60%) в рекреационной зоне, чем селитебной и промышленной соответственно. Значение С<sub>мик</sub> / С<sub>орг</sub> составило 0.17-2.46%, в рекреационной зоне оно было значимо больше (в среднем в 1.7 и 2.0 раз), чем селитебной и промышленной соответственно. Эмиссия СО<sub>2</sub> почвы рекреационной зоны летом была меньше, чем реплантозема (различие в 3 раза), а осенью – значимого различия не выявлено (в среднем 7.3 и 10.7 г СО<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> сут<sup>-1</sup> соответственно). Высокая эмиссия СО<sub>2</sub> реплантозема летом может быть связана с большим содержанием С<sub>орг</sub> (5.75%), обилием корней газонных трав и высокой температурой воздуха камеры газоанализатора (30°C). Далее, величину МД реплантозема и дерново-подзолистой почвы рассчитали на единицу площади (объемный вес, 1 г почвы см<sup>-3</sup>, 0-10 см) и она составила 4.0-6.4 г СО<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> сут<sup>-1</sup>. Оказалось, что скорость МД почвы рекреационной и промышленной зон была меньше эмиссии СО<sub>2</sub> (корни и микроорганизмы), однако эти величины были одного порядка. Отсюда, биогенный поток СО<sub>2</sub> почвы мегаполиса можно оценивать на основании МД. Нами подсчитано также, что биогенная эмиссия СО<sub>2</sub> почвами мегаполиса превышает антропогенную (транспорт) в 16-25 раз. Итак, показано, что почвы мегаполиса по сравнению с естественными аналогами в основном обогащены органическим углеродом, в том числе и углеродом микробной биомассы, однако «качество» органического углерода (С<sub>мик</sub>/С<sub>орг</sub>) и скорость его минерализация (МД) снижались при увеличении антропогенной нагрузки. МД может быть полезным инструментом для оценки биогенного потока СО<sub>2</sub> почвами на региональном и локальном уровнях.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 15-04-00915, 16-34-00398.*

## АККЛИМАТИЗАЦИЯ ДЫХАНИЯ ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНОГО СООБЩЕСТВА СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ К ЕЖЕСУТОЧНЫМ НОЧНЫМ ПОНИЖЕНИЯМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Икконен Е.Н.<sup>1</sup>, Гарсиа-Кальдерон Н.Е.<sup>2</sup>, Стефан-Отто Е.<sup>3</sup>,  
Ибаньес-Уэрта А.<sup>2</sup>, Фуэнтес-Ромеро Э.<sup>2</sup>, Эрнандес-Солис Х.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение Российской академии наук Институт биологии КарНЦ РАН,  
Петрозаводск,

<sup>2</sup>Национальный Автономный Университет Мексики, Хурикийя, Мехико,  
Мексика; <sup>3</sup>Экологический парк Сочимилько, Мексика

[likkonen@gmail.com](mailto:likkonen@gmail.com)

Достоверное понимание температурной акклиматизации дыхания необходимо для успешного прогнозирования экосистемных потоков углерода и атмосферного содержания CO<sub>2</sub> в будущем. Температурный отклик дыхания может меняться в зависимости от температуры роста растений, отражая тем самым акклиматизационные изменения в их метаболизме. Рядом исследований показано, что процесс дыхания адаптируется не только к среднесуточным температурам, но даже в большей степени к минимальным и средним ночным температурам. Мы предположили, что в ответ на низкие ночные температуры может изменяться температурная зависимость дыхания не только растений, но также почвенного микробного комплекса.

Температурную чувствительность темновых потоков CO<sub>2</sub>, часто выражаемую посредством параметра Q<sub>10</sub>, показывающего во сколько раз повышается интенсивность процесса при росте температуры на 10°C, исследовали в естественных условиях антропогенной экосистемы центральной Мексики, созданной в доиспанский период с целью аграрного пользования. Растительный покров в сухой сезон представлен *Picris echioides* L. и *Plantago major* L., а в сезон дождей *Juncus* spp., *Sporobolus pyramidatus* (Lam) Hitchc. и *Phragmites australis* (Cav) Trin. Почвы классифицированы как Терриковые Антросоли. Климат района исследований субтропический высокогорный со среднегодовой температурой воздуха 17°C. В холодный период года градиент температур день/ночь может достигать 15°C со снижением ночных температур до +1 - +10°C. Таким образом, в период декабрь – февраль растительное сообщество и микробный комплекс исследованной экосистемы подвергается действию низких ночных температур, при этом дневная температура в тот же период поднимается за редким исключением до +20 - +22°C. В остальной период года температура по ночам опускается до +15 - +18°C. Дыхание растительного сообщества и почвы в среднем за период измерений 2008-2009 г составило 208 ± 19 и 106 ± 11 мгCO<sub>2</sub> / (м<sup>2</sup> ч) соответственно, при этом вклад корневого дыхания в дыхание почвы был в среднем 48%. Годовая динамика дыхания растительного сообщества обусловлена в первую очередь изменением биомассы растений ввиду их сезонной смены, а динамика дыхания почвы – температурными условиями. Параметр Q<sub>10</sub>, вычисленный по значениям интенсивности потоков газа за период с низкими ночными температурами равен 1,5 и 2,1 для дыхания растений и почвенной микробиоты соответственно, а за период без значительных понижений температуры ночью равен соответственно 1,2 и 1,8.

Температурная чувствительность дыхания корней была значительно ниже, чем у надземной части растений и практически не менялась со сменой сезона. Таким образом, повышение температурной зависимости дыхания в ответ на ежесуточные низкие ночные температуры отражает способность к акклиматизации дыхания, как растительного сообщества, так и почвенной микробиоты исследованной экосистемы. При том, что параметр  $Q_{10}$  дыхания микробного комплекса был выше, чем у растений, изменения их температурной чувствительности сопоставимы, а это указывает на то, что при построении прогностических моделей потоков углерода необходимо в равной мере учитывать акклиматизационные изменения метаболизма как растительного, так и микробного сообществ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке SEMARNAT-CONACyT, (№ 23489) и PAPIIT, (№ IN224410).*

УДК 631.417.1

## **ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЗОНАЛЬНОГО РЯДА ЭКОСИСТЕМ**

**Каганов В.В.**

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва*

[saganss@rambler.ru](mailto:saganss@rambler.ru)

В данной работе рассматривается вопрос воздействия лесных насаждений на различные типы зональных почв, расположенных на Европейской части России, а также роль лесных насаждений, как фактора, оказывающего влияние на запасы углерода экосистемы в целом.

Для выполнения работы были выбраны 9 объектов, расположенных в Европейской части России (от подзоны южной тайги до подзоны полупустынь) в Новгородской, Костромской, Московской (2 объектов), Пензенской, Воронежской, Волгоградской (2 объекта) и Астраханской областях. Для изучения влияния лесной растительности на запас почвенного углерода, была использована следующая схема опыта: на территории каждого из объектов выбирались по 2 ключевых участка, изначально находившихся в аналогичных геоморфологических условиях и в пределах одной почвенной разности, с тем, чтобы разница между ними обуславливалась только вариантом развитием растительности – лесным или травянистым. В одной части объектов (Новгородская, Костромская, Московская области) в качестве ключевых участков с лесной растительностью были использованы вторичные леса, в возрасте от 70 до 200 лет, восстановившиеся на заброшенных сельскохозяйственных угодьях. В южной части объектов (Пензенская, Воронежская, Волгоградская, Астраханская области) в этом качестве были использованы искусственные лесные насаждения в возрасте от 60 до 112 лет, посаженные на изначально безлесных лесостепных или степных ландшафтах. В качестве контрольных ключевых участков с травянистой растительностью были использованы многолетние сенокосы и залежи (в лесной зоне), а также участки с целинной растительностью (в лесостепной и степной зонах). На каждом из ключевых участков осуществлялся учет основных пулов углерода: фитомассы, мортмассы (сухостой,

сухие травы), валежа, лесной подстилки/степного войлока и почвы в пределах 100 см слоя. Все данные были пересчитаны с использованием конверсионных коэффициентов в запасы углерода в тоннах на гектар. Отбор образцов почв выполнялся послойно через 10 см до глубины 50 см, затем из слоев 50-75 и 75-100 см. В почвенных образцах определялась объемная масса и процентное содержание общего углерода методом сухого сжигания на CHN анализаторе. Итоговый результат содержания почвенного углерода также пересчитывался в т С на га.

Результаты исследования показывают, что в условиях всех 9 объектов под влиянием лесной растительности происходит увеличение общего содержания углерода в экосистеме. При этом, величина общего запаса углерода в экосистеме увеличивается при продвижении вдоль меридиана с севера на юг, от  $236,5 \pm 15,3$  т С га<sup>-1</sup> в условиях южной тайги (Новгородская область), достигая максимума в условиях лесостепной зоны (Воронежская область)  $779,5 \pm 21,7$  т С га<sup>-1</sup> и затем уменьшаясь до  $104,5 \pm 7,4$  т С га<sup>-1</sup> в полупустынной зоне (Астраханская область). Что же касается почвенного пула углерода, то в процессе рассмотрения всей совокупности объектов на участках с древесной растительностью отмечается статистически значимое увеличение запаса углерода в 0-10 см слое почвы и уменьшение содержания углерода в слое 50-100 см слоя по сравнению с почвами контрольных участков. Для сравнения использовался Т-тест с критерием значимости 0,05. Однако, при рассмотрении запаса углерода в 100 см слое почвы, статистически значимые различия между участками с древесной и травянистой растительностью отсутствуют. Таким образом, можно утверждать, что в условиях изучаемых объектов влияние лесных насаждений проявляется в перераспределении запасов почвенного углерода в пределах метрового слоя почвы.

УДК 631.4+504.53

## **ОЦЕНКА СКОРОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЛЕСНЫХ ПОЧВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА**

**Коркина И.Н.**

*Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург*

[korkina@ipae.uran.ru](mailto:korkina@ipae.uran.ru)

Актуальность исследований органического вещества (ОВ) почв, испытывающих техногенную нагрузку, обусловлена его незаменимой ролью в функционировании почв и экосистем. Под влиянием техногенеза происходит трансформация различных свойств почв, в том числе изменяются состав и свойства органического вещества. Интенсивность разложения ОВ влияет на общий баланс углерода в почвах, а динамика разложения отражает функциональную неоднородность ОВ и может служить индикатором изменений качества ОВ и активности микробиологических процессов при техногенной нагрузке.

Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ) является одним из крупнейших металлургических заводов России, расположенных на Среднем

Урале, в 50 км от г.Екатеринбурга, в подзоне южной тайги. В течение более 60 лет СУМЗ был поставщиком аэрогенных выбросов, в составе которых преобладали диоксид серы и твердовзвешенные частицы, содержащие тяжелые металлы.

Ранее было показано, что по мере приближения к СУМЗу происходит увеличение мощности и запасов лесных подстилок, уменьшение коэффициента активности подстилок, общих запасов органического углерода в почвах, изменение фракционного состава гумуса. Эти данные свидетельствуют об изменениях параметров биогеохимического круговорота углерода. Однако, исследованию функциональных характеристик органического вещества практически не уделялось внимания.

Целью исследований являлась сравнительная оценка скорости минерализации ОВ лесных почв в градиенте техногенной нагрузки СУМЗа.

Проводилось изучение динамики разложения органического вещества в гумусовых горизонтах почв в стандартных лабораторных условиях (20°C) в течение 3-х месяцев. Разложение ОВ оценивалось по скорости выделения углекислого газа из почв с помощью респирометра с инфракрасным детектором фирмы Qubit (Канада). Исследовались образцы дерново-подзолистых почв и буроземов оподзоленных, формирующихся под ельниками-пихтарниками в импактной (1-2 км), буферной (4-7 км) и фоновой (30 км) зонах в западном направлении от СУМЗа.

Динамика разложения ОВ носила идентичный характер для почв из разных зон техногенной нагрузки: интенсивность выделения углекислого газа из почв была максимальной на ранних стадиях минерализации, затем резко снижалась в течение 7-9 суток, после чего продолжала незначительно понижаться. Но абсолютные величины скорости выделения  $\text{CO}_2$  достоверно отличались в почвах с разным уровнем загрязнения. Так, после 1-х суток после начала эксперимента скорость выделения  $\text{CO}_2$  (на единицу массы почвы) из почв фоновой зоны была в среднем в 2,8 раз выше, чем из почв импактной и в 1,3 раза выше, чем из почв буферной зоны, после 7 суток эти превышения составили 2,3 и 1,3 раза, соответственно. Это свидетельствует об уменьшении количества легкодоступных соединений углерода и снижении активности микробного сообщества в загрязненных почвах. Через 20 дней после начала измерений интенсивность минерализации была очень близка в почвах из фоновой и буферной зон и в 1,3 раза превышала показатели для почв импактной зоны.

Суммарные потери углерода при минерализации ОВ в среднем составили 1,50 мгС/г почвы в фоновой зоне и 0,95 мгС/г почвы в импактной зоне. Удельная скорость минерализации (на единицу органического углерода) снижена в почвах импактной зоны. Замедление процессов минерализации ОВ в загрязненных почвах можно расценивать как способ саморегуляции почвенной системы, препятствующий потерям углерода из почвы при снижении поступления в них органических веществ и уменьшении общих объемов образования гумусовых веществ.



## ЭМИССИЯ ЧЕРНОГО УГЛЕРОДА С ПАХОТНЫХ ПОЧВ РОССИИ

**Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Куляница А.Л.,  
Рухович Д.И.**

*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*  
[landmap@yandex.ru](mailto:landmap@yandex.ru)

Черный углерод сложное понятие, используемое в разных смыслах при разных аспектах исследования почв и земель. Скажем при исследовании процессов гумификации, черным углеродом называют крайнюю степень разложения органического вещества - уголь, где содержание углерода, как химического элемента, достигает свыше 90%. В таком виде черный углерод является крайне инертным и совершенно не предрасположенным к эмиссии. При сжигании растительных остатков в ходе сельскохозяйственной деятельности, так же образуется черный углерод. Это мелкодисперсные частицы с содержанием углерода до 99%. Именно этот черный углерод в ходе эмиссии попадает в атмосферу и переносится на большие расстояния. Особенность черного углерода в атмосфере является его высочайшая способность поглощать различные виды излучения в широком частотном диапазоне и переводить излучение в тепло. Кроме собственно разогрева атмосферы, черный углерод при переносе в Арктику, понижает отражательную способность снега и льда, что приводит таянию ледового и снежного покровов быстрее, чем это обуславливается климатическими изменениями. Установлено, что основным источником черного углерода в Арктике являются весенние сельскохозяйственные пожары на территории Европейской части России.

Известно, что содержание гумуса в почвах, является индикатором их состояния. Снижение гумусированности всегда является индикатором деградации почв. Поступление органического вещества в сельскохозяйственные почвы России происходит с пожнивными остатками и при внесении органических удобрений (навоза). При производстве зерновых пожнивныe остатки в виде соломы составляют в 1.35 раза больше, чем урожайность зерновой культуры. Т.е. почвы должны получать десятки центнеров органики каждый год, даже без внесения навоза. Но ежегодное выпадение тысяч тонн черного углерода в Арктике, фиксируемое Швецией и Норвегией, в свою очередь является индикацией того, что пожары на сельскохозяйственных угодьях России происходят массово и регулярно.

Официально сжигание пожнивных остатков на территории России запрещено. Мониторинг эмиссии черного углерода с сельскохозяйственных угодий в России не ведется. Зарубежные оценки сельскохозяйственной эмиссии черного углерода с территории России колеблются от 3 до 22 Гг. (гигаграмм - 1 000 т.). Расчет эмиссии ведется по данным спутников MODIS (TERRA и AQUA). Важным аспектом расчетов выбросов черного углерода, является способ оценки типа использования земель, на которых фиксируются пожары. Сами факты горения фиксируются практически всеми одинаково по стандартной методике.

Как правило, карты землепользования для расчетов эмиссии черного углерода, создаются автоматическим дешифрированием материалов дистанционного зондирования (МДЗ) Земли. Для проверки качества карт землепользования, создана проблемно-ориентированная системы эмиссии черного углерода с территории России. В системе применена карта сельскохозяйственных угодий (схема

полей) в М 1 : 10 000. Сравнение схемы полей с зарубежными масками показало, что ошибка отнесения пожаров к сельскохозяйственным угодьям составляет в Ростовской области порядка 20%, в Московской - 60%, а в Костромской и Ленинградской областях свыше 150%. Расчеты выбросов черного углерода по данным MODIS и схеме полей М 1 : 10 000, показали, что эмиссия должна составлять порядка 6-7 Гг.

Наземная проверка точности данных MODIS, проведенная в 2014 г. на территории Тульской области, показала, что данные MODIS занижают количество возгораний не менее чем в 3 раза. Таким образом можно с уверенностью утверждать, что выбросы черного углерода с сельскохозяйственных земель России составляют порядка 20 Гг. Это в свою очередь говорит о том, что ежегодно огонь проходит по минимум пятой части всех пахотных земель или половине посевной площади страны.

УДК 631.4:631.416.1:631.417.4

## **ПУЛЫ АЗОТА В ПОЧВАХ СУХИХ СТЕПЕЙ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**Кузнецова Т.В., Удальцов С.Н., Ходжаева А.К.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,*

*Пушино*

[tvku19@rambler.ru](mailto:tvku19@rambler.ru)

В связи с глобальными изменениями природной среды и климата в научной литературе уделяется большое внимание воздействию различных факторов на биогеохимический цикл азота. К сожалению, для многих регионов России, в частности Нижнего Поволжья, сведений о качественном и количественном составе азотных соединений в почвах явно недостаточно или они практически отсутствуют. Нами проведены исследования по оценке азотного статуса почв (каштановые почвы различной степени засоленности и солонцеватости, солонцы) разных экосистем сухих степей Нижнего Поволжья (Иловлинский, Ольховский, Октябрьский р-ны Волгоградской обл.).

В исследуемых почвах содержание общего азота ( $N_{\text{общ}}$ ) различалось значительно и находилось в пределах  $(56 \pm 2) - (203 \pm 5)$  мг/100 г. Однако показатели содержания  $N_{\text{общ}}$  в почвах не отражают представления о запасах активного пула азота, трансформируемого микроорганизмами и доступного растениям. Активный пул азота включает в себя подвижные формы минерального и часть азота органических соединений, способных к минерализации. Доля подвижного минерального азота (обменного аммония и нитратов) от  $N_{\text{общ}}$  в исследуемых почвах не превышала 1%. Известно, что фонд почвенного минерального азота иногда до 90% состоит из необменного (фиксированного) аммония, часть которого может освобождаться и быть доступной растениям. В исследуемых почвах доля азота фиксированного аммония составляла 8.1–12.8% от  $N_{\text{общ}}$ .

Впервые для почв данного региона были оценены размеры нетто-минерализованного ( $N_{\text{нм}}$ ) и потенциально-минерализуемого азота ( $N_{\text{пм}}$ ) с использованием двух биологических подходов: по выносу азота растениями в условиях вегетационного опыта и по кинетике минерализации азотсодержащих компонентов органического вещества при инкубации почвенных образцов.

Нетто-минерализация азота, оцененная по выносу его растениями, была выше в каштановой почве залежи, чем в каштановой почве целинного участка, содержание  $N_{\text{общ}}$  в которой было более высоким. Доля  $N_{\text{нм}}$  от  $N_{\text{общ}}$  составляла 3.4 и 1.3% в почве залежи и целины соответственно.

Метод биокинетического фракционирования органического вещества почв позволяет определить не только количественные, но и биокинетические параметры превращений и оборота азотных пулов. Доля  $N_{\text{пм}}$  от  $N_{\text{общ}}$  в почвах составляла 2.5–5.0%. Содержание  $N_{\text{пм}}$  и  $N_{\text{нм}}$  было максимальным в почвах целинных участков, но эти пулы  $N$  имели самые низкие константы скорости минерализации по сравнению с таковыми для почв антропогенно-нарушенных экосистем. Интенсивность минерализации  $N_{\text{пм}}$  в почвах агроценозов была в 2.1–3.2 раза выше, чем в почвах других экосистем. Установлено, что содержание  $N_{\text{нм}}$  в каштановых почвах в 3.5–9.9 раз превышало исходное содержание в них подвижного  $N_{\text{минь}}$ , при этом  $N_{\text{нм}}$  во всех исследуемых почвах был представлен преимущественно нитратной формой.

Таким образом, показано, что почвы сухостепной зоны Нижнего Поволжья значительно различаются по содержанию  $N_{\text{общ}}$ ,  $N\text{-NH}_4^+$  необм.. Установлены количественные и скоростные параметры азотминерализующего потенциала этих почв. Выявлено, что интенсивность минерализации азотсодержащих органических соединений в почвах антропогенно-измененных экосистем значительно выше, чем в почвах естественных экосистем. Накапливаемый в почвах в нитратной форме нетто-минерализованный азот может быть источником поступления  $N_2O$  в атмосферу. Исследования по оценке азотного статуса почв сухостепной зоны могут быть использованы при прогнозировании состояния и разработке конкретных мер по сохранению и повышению плодородия почв в этом регионе.

*Исследования частично поддержаны грантами РФФИ (№ 14-04-00934а), НШ-6123.2014.4 и Программой Президиума РАН № 15.*

УДК 631.433.3

## **ОЦЕНКА БАЛАНСА УГЛЕРОДА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНОГО ПОДМОСКОВЬЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО И НАЗЕМНОГО МОНИТОРИНГА**

**Курганова И.Н.<sup>1</sup>, Лопес де Гереню В.О.<sup>1</sup>, Мякшина Т.Н.<sup>1</sup>,  
Сапронов Д.В.<sup>1</sup>, Савин И.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино,*

<sup>2</sup>*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва  
[ikurg@mail.ru](mailto:ikurg@mail.ru)*

Наземные экосистемы планеты связывают около половины  $CO_2$ , поступающего в атмосферу в результате промышленных выбросов. В последние десятилетия их стоковый потенциал заметно снизился, что привело к уменьшению смягчающего воздействия естественных биогеоценозов в отношении парникового эффекта. Предполагается, что одной из причин снижения связывания углерода в наземных экосистемах является изменение климата, которое заключается не

только в повышении температуры, но и в увеличении частоты климатических аномалий и экстремальных погодных явлений в разных частях планеты, и которые с разной интенсивностью, а порой и разнонаправленно влияют на основные компоненты биогенного цикла углерода. Сочетание стационарного наземного мониторинга и дистанционных методов исследования является неотъемлемой частью современных расчетов региональных балансов углерода. Цель представляемого исследования состояла в оценке стокового потенциала лесных экосистем Южного Подмосковья на основе многолетних данных наземного и спутникового мониторинга.

Оценка углеродного баланса проводилась в двух лесных биогеоценозах (БГЦ): (1) смешанный старовозрастный лес (90-110 лет), сформированный на дерново-слабоподзолистой супесчаной почве (*Albeluvisolssandy*, Приокско-террасный биосферный заповедник) и (2) вторичный лиственный лес (55-60 лет), расположенный на серой лесной суглинистой почве (*Phaeozemsloamy*, Опытнопольевая станция ИФХиБПП РАН). Расходная статья баланса углерода (или эмиссии CO<sub>2</sub> из почв) определялась непрерывно, с недельным шагом опробования, начиная с 1998 г. методом закрытых камер. Приходную статью углеродного баланса (или чистую первичную продукцию, NPP) оценивали за 2000-2015 гг. методом дистанционного зондирования среднего пространственного разрешения MODIS с помощью вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) в виде декадных максимумов.

Анализ метеоданных показал, что период, охваченный исследованиями (1998-2014 гг.), характеризовался отчетливым усилением засушливости как в Центральном Федеральном округе, так и в районе Южного Подмосковья. Величина годовых потоков CO<sub>2</sub> из почв лесных ценозов в значительной степени контролировалась количеством осадков за весенне-летний период и степенью засушливости летнего периода. Вместе с тем, аридизация климата в регионе привела к явному снижению поглощения углерода растительностью и спаду продуктивности лесных БГЦ. Аномалии NDVI, обусловленные засухами, были наиболее значительными в экосистемах, сформированных на серых лесных почвах. Мы заключаем, что смешанные и лиственные леса Южного Подмосковья в вегетационный сезон выступают стоком углерода со средней величиной, варьирующей от 43 до 110 г C/m<sup>2</sup> в зависимости от доли, приходящейся на корневое дыхание. С учетом эмиссии CO<sub>2</sub> из почв в холодный период года, лесные ценозы с высокой долей вероятности функционируют как источник углекислого газа в атмосферу в размере 31-98 г C/m<sup>2</sup>/год, достигая иногда весьма значительных величин (200-300 г C/m<sup>2</sup>/год). Стоковая функция лесных экосистем в значительной степени определяется погодными условиями текущего и предыдущего года исследований. Так, в смешанных старовозрастных лесах мы наблюдали снижение продукционной составляющей на следующий после засухи год, что косвенно может свидетельствовать об усилении стока в лесные экосистемы в засушливые годы. Однако, на следующий после засухи более влажный год, баланс углерода в лесных ценозах может смещаться в сторону источника за счет более активного микробного дыхания и снижения продуктивности лесных ценозов вследствие реакции на засуху.

*Работа выполнялась при поддержке РФФИ (проекты № 15-04-05156а, 16-04-01580а) и гранта РНФ (14-14-00625).*

## ЭМИССИЯ CO<sub>2</sub> ИЗ ПОЧВ УМЕРЕННО-КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЗОНЫ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ

Лопес де Гереню В.О.<sup>1</sup>, Курганова И.Н.<sup>1</sup>, Мякшина Т.Н.<sup>1</sup>, Сапронов Д.В.<sup>1</sup>,  
Аблеева В.А.<sup>2</sup>, Кудеяров В.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения  
РАН, Пущино, <sup>2</sup> Станция Фонового мониторинга, Приокско-террасный  
государственный биосферный заповедник, п. Данки  
[vlopes@mail.ru](mailto:vlopes@mail.ru)

Современное изменение климата в районе Южного Подмосковья (умеренно-континентальная зона) выражается в общем увеличении среднегодовой температуры воздуха, в удлинении периода вегетации и усилении засушливости в теплый период года, а также в уменьшении продолжительности и высоты снежного покрова - в холодный сезон. Анализ временных рядов основных метеорологических параметров в холодное время года за 1973-2014 гг. показал, что в районе Южного Подмосковья продолжительность снежного периода за последние 20 лет сократилась примерно на 38 дней, а период вегетации увеличился на 25-30 дней. В период между 1994 и 2014 гг. выявленные тренды увеличения среднезимних температур и уменьшения продолжительности и высоты снежного покрова были более отчетливы, чем за весь 42-летний период метеонаблюдений. Цель настоящего исследования состояла в оценке влияния наблюдаемых климатических изменений и экстремальных погодных явлений на эмиссию CO<sub>2</sub> из почв в различных экосистемах умеренно-континентальной зоны (район южного Подмосковья), основанной на сопряженном анализе трендов и аномалий основных климатических параметров и эмиссионной составляющей углеродного цикла в холодный и зимний периоды года.

Экспериментальные участки, на которых непрерывно, с ноября 1997 по настоящее время ведутся круглогодичные наблюдения за интенсивностью выделения CO<sub>2</sub> из почв, располагаются на юге Московской области. Это территория Приокско-террасного государственного биосферного заповедника (54°55'N, 37°34'E; дерново-слабоподзолистая супесчаная почва; лесной и луговой ценозы) и опытно-полевая станция ИФХиБПП РАН (54°20'N, 37°37'E; серая лесная суглинистая почва; лесной, луговой и агро- ценозы). Определение интенсивности выделения CO<sub>2</sub> из почв проводилось закрытым камерным методом, не реже 3-4 раз в месяц. Продолжительность холодного и зимнего периодов была четко ограничена календарными рамками: с ноября по апрель – холодный сезон и с декабря по февраль - зимний.

Опираясь на данные круглогодичного 17-летнего мониторинга за эмиссией CO<sub>2</sub> из почв различных экосистем, были выявлены тренды уменьшения эмиссии CO<sub>2</sub> из почв как в зимний, так и в холодный периоды года. Эти тенденции были более выражены в луговых ценозах по сравнению с лесными, что мы связываем с более отчетливыми трендами уменьшения высоты и продолжительности снежного покрова на открытых луговых пространствах, по сравнению с лесными территориями. Экстремально теплые и экстремально холодные зимние температуры вызывали негативные аномалии в сезонных потоках CO<sub>2</sub> из почв во всех изу-

ченных экосистемах. Вклад холодного и зимнего сезонов в годовой поток  $\text{CO}_2$  из почв зависел от типа экосистемы и сочетания погодных условий в отдельные годы исследования, составляя в среднем 24% и 10%, соответственно. Выявлено, что доля холодной эмиссии в общем годовом потоке  $\text{CO}_2$  из почв естественных ценозов увеличивалась с уменьшением продолжительности снежного покрова.

Таким образом, наблюдаемое потепление климата в холодный период года обусловило негативные тренды и аномалии величины зимних потоков  $\text{CO}_2$  из почв луговых ценозов. Выявлено, что режим снежного покрова играет важную роль в функционировании экосистем умеренно-континентальной зоны, поскольку теплоизолирующее влияние постоянного снежного покрова предотвращает промерзание почв, существенно влияя на их температурный режим, растительность и циклы основных биогенных элементов.

*Работа выполнялась при поддержке РФФИ (проект № 15-04-05156а), гранта РНФ (14-14-00625) и Программы Президиума РАН №15.*

УДК 631.416.1; 631.417.1

## **ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА КОМПОНЕНТЫ КРУГОВОРОТА АЗОТА И УГЛЕРОДА АВТОМОРФНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ КАРЕЛИИ)**

**Мамай А.В., Мошкина Е.В.**  
*ИЛ КарНЦ РАН, Петрозаводск*  
[krutova\\_n@mail.ru](mailto:krutova_n@mail.ru)

Урбанизация является одной из основных тенденций изменения современного землепользования, при которой возрастающее антропогенное воздействие на городские леса вызывает нежелательные экологические последствия. В связи с этим очевидна необходимость изучения сопряженных процессов микробиологической трансформации соединений азота и углерода почв, определяющих производительность лесных биоценозов в условиях Карелии. Особая актуальность исследования почвенного покрова городских лесов обусловлена их экологической и рекреационной ролью. Для оценки биологического состояния и степени нарушения функций почв под влиянием экологических и антропогенных факторов широко используется интегральный подход с применением методов определения биологической активности почв. Количественная оценка компонентов круговорота азота и углерода почв, являющихся чувствительными индикаторами состояния органического вещества и функционирования микробного сообщества, необходима для целей экологического мониторинга и прогнозирования изменений окружающей среды.

Впервые для естественных и антропогенно нарушенных почв среднетаежной подзоны Карелии проведена оценка количественного содержания азота и углерода микробной биомассы ( $N_{\text{мик}}$ ,  $S_{\text{мик}}$ ), ее дыхательной активности и доли  $N_{\text{мик}}$  и  $S_{\text{мик}}$  в общем азоте и органическом углероде почв.

Для оценки воздействия урбанизации на почвы лесных экосистем естественного происхождения сравнивали почвы лесных массивов г. Петрозаводска с их загородными аналогами на территории заповедника «Кивач» (контроль). Объектами исследования являлись автоморфные подзолистые почвы, типичные

для территории республики Карелия, а также городские почвы (урбаноземы) на территории парков города. Отбор и анализ почвенных образцов, таксационная характеристика объектов исследования выполнены общепринятыми методами. Определение микробиологических показателей, в том числе  $N_{мик}$  - регидратационным методом, содержание  $S_{мик}$  – методом субстрат-индуцированного дыхания, проводили на базе лаборатории циклов азота и углерода ИФХиБПП РАН. Микробный метаболический коэффициент (QR) рассчитывали как отношение базального дыхания (БД) к субстрат-индуцированному (СИД).

Установлено, что содержание углерода и азота микробной биомассы в почвах городских лесов выше, чем в почвах контроля и отражает их взаимосвязь с общим содержанием С и N в почве. Содержание  $N_{мик}$  в органогенных горизонтах почв городских лесов изменяется от 27 до 173 мг/100г, а в минеральных – 1.3-7.94 мг/100г почвы.  $S_{мик}$  варьирует от 202 до 1469 мг/100г в лесных подстилках, 26-89 мг/100г в нижележащих горизонтах. Показано, что для верхних органогенных горизонтов почв городских лесов доля углерода в микробной биомассе составляет от 0.73 до 6.99% от общего пула углерода почвы. Доля азота и углерода микробной биомассы в составе  $N_{общ}$  и  $S_{орг}$  возрастает в ряду: сосняки-ельники-березняки. Выявлена тесная и достоверная корреляция между  $S_{мик}$  и БД,  $S_{орг}$ ,  $N_{мик}$ ,  $N_{общ}$  ( $r=0.97, 0.70, 0.72, 0.84$ , соответственно), а также между  $N_{мик}$  и  $S_{орг}$ ,  $N_{общ}$  и БД ( $r=0.74, 0.63, 0.72, 0.63$ ). Отмечена достоверная отрицательная корреляция между показателями  $S_{орг}$ ,  $S_{мик}$ , БД,  $N_{мик}$  и плотностью почвы ( $r=-0.80, -0.64, -0.60, -0.73$ ). Расчет коэффициента микробного дыхания показал слабую степень нарушения устойчивости микробного сообщества почв городских лесов ( $QR=0.2-0.3$ ). Таким образом, показано, что происходит изменение в поступлении азота и углерода в почву городских лесов и перераспределение запасов этих элементов в почвенном профиле, что находит свое отражение в показателях биологической активности почв. Полученные результаты носят прикладной характер и требуют дальнейших мониторинговых исследований.

*Авторы благодарят д. б. н. Т.В. Кузнецову за консультации при проведении камеральных работ.*

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН № ГР 01201353230.*

УДК 631.416.5+631.461.4

## **ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВЛИЯНИЯ АЗОТА НА МИНЕРАЛИЗАЦИЮ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ПОД ЛИСТВЕННИЦЕЙ СИБИРСКОЙ И СОСНОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**Матвиенко А.И., Меняйло О.В.**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск*

[matstasya2008@gmail.com](mailto:matstasya2008@gmail.com)

В последнее время большой интерес в мире вызывает вопрос влияния азота на почвенный углерод. В полевом эксперименте нами было обнаружено увеличение гетеротрофной активности при внесении азота в почву под двумя древесными породами – сосной (*Pinus sylvestris*) и лиственницей (*Larix sibirica*). Для изучения механизмов воздействия азота на минерализацию угле-

рода было проведено 4 лабораторных инкубационных эксперимента. Используются образцы минеральных и органических горизонтов почв, отобранных под сосной и лиственницей, произрастающих на серой лесной почве. Первый инкубационный эксперимент длился 12 месяцев, изучалась динамика активности минерализации углерода в контрольных образцах и в образцах с добавлением азота. Азот вносился несколько раз: в первый день, через неделю от начала эксперимента - в низкой концентрации ( $50 \text{ кг N га}^{-1}$ ) и через два месяца - в высокой ( $500 \text{ кг N га}^{-1}$ ) в форме  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Эффект азота обнаружили только в образцах минерального горизонта под сосной. Причем, после первого внесения - кратковременный положительный, второе внесение не оказало никакого эффекта, а после третьего внесения эффект азота стал отрицательным и оставался таковым до конца эксперимента. В образцах почвы лиственницы, где ранее обнаружены максимальные скорости N - минерализации и нитрификации (нетто), эффекта азота не наблюдалось. Второй эксперимент проводился для изучения адаптации почвенных микроорганизмов, минерализующих органическое вещество к периодически повторяющимся азотным депозициям. Азот, из расчета  $50 \text{ кг N га}^{-1}$ , в течение месяца последовательно вносили в образцы каждые трое суток (всего 10 раз). В подстилках обеих древесных пород эффект азота сразу стал положительным и оставался таким до конца эксперимента. В минеральных образцах эффект отсутствовал. Т.е. эффект привыкания (адаптации) микробного сообщества к периодическому добавлению азота отсутствует.

Для изучения влияния разных концентраций азота на минерализацию почвенного углерода был проведен третий инкубационный эксперимент, в ходе которого в почвенные образцы одновременно вносили удобрение, концентрация которого соответствовала поступлению: 0,5, 1, 10, 50, 250, 500 и  $1000 \text{ кг N га}^{-1}$ . При всех концентрациях обнаружен положительный эффект азота только в образцах подстилок лиственницы и сосны. Причинами одинакового отклика активности минерализации на разные концентрации азота могут быть: иммобилизация азота микробным комплексом и недостаточное количество доступного углерода в образцах.

Чтобы проверить второе предположение был проведен четвертый эксперимент. Образцы минерального горизонта и подстилки инкубировались с добавлением не только азота (в высокой и низкой концентрации), но и углерода (в высокой и низкой концентрации) в различных комбинациях. Было показано, что независимость эффекта азота от его концентрации может быть связано с лимитированием C минерализации легкодоступным углеродом.

Итак, увеличение эмиссии  $\text{CO}_2$  в полевых условиях при азотном удобрении связано с увеличением активности гетеротрофов, максимально этот эффект наблюдается в подстилках, эффект добавления азота не зависит от концентрации азота, так как лимитирующим фактором становится содержание доступного органического вещества. Показано, что на поздних стадиях инкубации почвенных образцов может быть получен и отрицательный эффект добавления азота на скорость C минерализации, что объясняется полимеризацией старого органического вещества.



## **ОБРАЗОВАНИЕ, ПОГЛОЩЕНИЕ, ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ГОРОДСКИМИ ПОЧВАМИ И ТПО НА(НАД) ТЕХНОГЕННО-РЕКРЕМЕНТОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МОСКВЫ И БЛИЖАЙШЕГО ПОДМОСКОВЬЯ**

**Можарова Н.В., Кулачкова С.А., Лебедь-Шарлевич Я.И.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[nvm47@list.ru](mailto:nvm47@list.ru)

В настоящее время большое внимание уделяется проблеме увеличения содержания парниковых газов в тропосфере. Важное место по выбросам парниковых газов занимают города – на их долю приходится около 70% от общего поступления. На фоне среднего по России содержания метана в приземном слое воздуха 1,8-1,9 ppm в городах регистрируются высокие концентрации метана в атмосфере – 2,2-2,6 ppm и более. Почвы и техногенные поверхностные образования (ТПО), являясь реципиентами метана, поступающего из недр и атмосферы, выполняют биосферные экологические функции по его бактериальному окислению. В городах содержание углекислого газа в приземном слое воздуха, как правило, превышает среднепланетарные величины в 2 и более раз. Судя по литературным данным, в Москве наибольшие выбросы в атмосферу по сектору кадастрового учета парниковых газов «Энергетика» связаны с технологическими выбросами углекислого газа энергетикой (65%) и транспортом (28%), утечками из трубопроводов природного и сжиженного газа (0,6%). Выбросы парниковых газов из почв по секторам «Отходы» и «Землепользование» отрывисты и малочисленны.

В городской структуре выбросов парниковых газов впервые проведены инвентаризация и районирование эмиссии и стока парниковых газов из почв и ТПО на(над) техногенно-рекрементогенных и природных отложениях различной интенсивности образования газов с учетом подтопляемости и запечатанности территорий по секторам «Отходы» и «Землепользование». По газогеохимическим критериям и особенностям антропогенного почвообразования выявлены основные источники эмиссии парниковых газов, по показателям интенсивности и массового выброса выделена их доля по секторам. Определены источники с преобладанием выделения метана и углекислого газа с учетом парниковых коэффициентов (GWP). Городские антропогенные почвы и ТПО на (над) рекрементогенно-техногенных отложениях функционируют как двусторонняя вертикальная и горизонтальная мембрана, осуществляющая эмиссию и сток метана, используя механизмы бактериального окисления метана в аэробной среде почв и ТПО. Скрытый внутренний сток и утилизация метана с помощью его бактериального окисления в десятки раз выше эмиссии метана в атмосферу. Суммарная интенсивность окисления метана в почвах и ТПО зависит от активности его продуцирования. По сектору «Отходы» интенсивность и массовая доля выброса парниковых газов, среди которых преобладает метан, определяется интенсивностью их бактериального образования и падает в ряду главных источников от урбистратов на(над) рекрементогенно-техногенно-природных отложениях полигонов ТБО и токси(арти)фимостратов иловых полей фильтрации (в том числе рекультивированных) до маломощных

урбаноземов, реплантоземов, часто подтопленных и запечатанных над погребенными рекультивированными свалочными телами. По сектору «Землепользование» интенсивность и массовая доля выбросов парниковых газов, среди которых доминирует углекислый газ, падает в ряду главных источников от урбо-дерново-подзолистых почв и полноразвитых урбаноземов парковых территорий до урбаноземов и реплантоземов на культурных слоях. Интенсивность выделения углекислого газа с ТПО засыпанных рекрементогенными отложениями пойм, а также рекультивированных торфяно-минеральными субстратами, достигает весьма высоких значений. В атмосфере на высоте 30 м на парковых территориях с древесно-кустарниковой растительностью концентрации углекислого газа уменьшаются до нормального общепланетарного уровня, на частично озелененных территориях – уменьшаются в половину. Концентрации метана на названных высотах не меняются.

УДК 630\*114.351+354

## **ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭВЕНКИИ**

**Мухортова Л. В., Кривобоков Л.В., Ведрова Э.Ф., Метелева М.К.**  
*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск*  
[l.mukhortova@gmail.com](mailto:l.mukhortova@gmail.com)

Почвы северных регионов формируются при существенном влиянии криогенных процессов, что создает особые условия для формирования, аккумуляции и минерализации органического вещества почвы. Предполагается, что эти экосистемы будут играть ключевую роль в ответной реакции глобального цикла углерода на изменения климата, поскольку в мерзлотных почвах содержится огромное количество органического углерода, термически защищенного от минерализации.

Мерзлотные почвы занимают около 65% территории России. Подробное картирование вертикального и горизонтального распределения органического вещества этих почв необходимо для более точной оценки пула органического углерода в почвах северных регионов. Кроме того, данные о вертикальном распределении запасов органического углерода в профиле почвы крайне необходимы для предсказания количества углерода, который станет доступен для минерализации при изменениях климата или при нарушениях. Существует также недостаток информации о степени микробной трансформации органического вещества, аккумулированного в мерзлотных почвах, что имеет большое значение для понимания биологических процессов, происходящих в почве мерзлотных экосистем и прогноза их реакции на изменения климата.

Целью исследования было установление запасов углерода в почве лесных экосистем северной тайги Центральной Эвенкии в зависимости от экспозиции склона и абсолютной высоты. В растительном покрове преобладают лиственничники, березняки занимают вершины сопок. Исследования были проведены на катене охватывающей высоты от 141 до 612 м на склонах северо-восточной и юго-восточной экспозиции. В разных частях этой катены (до-

лина реки, нижняя, средняя и верхняя часть склонов, вершина) были определены запасы лесной подстилки и органического вещества почвы.

В августе глубина активного слоя почвы в долине реки составляла 15-20 см, на склоне северной экспозиции – 30-50 см, а на склоне южной экспозиции глубина протаивания в нижней части склона и общая глубина почвенного профиля в средней и верхней частях этого склона достигала 50-60 см.

Запасы лесной подстилки на склоне южной экспозиции составляли 2,8-2,9 кгС м<sup>-2</sup> в средней и верхней частях склона, увеличиваясь в нижней части склона до 5,6 кгС м<sup>-2</sup>. На склоне северной экспозиции запасы лесной подстилки в верхней части склона в 2 раза превышали таковые на южном склоне. В долине реки запасы углерода в лесной подстилке достигали 6,1 кгС м<sup>-2</sup>. Наименьшими запасами лесной подстилки характеризовался березняк голубично-зеленомошный, расположенный в верхней части катены.

В целом, склон южной экспозиции отличался более низкими запасами подстилки и более высокими запасами углерода в минеральной толще почвы, что может быть следствием более высокой скорости разложения органического вещества подстилки и, соответственно поступления большего количества органики в минеральную толщу почвы.

Распределение запасов углерода в профиле почвы имеет сходную модель во всех исследованных позициях – наибольший запас наблюдается в верхней части, постепенно снижаясь вниз по профилю. В разрезах, в которых активный слой почвы подстилается мерзлотой, во многих случаях наблюдается увеличение содержания углерода в слое, расположенном непосредственно над мерзлотой или в верхней части мерзлого горизонта. Более легкий изотопный состав в местах увеличения запасов углерода (над мерзлотой и в мерзлоте) может свидетельствовать о том, что здесь происходит аккумуляция слабо трансформированной микробной деятельностью подвижной органики. В целом, для всех почв характерно увеличение степени трансформации органических соединений при продвижении их вниз по профилю.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №14-04-01239\_a и 15-44-04008p\_сибирь\_a) и гранта Правительства РФ №14.B25.31.0031.*

УДК 631.4

## **О НОВЫХ АСПЕКТАХ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПОЧВЕННОГО ГАЗООБМЕНА (НА ПРИМЕРЕ СТЕПНОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ КАТЕНЬ)**

**Наумов А.В.**

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск*

[a.naum@ngs.ru](mailto:a.naum@ngs.ru)

Почвенный покров как совокупность почв, покрывающих земную поверхность, формируется под влиянием многих факторов. Рельеф поверхности, климатические условия, геологическое строение и гидрологический режим территории в совокупности создают необходимые условия для направленного развития почвообразовательного процесса. Под влиянием природных экологических градиентов закономерно происходит перераспределение тепла, вла-

ги, органических и неорганических веществ, сообществ живых организмов, происходит формирование характерных почвенных свойств. Как следствие, в структуре природного ландшафта могут быть выделены сопряженные ряды почв и экосистем. Серии почв и экосистем, сменяющих друг друга от верхней точки водораздела к локальной депрессии и связанных миграционными потоками, принято обозначать термином «катена». Комплексные исследования сопряженных рядов почв актуальны, так как предоставляют новую информацию о формировании и будущем развитии процессов в почвенном покрове и биосфере в условиях климатического тренда.

Среди экологических проблем, затрагивающих степные экосистемы, аридизация территории и засоление почв традиционно занимают важное место в научных исследованиях. Однако комплексной оценке функционального состояния сопряженных элементов степных ландшафтно-геохимических систем отводится сравнительно мало внимания. В этом аспекте информация об основных параметрах почвенного газообмена, характеризующих совокупное проявление многих реакций и процессов внутри системы, может оказаться весьма полезной.

Процессы обмена между почвой, растительным покровом и атмосферой в ряду сопряженных экосистем степной катены ответственны за функциональную устойчивость биогеохимического цикла. В качестве интегральных параметров, характеризующих функциональное состояние и работу отдельных звеньев почвенно-геохимической степной катены, нами изучались эмиссия углекислого газа ( $R$ ), суммарное испарение ( $E$ ), концентрация углекислого газа  $C_s$  и метана  $C_m$  в почвенном воздухе. Исследования проводились в течение трех лет в Баганском районе Новосибирской области. Измерения проводили в начале июля на катене протяженностью 1100 метров, сформировавшейся в приозерной депрессии горько-соленого оз. Большой Баган (сверху вниз): 1 – ковыльно-разнотравная степь на черноземе южном осолоделом, 2 – засоленный злаково-разнотравный луг на солонце среднем, 3 – полынно-злаковое сообщество, солонец мелкий, 4 – разреженное разнотравное сообщество с кермеком, солонец корковый, 5 – солончак приозерный.

Полученные новые данные по газовому составу почвенного воздуха на разных позициях каскадной геохимической катены позволили сделать вывод о наличии природного градиента концентрации метана вертикальной и латеральной направленности. Так, например, в почвенном воздухе чернозема южного метан не обнаруживался, в то же время в атмосфере его содержание составляло 1,68 ppm, что близко к среднему уровню глобальной фоновой концентрации. Значительно ниже, чем в атмосфере, концентрация метана в почвенном воздухе солонца среднего. Предполагается наличие в почвах степной геохимической катены мощного «метанового фильтра» при участии метанотрофных микроорганизмов, препятствующего поступлению этого газа в почвенную толщу. Эффективность работы «метанового фильтра» снижается в ряду сопряженных почв от чернозема южного осолоделого к солонцу корковому.

Результаты по распределению углекислого газа в почвенном воздухе подтверждают положение о свойствах степной геохимической катены как природного континуума, выполняющего стабилизирующую функцию в ландшафте. Солончак приозерный занимает особое место в структурно-функциональной организованности почвенного покрова в связи с процессами

кальцитогенеза. Его функциональная роль проявляется в смене направленности потока углекислого газа от выделения  $\text{CO}_2$  в атмосферу к его поглощению.

Обозначенные новые аспекты в исследованиях почвенного газообмена представляются перспективными, так как позволяют лучше понять существующие взаимосвязи и взаимообусловленность процессов, объединяющих структурные элементы в иерархии почвенного покрова.

УДК 631.41

## **БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ ЦЕЗИЯ-137 В АГРОЦЕНОЗАХ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ В ОТДАЛЕННЫЙ ПЕРИОД ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ**

**Парамонова Т. А., Комиссарова О.Л., Беляев В.Р., Шамшурина Е.Н.,  
Столбова В.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[tparamonova@soil.msu.ru](mailto:tparamonova@soil.msu.ru)

После ядерных испытаний в атмосфере в 60-е гг. XX века и аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. техногенный Cs-137 прочно внедрился в биологический круговорот элементов Северного полушария. За прошедшее время в травянистых экосистемах, в том числе агрогенных, радионуклид сформировал квазиравновесный биогеохимический цикл, параметры которого (при отсутствии вторичного латерального переноса) в основном изменяются за счет естественного радиоактивного распада элемента. Установление основных закономерностей миграции Cs-137 в системе «почва-растение» и частных особенностей ее проявления в различных растительных ассоциациях имеет не только высокую прикладную значимость для обеспечения радиационной безопасности растительной продукции, но может служить основой для фундаментального изучения биогеохимических аспектов поведения ксенобиотиков в условиях возрастающего техногенеза.

Количественную оценку параметров биогеохимического цикла Cs-137 в агроценозах черноземной зоны проводили в 2011-2015 гг. на территории Плавского радиоактивного пятна Тульской области – одном из наиболее выраженных ореолов радиоактивного загрязнения почв европейской части России. Определялись величины удельной активности и запасов Cs-137 в пахотных почвах территории (в ризосферном слое до глубины 30 см), а также в биомассе основных культур полевого севооборота (пшеницы, ячменя, картофеля, сои, амаранта, рапса, кукурузы, бобово-злаковой травосмеси) с дифференцированным учетом ее надземной и подземной фракций.

Установлено, что при общих величинах современных запасов Cs-137 в системе «почва-растение» исследованных агроценозов  $185 \pm 17$  кБк/м<sup>2</sup> более 99,8% пула радионуклида сосредоточено в почвах, плотность поверхностного загрязнения которых превышает допустимую норму радиационной безопасности ( $=37$  кБк/м<sup>2</sup>) в 4-6 раз, в то время как ежегодно вовлекаемый в биологический круговорот объем Cs-137 не превышает 225 Бк/м<sup>2</sup>, а численные величины удельной активности Cs-137 в биомассе культурной растительности (5-70

Бк/кг в общей биомассе, 6-22 Бк/кг в поедаемых частях) полностью удовлетворяют санитарно-гигиеническим требованиям.

Таким образом, пахотные черноземы являются долговременным депозитарием Cs-137, который обеспечивает низкую степень биологической доступности радионуклида, и миграционные потоки Cs-137 в системе «почва-растение» агроценозов Плавского радиоактивного пятна в целом незначительны по емкости. В то же время интенсивные показатели, а также частные особенности биогеохимического цикла Cs-137 для различных сельскохозяйственных культур существенно различаются. Так, величины коэффициентов накопления (Кн) Cs-137 (отношение величин удельной активности радионуклида в биомассе растительности или ее части и в почве) в исследованных агроценозах изменяются на порядок – от 0,01-0,03 для рапса, сои и амаранта до 0,13-0,15 для пшеницы и кукурузы. При этом в отношении Кн в общей биомассе обнаруживается специфичность потребления Cs-137 растениями различных семейств: *Злаки* > *Пасленовые* > *Бобовые* > *Амарантовые* > *Капустные*. Еще более явно проявляются биологические особенности корневого поглощения Cs-137 представителями классов однодольных и двудольных растений: в агроценозах исследованных однодольных культур (пшеница, ячмень, кукуруза) Кн в подземной биомассе в 12-14 раз превышают Кн в надземной биомассе, а в агроценозах двудольных культур (сои, амаранта, рапса), напротив, Кн в надземной биомассе в 3-6 раз превышают Кн в подземной биомассе. Агроценоз картофеля характеризуется относительно равномерным накоплением Cs-137 в надземной и подземной фракциях биомассы, поскольку клубни являются видоизмененными побегами. В целом, в агроценозах однодольных культур Плавского радиоактивного пятна 94±5% Cs-137 депонировано в подземной биомассе, в то время как в агроценозах двудольных культур 71±14% поглощенного Cs-137 переходит в надземную биомассу.

Таким образом, при общей дискриминации корневого потребления Cs-137 растениями биологические особенности различных систематических групп имеют существенное влияние на параметры биогеохимического цикла радионуклида.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ №14-05-00903.*

УДК 631.421

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ**

**Перминова Е.М., Виноградова Ю.А., Габов Д.Н., Лаптева Е.М.**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар*

[perminova@ib.komisc.ru](mailto:perminova@ib.komisc.ru)

Изучение особенностей трансформации растительных остатков остается важным направлением исследований в почвоведении и экологии почв. Несмотря на значительное количество работ, посвященных моделированию процессов разложения растительного опада, многие аспекты преобразования его химического

состава и влияния на эти процессы антропогенных факторов остаются дискуссионными. В данной работе рассмотрены некоторые закономерности разложения растительного опада в среднетаежных еловых лесах и разновозрастных лиственнично-хвойных насаждениях послерубочного происхождения.

Исследования проводили на базе почвенного стационара (Республика Коми, Усть-Куломский р-н, средняя тайга), где ведутся долговременные комплексные исследования по изучению влияния сплошнолесосечных рубок на изменение типичных подзолистых текстурно-дифференцированных почв. Объектами исследований послужили участки ненарушенного ельника черничного (ПП1), а также молодняка первого класса возраста (ПП2) и средневозрастного лиственнично-хвойного сообщества (ПП3), сформировавшихся после проведения сплошнолесосечных рубок в зимний период 2001/02 и 1969/70 гг. соответственно. Трансформацию растительного материала определяли в микрокосмах, методом изоляции в капроновых мешочках с размером ячеек 1 мм. На участках ПП1 и ПП2 субстратом служила живая часть растений мохового яруса, на участке ПП3 – листовым опад березы и осины. Растительный материал экспонировали в каждом сообществе в течение двухлетнего периода. Скорость деструкции рассчитывали как потерю массы за конкретный период учета. В растительном материале оценивали на разных стадиях деструкции содержание общего углерода (Собщ.), общего азота (Nобщ.), углерода водорастворимых органических веществ ( $C_{\text{ВОВ}}$ ) и n-алканов.

Различия в скорости разложения растительного опада проявились наиболее ярко на первых этапах деструкционных процессов. В первый год экспозиции процессы трансформации более активно протекали в коренном еловом лесу. В лиственнично-хвойных сообществах скорость деструкции растительной массы в этот период была ниже в 1.7–2.3 раза. Однако за двухлетний период экспозиции интенсивность разложения растительного материала на всех участках в среднем оказалась достаточно близкой. Она составила 40–44% потери массы, что соотносится с потерями общего органического углерода, содержание которого на участках ПП1, ПП2 и ПП3 уменьшилось соответственно за этот период на 43.3, 41.1 и 44.5 %. Однако скорость снижения доли Собщ. в растительном субстрате отличалась в зависимости от участка и особенностей химического состава субстрата. На участке ПП2 скорость потерь Собщ. в первый год экспозиции была в 1.2–1.7 раза ниже по сравнению с участками ПП1 и ПП3. При относительно близком содержании в субстратах водорастворимых органических соединений (18.2–24.8 мг/г субстрата), наиболее активные их потери происходили на участке ПП2, где в течение первого месяца экспозиции они составили 72 %  $C_{\text{ВОВ}}$  (на ПП1 и ПП2 соответственно 38 и 45%). Потери азота в процессе трансформации растительного материала наиболее активно происходили на всех участках в первые 10 месяцев экспозиции (23–45%). По содержанию n-алканов экспериментальный растительный материал изначально существенно различался. Листовой опад березы и осины в 128–154 раза превосходил по суммарному содержанию насыщенных углеводородов растительные остатки мхов, однако скорость их потери была на порядок выше на участке ПП3, по сравнению с участками ПП1 и ПП2.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 15-12-4-45 «Функционирование и эволюция экосистем криолитозоны европейского северо-востока России в условиях антропогенных воздействий и изменения климата» (Гр. 11512151006).*

## СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ЭМИССИИ ЗАКИСИ АЗОТА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Рижия Е.Я., Бучкина Н.П., Мухина И.М., Балашов Е.В.

*ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург*

[alenarizh@yahoo.com](mailto:alenarizh@yahoo.com)

В основу ресурсосбережения любого современного земледелия заложены принципы сохранения и защиты окружающей среды, повышения секвестрации углерода (С) в почве и уменьшения объема выбросов в атмосферу парниковых газов. Увеличение секвестрации С в почве связывают либо с изменениями характера землепользования, приводящего к секвестрации большего количества С в биомассе и почве, либо с изменением агротехнических приемов, направленных на увеличение поступления в почву биомассы или органических удобрений. Последнее десятилетие мировое научное сообщество предлагает секвестрировать С в почвах в виде биоугля. В качестве исходного продукта для производства биоугля рекомендуется использовать отходы лесной промышленности и сельского хозяйства. В результате пиролиза происходит переход углеродных пулов биомассы в недоступную для микроорганизмов и растений ароматическую форму, при этом снижается скорость, с которой поглощённый растениями в ходе фотосинтеза углерод возвращается в атмосферу. Кроме того, внесение биоугля является средством изменения физических и химических условий в почве, влияющих на деятельность микроорганизмов, контролирующей потоки С и азота (N) в биосфере. Утилизация биомассы с помощью пиролиза и дальнейшая ее секвестрация в виде биоугля в почве поддерживает основные стратегические цели государственной политики в области экологии: закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 года №7-ФЗ и доктрину «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года». Кроме того, 10 ноября 2015 принято постановления Правительства РФ № 1213, согласно которому запрещается выжигание сухой травянистой растительности, стерни, пожнивных остатков на землях сельскохозяйственного назначения и землях запаса (п. 218). В Агрофизическом институте в течение последних 6 лет (2009-2015 гг.) изучали влияние биоугля на эмиссию оксида азота (I) ( $N_2O$ ), различные свойства почв и урожаи культур. Известно, что сельскохозяйственные почвы являются основным источником эмиссии  $N_2O$  в атмосферу. Внесение биоугля в почву в качестве мелиоранта служит способом изменения физических и химических условий, обуславливающих интенсивность процессов нитрификации и денитрификации, и, как следствие, интенсивности формирования  $N_2O$ . Исследования четко показали достоверное влияние биоугля, внесенного в различных дозах в пахотный слой дерново-подзолистой супесчаной почвы, на снижение эмиссии  $N_2O$ , на изменение направленности процессов нитрификации и денитрификации в почве, положительное влияние на физические свойства почв (водоудерживающую способность, плотность сложения) и на величину урожая сельскохозяйственных культур (зерновых, многолетних трав, картофеля). В виду того, что биоуголь



характеризуется высокой устойчивостью к минерализации и высокой адсорбционной способностью, а основная масса химических элементов, входящих в его состав, недоступна микроорганизмам и растениям, возникла необходимость восполнения питательных веществ в почве для увеличения урожайности культур. Совместное внесение биоугля с минеральными азотными удобрениями увеличивало эмиссию  $N_2O$  из почв, но при этом являлось рациональным способом управления пулом почвенного азота и урожаями культур. Выраженность описанных выше влияний зависела от особенностей почв, агрохимического фона, создаваемого минеральными удобрениями, температурного и гидрологического режимов. Ряд полученных положительных эффектов указывает на актуальность исследования по применению биоугля, как комплексного мелиоранта, регулирующего ряд физических, физико-химических и биологических свойств сельскохозяйственных почв. Данная информация будет полезной при выборе технологий обработки почв, комплекса удобрений и севооборотов, ведущих к снижению вклада сельского хозяйства в бюджет парниковых газов без снижения урожаев сельскохозяйственной продукции.

УДК 631.46

## ЭМИССИЯ $CO_2$ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МИКРОБНОГО КОМПОНЕНТА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ И ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

Роговая С.В.<sup>1</sup>, Ананьева Н.Д.<sup>1</sup>, Иващенко К.В.<sup>1</sup>, Саржанов Д.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино,

<sup>2</sup>Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва  
[rogovaja7@mail.ru](mailto:rogovaja7@mail.ru)

Эмиссия  $CO_2$  почвы в атмосферу (ЭМ) обеспечивается дыханием микроорганизмов и корней растений. Исследование нацелено на измерение ЭМ *in situ*, определение ее составляющих и выявление взаимосвязи этого процесса с функционированием микробного сообщества в разных почвах подтаежной и лесостепной растительных подзон европейской России.

Изучали дерново-подзолистую почву (Московская обл.: 55°50'10" с.ш. / 37°33'20" в.д.; хвойно-широколиственный лес, косимый луг) и чернозем типичный (Курская обл., ЦЧГБЗ: 51°33'50" с.ш. / 36°04'58" в.д.; широколиственный лес, некосимая степь). В каждой экосистеме в 5-ти пространственно удаленных точках площадки (20×20 м) измеряли ЭМ (май-август, ежемесячно, LI-820, растительность срезали), фиксировали температуру (Т) и влажность (W) почвы на глубине 10 см. Микробное дыхание (МД) определяли методом субстрат-индуцированного дыхания после обогащения почвы глюкозой (2 повторности, рядом с площадками измерения ЭМ). Для этого в почву врезали четыре «воротника-основания» (глубина 7.5 см, Ø 20 см), в двух – почву не нарушали (с корнями), в других – нарушали (без корней, просеивание). В почву «воротников» приливали (медленное промачивание) воду или раствор глюкозы (5 мг г<sup>-1</sup>, 0.6-1.0 л) и через 4 ч (установлено в предварительных экспери-

ментах) измеряли поток  $\text{CO}_2$ . Далее, рассчитывали МД и ее долю в ЭМ (%). Отбирали образцы почвы (верхний 10 см слой, всего 160) для определения содержания в них углерода микробной биомассы ( $C_{\text{мик}}$ ) и базального дыхания (БД). Эти измерения проводили в предварительно инкубированной почве ( $22^\circ\text{C}$ , 55% полной влагоемкости, 7 сут.). Удельное дыхание микробной биомассы почвы ( $q\text{CO}_2$ , характеризует экофизиологический статус сообщества) рассчитывали как  $\text{БД} / C_{\text{мик}}$ .

Содержание  $C_{\text{орг}}$  дерново-подзолистой почвы изученных экосистем составило 1.9%, чернозема – 4.9%. В дерново-подзолистой почве леса значение  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  было 4.9, луга – 7.6, в черноземе леса оно было больше, чем луга (6.2 и 5.8 соответственно). ЭМ дерново-подзолистой почвы за наблюдаемый период существенно варьировала (6.9-33.7 и 24.9-53.5  $\text{г CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$ , лес и луг), а чернозема – меньше (9.7-17.3 и 17.7-29.0  $\text{г CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ сут}^{-1}$ , лес и степь соответственно). ЭМ дерново-подзолистой почвы была в среднем выше (на 40%), чем чернозема. Доля МД дерново-подзолистой почвы леса за наблюдаемый период составила 29-72%, луга – 28-39%, а чернозема – больше (75-90% и 45-61%, лес и степь соответственно). Доля МД почв лесов была в среднем на 40% больше (мало корней), чем лугов (много корней).  $C_{\text{мик}}$  дерново-подзолистой почвы был в среднем в 3 раза меньше, чем чернозема (236-736 и 1132-1710  $\text{мкг C г}^{-1}$ ), однако БД – сопоставимо (0.49-1.43 и 0.68-1.67  $\text{мкг CO}_2\text{-C г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$  соответственно). Величина  $q\text{CO}_2$  дерново-подзолистой почвы была в среднем в 3 раза выше, чем чернозема. В дерново-подзолистой почве между ЭМ, W,  $C_{\text{мик}}$  и  $q\text{CO}_2$  выявлена значимая взаимосвязь ( $r = 0.51, 0.68$  и  $-0.65$  соответственно), в черноземе – между ЭМ, T, W,  $C_{\text{мик}}$  и БД ( $r = -0.42, 0.35, 0.55$  и  $0.72$  соответственно).

Таким образом, ЭМ и  $q\text{CO}_2$  дерново-подзолистой почвы оказались выше, чем чернозема, а  $C_{\text{мик}}$ , напротив, – ниже, что может иллюстрировать «напряженное» функционирование ее микробного сообщества. Между ЭМ и микробиологическими параметрами выявлена взаимосвязь, что может быть востребовано для моделирования этого процесса в разных почвах.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 15-04-00915 и 16-34-00398.*

УДК 631.41

## РТУТЬ В ПОЧВАХ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ

**Рождественская Т.А., Пузанов А.В., Ельчинова О.А., Горбачев И.В.,  
Трошкова И.А., Мешкина С.С.**

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул*

[rtamara@iwep.ru](mailto:rtamara@iwep.ru)

Алтае-Саянская горная страна представляет собой крупную блоковую структуру со сложным горно-котловинным рельефом в центре Азии; общая площадь в пределах России около 700 тыс.  $\text{км}^2$ .

Ртуть – один из приоритетных элементов-токсикантов в биосфере. Цель исследований – определение содержания элемента в почвенном покрове горной страны, его экологическая и санитарно-гигиеническая оценка.

На увлажненных склонах запада и севера Алтая и Саян под черневой тайгой формируются горно-лесные серые почвы, под парковыми лиственничными лесами – горно-лесные черноземовидные почвы. На хребтах с более континентальным климатом под лиственничными и сосновыми лесами господствуют подзолистые, буро-таежные кислые неоподзоленные почвы. В районах с многолетней мерзлотой встречаются подбуры таежные. В высокогорном поясе сформировались горно-луговые и горно-тундровые почвы. Основу почвенного покрова межгорных котловин составляют черноземы выщелоченные, обыкновенные, южные и горные, а также горные каштановые почвы. Содержание гумуса колеблется от 1,6% в светло-каштановых до 24,4% в горно-тундровых почвах; карбонатов – от 0 в почвах высокогорного и горно-лесного поясов до 25% в каштановых почвах. Реакция среды изменяется от сильно-кислой в горно-лесных дерново-глубокоподзолистых и горно-тундровых до сильнощелочной в каштановых почвах; гранулометрический состав – от песчаного до глинистого.

Контрастный литохимический фон, петрографическое и гранулометрическое разнообразие аккумулятивных и остаточных кор выветривания, экология горного почвообразования и обусловленные ею разносторонние почвообразовательные процессы, разнообразие ландшафтно-геохимических обстановок в системе высотной поясности Алтае-Саянской горной страны определяют существенную неоднородность распределения ртути в почвах. Так, почвы вне районов месторождений Hg содержат элемент в следующих количествах: в высокогорном поясе 0,041 мг/кг, горно-лесном – 0,099, в межгорных котловинах и речных долинах – 0,103 мг/кг.

Для большинства почв характерно биогенное накопление ртути в гумусовых горизонтах, степень которого определяются выраженностью дернового макропроцесса. Максимальные содержания элемента (1,76 мг/кг) свойственны оторфованным горизонтам серых лесных почв и дерновым слабооторфованным горизонтам горно-лесных черноземовидных почв, формирующихся за пределами месторождений. Депонирование ртути органическим веществом и осаждение мощными карбонатными системами реликтовых карбонатных горизонтов, унаследованных почвами степных и сухостепных котловин от кор выветривания – важная черта геохимической экологии Алтае-Саянской горной страны.

Почвы над ртутными и полиметаллическими месторождениями наследуют аномально высокий уровень содержания элемента независимо от типа почвообразования. Высоким уровнем концентрации ртути характеризуются почвы в пределах ореола рассеяния Хову-Аксинского кобальтотоникелевого месторождения на северном макросклоне Западного Танну-Ола, почвы Курайской ртутной зоны. В отдельных точках концентрации Hg достигают 36 мг/кг.

Высокие содержания свойственны только почвам, находящимся непосредственно над рудными телами. Ореолы рассеяния локализованы в пространстве, содержание ртути в почвах ореолов в 2-3 раза выше фоновых значений.

Таким образом, почвы Алтае-Саянской страны, не испытывающие влияния рудных тел месторождений и ореолов рассеяния, содержат ртути в среднем 0,102 мг/кг, что выше кларка в почвах мира, концентрации в почвах предгорий, прилегающих равнин и юга Западной Сибири в целом, что обусловлено исходным повышенным содержанием металла в почвообразующих породах.

Пространственное распределение ртути в почвенном покрове аналогично её географии в верхних горизонтах четвертичных кор выветривания.

Несмотря на наличие большого числа месторождений, являющихся естественными источниками ртутного загрязнения и находящихся в сопряжённых с сельскохозяйственными угодьями ландшафтно-геохимических системах, почвы под сенокосами, пашней и пастбищами не загрязнены ртутью и содержат её существенно ниже ПДК – 2,1 мг/кг.

УДК 631.4

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И РЕЖИМОВ СЕРЫХ ПОЧВ УЧАСТКА «ЛЕС НА ВОРСКЛЕ» ЗАПОВЕДНИКА БЕЛОГОРЬЕ»**

**Романов О.В.**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*  
[ov\\_romanov@mail.ru](mailto:ov_romanov@mail.ru)

Экологическая оценка почв актуальна для выбора независимых и достаточных параметров, характеризующих физические свойства и режимы почв для изучения пространственной неоднородности почвенного покрова как центрального звена наземной экосистемы. Исследователи давно указывали на необходимость перейти от изучения индивидуальных механизмов на уровне горизонта к исследованию сложных комбинаций процессов уже на уровне почвенного профиля и почвенного индивидуума (Шейн Е.В., Карпачевский Л.О., Таргульян В.А. и др.). Исследования проведены в заповеднике «Белогорье», в нагорной широколиственной 300-летней дубраве "Лес на Ворскле". Серые почвы различных подтипов занимают практически всю территорию дубравы «Лес на Ворскле». Почвы имеют глубокий, хорошо дифференцированный профиль типа: O–AY–AEL–(EL)–(BEL)–BT1–BT2–BT3–B<sub>Ca</sub>–C<sub>Ca</sub>. Почвы можно подразделить на подтипы по содержанию гумуса (тёмно-серые, серые и светло-серые с содержанием гумуса в горизонте AY, соответственно, больше 6, 6-3 и менее 3%) и различить по степени выраженности осветлённой толщи (горизонтов AEL, EL, BEL) на слабо-, средне и сильнооподзоленные. Всего на территории дубравы выделено до 20 разновидностей серых почв. Основной тип леса – липо-дубняк осоково-снытьевый, (в среднем зольность опада составляет 6-8%). При разложении опада основания (Ca, Mg, K) возвращаются в почву в количестве до 200 кг/га ежегодно. Лесной опад, богатый лигнином и дубильными веществами, не успевает минерализоваться за год и, накапливаясь, создает лесную подстилку, сплошным ковром покрывающую почву. Наибольшая мощность подстилки отмечена в тех участках леса, где отсутствует травяной покров («мертвопокровники»); при наличии трав, особенно синузии эфемероидов, минерализация идет быстрее. Опад сныти и эфемероидов богат N, K и Ca, которые, быстро высвобождаясь, реутилизируются микрофлорой и активизируют её деятельность.

Сложность изучаемых почв заповедника и сопряжённых с почвой биообъектов связана с выяснением фундаментальных закономерностей взаимодействия растений с сопутствующей биотой; выяснением активного средообразующего их воздействия на косные (абиотические) и биокосные компонен-

ты экосистем; выяснением протекающих эволюционных процессов в почвенно-растительном комплексе; выяснением продуктивности и устойчивости экосистем с учётом особенностей ландшафтов и складывающейся погодной ситуации.

Почвенные условия, обеспечивающие поступление воды и пищевых веществ из почвы в растения на уровне элементарных почвенных частиц характеризовали параметрами величины удельной поверхности по сорбции паров воды, содержанием частиц физической глины и ила; на уровне микроагрегатов – показателем водопрочности микроагрегатов; на уровне структурных отдельностей – пористостью агрегатов и почвы; на уровне почвенных горизонтов – плотностью и сопротивлением пенетрации, фильтрационной и вододерживающей способностью; на уровне почвенных индивидуумов – водопроницаемостью, относительным возрастанием равновесной плотности и содержанием агрономически ценных агрегатов.

Полученные результаты полевых и лабораторных исследований физических свойств и режимов почв заповедника свидетельствуют о высоком уровне объёмной вариабельности показателей организации почвенной массы, что подтверждает необходимость дальнейших исследований почвенных свойств в аспекте непрерывности и дискретности структурно-функциональных параметров состояния почв с целью оценки агроэкологического потенциала почв и рационального управления почвенными ресурсами.

УДК 631.433.3 + 504.05 + 574.474

## **МЕЖБИОТОПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДЫХАНИЯ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**Сморкалов И.А., Воробейчик Е.Л.**

*ИЭРиЖ УрО РАН, Екатеринбург*

[ivan.a.smorkalov@gmail.com](mailto:ivan.a.smorkalov@gmail.com)

Пространственная вариабельность дыхания почвы (в разных масштабах, в том числе характеристика различий между биотопами) активно изучается, что связано с потребностью в точных оценках эмиссии углекислого газа при анализе цикла углерода наземных экосистем. Также анализ пространственной вариабельности эмиссии важен при выявлении закономерностей функционирования почвенной биоты. К настоящему времени этот аспект практически не исследован для импактных регионов – специфических территорий, подверженных влиянию сильного промышленного загрязнения от точечных источников выбросов. Цель работы – оценка вкладов межбиотопической и техногенной составляющих в пространственную изменчивость дыхания почвы.

Измерения эмиссии углекислого газа с поверхности почвы выполнены в районе многолетнего воздействия атмосферных выбросов (сернистый ангидрид и тяжелые металлы) Карабашского медеплавильного завода (Южный Урал) на двух территориях, контрастно различающихся уровнем загрязнения – фоновой (15–16 км от завода) и импактной (5–6 км). В каждой зоне загрязнения были подобраны пары вариантов лесных, болотных, луговых и рудеральных биотопов так, чтобы в совокупности охарактеризовать ландшафтно-

биотопическое разнообразие территории. Всего подобрано 7 пар биотопов-аналогов.

Проведено 3 тура измерений дыхания почвы (полевыми респирометрами SR1LP (Qubitsystems) и Li-8100A (Li-Corbiosciences)): два – в разгар вегетационных сезонов (8–10 августа 2012 г., средняя±ошибка температура почвы равна  $19.0\pm 2.8^{\circ}\text{C}$ ; 26–27 июня 2013 г.,  $17.3\pm 3.1^{\circ}\text{C}$ ) и один – по завершении вегетационного сезона (11–12 сентября 2013 г.,  $12.9\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ ). В каждом варианте биотопа было заложено по три (в некоторых вариантах – по две) пробные площади размером 25\*25 м (всего 40 площадей), в пределах каждой пробной площади дыхание измеряли в 10 случайных точках; всего выполнено 1200 измерений.

При сравнении коэффициентов вариации для одноименных вариантов биотопов оказалось, что в подавляющем большинстве случаев изменчивость выше на импактной территории по сравнению с фоновой. Очень широкие диапазоны межбиотопической изменчивости определяют практически полное перекрывание между фоновыми и импактными участками. Другими словами, если не иметь информации о биотопической принадлежности, то конкретное значение дыхания почти с одинаковой вероятностью может быть отнесено как к фоновой, так и к импактной территории.

Анализ компонентов дисперсии показал, что в летние месяцы основной вклад в общее варьирование дыхания почвы вносит межбиотопическая изменчивость (на ее долю приходилось около 60% от общей дисперсии), тогда как вклад техногенной составляющей (различия между загрязненной и фоновой территориями) составлял не более 25%. По окончании вегетационного сезона вклад межбиотопической изменчивости снизился до 20% от общей дисперсии, а техногенная составляющая возросла до 40%. Последнее можно объяснить уменьшением роли корневого дыхания, связанного со снижением температуры и завершением вегетации, и, соответственно, увеличением доли микробного дыхания, на которое, как неоднократно было показано, отрицательно влияют повышенные концентрации тяжелых металлов. При совокупном анализе всего массива данных оказалось, что наибольший вклад в варьирование почвенной эмиссии углекислого газа также вносит межбиотопическая составляющая (30%), временная изменчивость объясняет 25% от общей дисперсии дыхания, а техногенная – лишь 18%.

Таким образом, установлено, что техногенное воздействие на эмиссию углекислого газа – на фоне ее высокой внутри- и межбиотопической вариабельности – играет подчиненную роль. Это хорошо согласуется со сделанным нами ранее выводом об относительной устойчивости данного показателя в градиентах промышленного загрязнения.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 11-05-01218) и Комплексной программы УрО РАН (проект 15-12-4-27).*

## ВЛИЯНИЕ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ И КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТА ГЕОТОН НА ПОКАЗАТЕЛИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Суслов А.А., Пименов Е.П., Морозова А.И.

ФГБНУ ВНИИРАЭ (Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии), Обнинск

[ecology2003@ukr.net](mailto:ecology2003@ukr.net)

Первоочередная задача современного земледелия является поиск и реализация конкретных агроприемов, направленных на сохранение и восстановление почвенного плодородия. В работах Русакова И.В. (2013), Новикова М.Н. с соавт. (2013) указано на необходимости постоянного пополнения агроценозов растительными остатками и сидератами. Создания оптимальных условий микробиологического превращения поступившего органического сырья позволяет постепенно вовлекать элементы питания в цепи питания агроэкосистем. Примером успешной разработки и внедрения в практику агропромышленного производства является органо-минеральный комплекс ГЕОТОН. В этом препарате подобрано оптимальное соотношение макроэлементов и повышено содержание органического компонента: N – 9-14%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 22-24%; K<sub>2</sub>O – 23-25%; гуматов калия – 9-12%. Активизировать процесс микробиологической трансформации элементов питания в системе почва – прикорневая зона растений – корневая система возможно за счет интродукции агрономически полезных штаммов. Таким образом, исследования взаимоотношений отдельных групп микроорганизмов, участвующих в разложении органического вещества почвы прикорневой зоны ярового ячменя при использовании ГЕОТОНа и микробных препаратов, являются недостаточно изученными.

Проведенные исследования 2015 года показали, что различные концентрации ГЕОТОНа в сочетании с микробными препаратами в прикорневой зоне ярового ячменя на дерново-подзолистых почвах опытного поля оказывали влияние на индексы педотрофности, олиготрофности и коэффициент минерализации. К примеру, использование препарата биополицид показало увеличение индекса педотрофности до значения 1,05, при сочетании с ГЕОТОНом 1:60 до 1,79 (контроль 0,58). В варианте ГЕОТОН 1:80+*Bacillus sp.* 6Н значение данного показателя составило 1,25. В варианте применения ГЕОТОНа 1:80+*Bacillus sp.* 36 отмечено повышение индекса олиготрофности до 6,67, в сравнении с контролем – 0,67. В варианте ГЕОТОН 1:80+*Bacillus sp.* 6Н отмечен коэффициент минерализации – 1,25, *Bacillus sp.* 6Н – 0,47, в контроле – 0,58. По остальным вариантам совместного действия органо-минерального комплекса и агрономически полезных штаммов микроорганизмов значения полученных индексов прослеживались аналогичные тенденции и закономерности.

На основе полученных коэффициентов можно сделать следующие выводы о влиянии микробных препаратов и ГЕОТОНа:

На основе полученных коэффициентов можно сделать следующие выводы о влиянии микробных препаратов и ГЕОТОНа:

- возрастание индекса педотрофности свидетельствует о повышении устойчивости агроценоза к негативным воздействиям внешних факторов;
- увеличение индекса олиготрофности указывает на замедление деструкционных процессов;
- снижение коэффициента минерализации является признаком сохранения почвенного органического вещества.

УДК 631.417.1:631.421.2:631.459.2

## ПУЛЫ УГЛЕРОДА И АЗОТА В ПОЧВАХ СКЛОНОВОГО АГРОЛАНДШАФТА

Тулина А.С.<sup>1</sup>, Семенов В.М.<sup>1</sup>, Цыбулько Н.Н.<sup>2</sup>, Пунченко С.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, <sup>2</sup>Институт почвоведения и агрохимии НАН РБ, Минск, Беларусь  
[atulina@yandex.ru](mailto:atulina@yandex.ru);

Различают подвижный и минерализуемый пулы углерода (С) и азота (N) в почвах. Степень подвижности почвенного углерода оценивают по содержанию в общем органическом углероде (Сорг) совокупности соединений, экстрагируемых раствором щелочи (0.1н. NaOH). Степень подвижности почвенного азота оценивают по содержанию в общем азоте (Nобщ) суммы минерального азота (Nмин) и фракций легкогидролизуемого и трудногидролизуемого азота. Размеры пулов потенциально-минерализуемого углерода (Спм) и потенциально-минерализуемого азота (Nпм) и скорости минерализации оценивают методом биокинетического фракционирования на основании данных о продуцировании диоксида углерода (СО<sub>2</sub>) почвенными образцами и накоплении Nмин в почве в течение длительной (150 суток) инкубации. Показатели минерализуемого пула органического вещества почв зависят от температуры и влажности, при которых проводится инкубация. Во сколько раз изменяется размер минерализуемого пула при увеличении температуры на 10°С и влажности на 10 вес. % показывают температурные и влажностные коэффициенты Q<sub>10</sub> и W<sub>10</sub>. Водная эрозия приводит к перераспределению соединений С и N в элементах ландшафта, что отчетливо проявилось при изучении дерново-подзолистых почв стационарных стоковых площадок Института почвоведения и агрохимии НАН РБ, расположенных на выпуклом склоне южной экспозиции крутизной 5-7°, заложенных по геоморфологическому профилю от водораздела до подножия склона. В образцах незэродированной, средне смытой, сильно смытой и намытой почв, отобранных весной из 0-20см слоя, содержание Сорг составило 1.44, 1.27, 1.17, 1.43%, а его подвижность – 22, 21, 13 и 20%, содержание Nобщ составило 1341, 1242, 1200 и 1260 мг/кг, а его подвижность – 21, 19, 17 и 22%, соответственно. В сильно смытой почве содержалось меньше всего органических соединений С и N, характеризовавшихся наименьшей подвижностью. Пул Спм в этих почвах при температуре 22°С и влажности 25 вес. % составил 5.0, 5.0, 5.4 и 6.8% от Сорг, Q<sub>10</sub> в диапазоне 8-22°С в среднем для влажности 5 и 25 вес. % – 2.25, 1.87, 1.97 и 2.35, W<sub>10</sub> в диапазоне влажности 5-25 вес % в среднем для 8 и 22°С – 1.17, 1.18, 1.25 и



1.50, соответственно. Наибольшей минерализуемостью и наибольшей чувствительностью к изменению температуры и влажности характеризовалось наименее физически защищенное органическое вещество намытой почвы. Интенсивная минерализация в течение теплого периода года привела к сокращению минерализуемого и подвижного пулов углерода намытой почвы, и уменьшению различий С<sub>пм</sub> в пахотном (0-20см) и подпахотном (20-40см) слоях. Потери Сор<sub>г</sub> от минерализации за период с мая по сентябрь из 0-20см слоя неэродированной, средне смытой, сильно смытой и намытой почвы при среднемноголетних значениях температуры и недостаточном увлажнении (5 вес. %) прогнозируются в размере 1010, 880, 800, 1080 кг/га, а при оптимальном увлажнении (25 вес. %) – 1230, 1160, 1150 и 1740 кг/га, соответственно, что подтверждается результатами полевых измерений эмиссии CO<sub>2</sub>. Пул N<sub>пм</sub> в изученных почвах составил 5.7, 7.3, 7.1 и 7.2% от N<sub>общ</sub>, а прогнозируемая минерализация азота – 67, 104, 107 и 110 кг/га при недостаточном увлажнении и 99, 163, 167 и 172 кг/га при оптимальном увлажнении, соответственно. В смытых и намытой почвах органические соединения азота минерализовались вдвое быстрее, чем в неэродированной почве. Водная эрозия способствовала увеличению минерализуемости органических соединений углерода и азота в почвах и истощению азотного фонда почв.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №14-04-90025-Бел<sub>а</sub>, 14-04-01575-а, 16-54-00166-Бел<sub>а</sub>).*

УДК 631.417.1:631.417.4

## **МЕТАБОЛИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПОЧВАХ КАШТАНОВО-СОЛОНЦОВОГО КОМПЛЕКСА ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ**

**Удальцов С.Н., Ходжаева А.К., Кузнецова Т.В.**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
Пушино*

[udaltsov@issp.serpukhov.su](mailto:udaltsov@issp.serpukhov.su)

Микробная трансформация органического вещества в почвах – один из основных факторов, определяющих баланс углерода и азота в наземных экосистемах. Метаболическая активность микроорганизмов контролируется количеством и доступностью органических соединений, присутствующих и поступающих в почву из различных источников. Среди большого количества публикаций, посвященных исследованиям минерализации органического вещества различных типов почв, встречаются лишь единичные работы по оценке размеров, скорости минерализации компонентов и фракций активного пула почвенного органического вещества, интенсивности и динамики микробиологических процессов, инициированных внесением различных органических субстратов, для почв каштаново-солонцового комплекса сухостепной зоны Волго-Донского междуречья. Для этого региона проблема предотвращения дегумификации и деградации почвенного покрова вследствие развития эрози-

онных процессов, засоления и дефицита поступления в почвы свежего органического субстрата стоит особо остро.

Объектами исследования служили каштановая несолонцеватая глубоко-солончаковатая почва ( $K2^{нс,гск}$ , целина), солонец средний глубокосолончаковатый ( $C^{нср,гкс}$ , целина), солонец корковый солончаковатый ( $C^{нк,ск}$ , целина) и солонец глубокосолончаковатый ( $C^{нгск}$ , пашня) (Октябрьский р-н Волгоградской обл.). Метаболическую активность микроорганизмов оценивали по интенсивности выделения диоксида углерода из почв в условиях длительного (278 сут) инкубационного эксперимента (22°C, влажность 24 вес.%) при внесении растительной биомассы (C:N=33, в пересчете на 100 г почвы было добавлено 190 мг С и 5.7 мг N). Почвы целинных участков ( $K2^{нс,гск}$ ,  $C^{нср,гкс}$  и  $C^{нк,ск}$ ) содержали соответственно в 3.1, 2.5 и 2.1 раза больше  $C_{орг}$ , чем  $C^{нгск}$  агроценоза, содержание общего азота в почвах целинных участков было в 1.6–2.2 раза выше, чем в солонце пахотного участка. Содержание солерастворимого углерода в почвах составляло 0.6–1.2% от  $C_{орг}$ . Показано, что исходно исследуемые почвы имели очень низкую обеспеченность потенциально-минерализуемым углеродом, доля которого от  $C_{орг}$  составляла 1–2%. Константы скорости минерализации потенциально-минерализуемого углерода для исследуемых почв увеличивались в следующем ряду:  $C^{нк,ск} < K2^{нс,гск} < C^{нср,гкс} < C^{нгск}$ . Содержание углерода микробной биомассы в почвах контрольных вариантов было максимальным в  $C^{нср,гкс}$  целинного участка, а минимальным – в  $C^{нгск}$  пахотного участка, при этом в данных почвах содержание углерода микробной биомассы было близким по содержанию потенциально-минерализуемого углерода, т.е. потенциально-минерализуемый углерод в этих почвах представлен в основном углеродом микробной биомассы. Доля углерода микробной биомассы в исследуемых почвах составляла 0.7–1.3% от  $C_{орг}$ .

Кумулятивное выделение диоксида углерода в контрольных вариантах было минимальным из  $C^{нгск}$  агроценоза, а максимальным – из  $C^{нк,ск}$  целинного участка. Внесение в исследуемые почвы растительной биомассы инициировало повышение в 2.4–4.8 раз метаболической активности микроорганизмов, оцененной по кумулятивному выделению диоксида углерода из почв, по сравнению с вариантами без внесения растительной биомассы. Метаболическая активность микроорганизмов была наиболее высокой в  $C^{нгск}$  пахотного участка – в почве с самым низким исходным содержанием  $C_{орг}$ . Установлено, что метаболическая активность микроорганизмов при внесении растительной биомассы имела достоверную обратную зависимость ( $r = -0.795$ ,  $p < 0.001$ ) от константы скорости минерализации потенциально-минерализуемого углерода в исходной почве.

*Исследования частично поддержаны грантами РФФИ (№ 14-04-00934а), НШ-6123.2014.4 и Программой Президиума РАН № 15.*

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ РЕГИОНАХ ЕТР ЗА ИСТОРИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

**Чернова О.В.<sup>1</sup>, Рыжова И.М.<sup>2</sup>, Подвезенная М.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН, Москва,*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[ovcher@mail.ru](mailto:ovcher@mail.ru)

Работы по изучению изменения запасов углерода в экосистемах обычно охватывают небольшой промежуток времени и посвящены однонаправленной смене использования территории. Экстраполяция результатов таких исследований на значительные площади и длительный период времени не дает удовлетворительных результатов, поэтому прогнозные или ретроспективные оценки динамики углеродных пулов в регионах, испытавших многократные разнонаправленные смены типов землепользования, весьма затруднительны. Мы полагаем, что при оценке динамики углеродных пулов на региональном уровне более перспективно сравнение современных запасов углерода с потенциальными, характеризующими естественные экосистемы.

Целью работы было сравнение величины и структуры запасов органического углерода: актуальных (при современном состоянии экосистем и структуре землепользования) и потенциальных (для некоего гипотетического доисторического состояния с коренной растительностью) на примере двух регионов южной тайги и лесостепи Европейской России. В качестве модельных выбраны Костромская (южная тайга) и Курская (лесостепь) области, коренным образом различающиеся по составу почвенного покрова и типам землепользования, и, в меньшей степени, – по климатическим характеристикам. Потенциальные и актуальные запасы углерода в фитомассе и 100-см слое почвы оценены с использованием сходных подходов: на единой картографической основе (Почвенная карта РСФСР М:1:2 500 000, ред. В.М. Фридланд, 1988) рассчитаны площади почв определенной таксономической принадлежности и гранулометрического состава; при оценке потенциальных запасов углерода учтено распределение естественной растительности (Карта растительности СССР М:1:4 000 000, 1990), а актуальных – современная структура земельных угодий и типо-возрастная структура лесных насаждений.

Расчеты показали, что за период антропогенного использования запасы и соотношение пулов органического углерода модельных территорий уменьшились в разной степени. В Костромской области (южная тайга) заметное снижение углеродного пула фитомассы (на 40%) обусловлено активным использованием лесного фонда, а незначительное уменьшение запасов органического углерода в почвах (на 1-2%) – слабым развитием здесь сельскохозяйственного производства. Максимальными запасами органического углерода характеризуются болотные торфяные почвы ( $24-65 \text{ кг/м}^2$ ), в автоморфных пахотных почвах они обычно немного ниже ( $4,4-6,9 \text{ кг С/м}^2$ ), а в почвах сенокосов и пастбищ – равны или несколько выше, чем в аналогичных почвах под естественными лесами. В южной тайге перевод пахотных земель в залежи не может оказать существенного влияния на увеличение запасов органического

углерода в почве, но способствует повышению общего запаса углерода в экосистемах за счет роста запасов фитомассы и формирования подстилки.

В Курской области (лесостепь) высокая степень распашки территории и практически полное сведение древесной растительности привели к значительному уменьшению углеродных пулов как фитомассы, так и почвы (на 80 и 23-27%, соответственно). Максимальные запасы почвенного углерода (33-38 кг С/м<sup>2</sup>), характеризуют целинные тяжелосуглинистые и глинистые выщелоченные и типичные черноземы, в пахотных аналогах они значительно ниже (23-28 кг С/м<sup>2</sup>). Широкомасштабный перевод пахотных земель в залежи здесь невозможен, но оптимизация структуры сельскохозяйственных угодий, увеличение площадей пастбищ и сенокосов за счет сокращения пахотных земель может несколько увеличить запасы почвенного органического углерода и предотвратить дальнейшее их снижение.

Расчеты показали, что за исторический период в обоих рассмотренных регионах с преобладанием как лесного, так и сельскохозяйственного производства, соотношение углеродных пулов территорий сдвинулось в сторону повышения доли почвы в общих запасах углерода.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ  
В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Руководитель: Иванова С.Е.

---

УДК 631.452:631.83

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЛИЙНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ УРУГВАЯ**

**Гарсия Ф.О.**

*Международный институт питания растений, Буэнос-Айрес, Аргентина*  
[fgarcia@ipni.net](mailto:fgarcia@ipni.net)

Сельское хозяйство Уругвая исторически развивалось в регионах страны, почвы которых имели высокую обеспеченность обменным калием, при использовании традиционной системы обработки почв и севооборотов с включением пастбищных полей, что объясняет отсутствие рекомендаций по применению калийных удобрений. Ранние исследования отзывчивости растений на применение калийных удобрений проводились с культурами, имеющими высокую потребность в калии: сахарным тростником, сахарной свеклой, картофелем, луком, хлопчатником, для которых были разработаны рекомендации по применению минеральных удобрений на разных типах почв. В 1960-х гг. результаты первых исследований питания зерновых продемонстрировали отзывчивость пшеницы на внесение калийных удобрений на почвах, развитых на песчаниках меловой формации.

Однако за последние два десятилетия ситуация в сельском хозяйстве Уругвая изменилась: произошла интенсификация систем земледелия, современный уровень интенсивности составляет 1,5 культуры в год, что истощает резервы почвенного калия. Результаты исследований в департаменте Сорьяно (Западная сельскохозяйственная зона) свидетельствуют, что содержание  $K_{обм}$  в сельскохозяйственных почвах снизилось на 40 и 44 % в слоях 0-7,5 и 7,5-15 см соответственно по сравнению с залежными почвами. Кроме того, сельское хозяйство стало распространяться на малоплодородные почвы северо-центральных и восточных регионов, где преобладают почвы с низким содержанием  $K_{обм}$ .

Без применения калийных удобрений в земледелии Уругвая исторически складывался отрицательный баланс калия, а в последние два десятилетия с ростом посевных площадей сои из-за ее высокой потребности в калии баланс стал еще более дефицитным. Экспорт сои в 2014 г составил 3,6 млн т, то есть, исходя из среднего содержания калия в семенах сои, его вынос с урожаем составил 63 тыс. т  $K_2O$ .

В полевых исследованиях конца 90-х – начала 2000-х гг, проводимых агрономическим факультетом Республиканского университета, Национальным исследовательским институтом сельского хозяйства и другими организациями на почвах с низким содержанием  $K_{обм}$  в ряде случаев были выявлены признаки недостатка калия у кукурузы и лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus*

L.). Распространение внешних признаков недостатка калия, подтверждаемое результатами тканевого анализа, повлекло проведение специальных исследований, продемонстрировавших отзывчивость ряда культур на внесение калийных удобрений. Обобщение результатов более чем 60-ти исследований (с единой системой обработки почвы, схемой опытов, дозами и формами калийных удобрений) позволило установить, что критическое содержание  $K_{обм.}$  в слое почвы 0-20 см составляет 0,3-0,4 ммоль (экв)/100 г почвы (120-160 мг К/кг почвы). Это был прорыв в изучении калийной проблематики в Уругвае.

Исследования последних лет направлены на изучение возможности прогнозирования прибавки урожая в зависимости от обеспеченности почвы  $K_{обм.}$  и вариабельности его определения. Качество послеуборочных растительных остатков и способы их утилизации могут оказывать влияние на распределение калия по профилю почвы. Результаты определения содержания  $K_{обм.}$  в почвенных образцах полевой влажности лучше коррелировали с урожайностью, чем определение в сухих образцах. Оценка содержания необменного калия (извлекаемого тетрафенилборатом натрия) улучшило корреляцию между содержанием обменного калия и прибавкой урожая.

Дальнейшие исследования необходимо сфокусировать на изучении динамики почвенного калия в зависимости от минералогического состава и физических свойств почвы, изменения систем земледелия и способов обработки почв в средне- и долгосрочной перспективе, что поможет разработать рекомендации по применению калийных удобрений. Эффективность использования калийных удобрений зависит от успехов изучения динамики калия в системе «почва-растение» и подразумевает изучение минерального питания растений и агрохимических свойств почв в условиях регулируемого почвенного плодородия.

УДК 631.452:631.83

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ С/Х КУЛЬТУР В ЦФО**

**Иванова С.Е.<sup>1</sup>, Романенков В.А.<sup>2</sup>, Никитина Л.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Международный институт питания растений, Москва,*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,*

<sup>3</sup>*ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, Москва*

[sivanova@ipni.net](mailto:sivanova@ipni.net)

В настоящее время оптимизации калийного состояния пахотных почв в отечественном земледелии уделяется недостаточно внимания. Данное исследование было направлено на совершенствование рекомендаций по внесению калийных удобрений при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Изучалось влияние калийных удобрений на урожайность и качество сельскохозяйственных культур при высоком уровне урожайности, последствие калийных удобрений, внесенных под наиболее требовательную к калию культуру звена севооборота, а также экономическая эффективность применения калийных удобрений.

Методическая основа исследований - трехлетние производственные опыты с возрастающими дозами калийных удобрений вносимые под культуры, имеющие высокие потребности в калии - сахарная свекла, кукуруза на зерно, соя и рапс. Опыты проводились в 2012-2015 годах в Липецкой, Воронежской, Белгородской и Ростовской областях на черноземе выщелоченном (Воронежская обл.), типичном (Белгородская обл., Воронежская обл.), оподзоленном (Липецкая обл.), обыкновенном карбонатном (Ростовская обл.), а также на темно-серой лесной почве (Липецкая обл.).

За 3 года исследований были получены данные о высокой отзывчивости культур на внесение калийных удобрений в опытах в ЦЧР с сахарной свеклой, кукурузой на зерно, рапсом и соей. В Липецкой и Воронежской областях в вариантах с внесением калийных удобрений средняя урожайность корнеплодов составила 51-55 т/га и 58-63 т/га соответственно. При этом средняя относительная прибавка урожайности от калия составила 6-15 % и 9-17 %, а агрономическая эффективность калийных удобрений была на уровне 41-70 кг корнеплодов/кг  $K_2O$ . Калийные удобрения также значительно повышали сахаристость корнеплодов и сбор сахара с гектара.

В опытах с кукурузой на зерно в Воронежской области в вариантах с внесением калийных удобрений средняя урожайность составила 6,5-7,3 т/га, при средней относительной прибавке урожайности от калия 10-23 % и агрономической эффективности калийных удобрений 3-11 кг зерна /кг  $K_2O$ . Кроме того, калийные удобрения повышали качество зерна кукурузы.

В опытах с рапсом в Липецкой области в вариантах с внесением калийных удобрений средняя урожайность составила 1 т/га, при средней относительной прибавке урожайности от калия 11-18 % и агрономической эффективности калийных удобрений 1,1-2,4 кг зерна /кг  $K_2O$ .

В опытах с соей в Белгородской области в вариантах с внесением калийных удобрений средняя урожайность составила 2 т/га, при средней относительной прибавке урожайности от калия до 5%.

Сравнение экономической эффективности применения калийных удобрений в полевых опытах под различные культуры показало, что максимальный рост доходности с 1 га наблюдался при внесении удобрений под сахарную свеклу и кукурузу на зерно.

УДК: 633.15:631.811

## ОТЗЫВЧИВОСТЬ КУКУРУЗЫ НА КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Носов В.В.<sup>1</sup>, Бирюкова О.А.<sup>2</sup>, Божков Д.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Международный институт питания растений, Краснодар,

<sup>2</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

[vnosov@ipni.net](mailto:vnosov@ipni.net)

Кукуруза – калиелюбивая культура, предъявляющая повышенные требования к уровню обеспеченности почв доступными для растений формами калия. Работы, проведенные в последнее время на юге России, свидетельствуют о том, что калийному питанию кукурузы должно уделяться большее

внимание. В связи с этим нами была изучена эффективность применения калийных удобрений под кукурузу в серии однолетних полевых опытов, которые проводились в Целинском районе Ростовской обл. в течение 5-ти лет (2011-2015 гг.). В 2011-2014 гг. выращивался гибрид Фурио, а в 2015 г. – гибрид П9175. Исследования проводились на черноземе обыкновенном со слабощелочной реакцией среды, низким содержанием гумуса, а также средним и повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия соответственно (по методу Мачигина). Содержание обменного калия (по методу Масловой) было очень высоким. Минеральные удобрения вносились под предпосевную культивацию. Кроме того, проводилась обработка семян сульфатом цинка.

Результаты проведенных опытов по изучению отзывчивости кукурузы на калий в целом соответствуют уровню почвенного плодородия. Достоверная прибавка урожайности зерна от применения калийных удобрений наблюдалась в 3-х из 5-ти лет исследований и составила 0.12-0.55 т/га или 2-7%. Максимальная прибавка урожайности от калия наблюдалась в наиболее благоприятном 2011 г. Следовательно, калийснабжающая способность изученной почвы недостаточна для удовлетворения потребностей растений в калии при высоком уровне продуктивности.

Были также изучены показатели, применяемые для оценки эффективности использования калия из удобрений растениями. Так, коэффициент использования калия из удобрений растениями кукурузы, рассчитанный разностным методом, составил в среднем 41%. Следовательно, наблюдалась сравнительно невысокая эффективность использования калия из внесенных удобрений растениями. Калийные удобрения не применялись в хозяйствах уже достаточно долгое время. Возможно, сказалось длительное истощение почвы по калию, которое могло способствовать усилению калийфиксирующей способности чернозема обыкновенного. Агрономическая эффективность применения калийных удобрений или их окупаемость прибавкой урожая зерна составила в среднем 4,3 кг зерна/кг  $K_2O$ . Это относительно высокий показатель с учетом того, что в опытах вносились несколько повышенные дозы калия (60 кг  $K_2O$ /га), чтобы гарантировать отсутствие недостатка калия у растений.

С 2014 г. в полевые опыты был включен новый вариант, где основное внесение калийных удобрений проводится при посеве в сниженной дозе (30 кг  $K_2O$ /га). Исходя из имеющихся двухлетних данных, между двумя вариантами с разными дозами, сроками и способами внесения калийных удобрений не наблюдается статистически значимых различий. По-видимому, при высоком классе обеспеченности чернозема обыкновенного доступными для растений формами калия, внесение калийных удобрений вразброс может быть заменено на их локальное внесение при посеве в меньшей дозе. Безусловно, для окончательных выводов требуется дальнейшее изучение данного вопроса.

Проведенные исследования в целом продемонстрировали достаточно объективную оценку калийного состояния чернозема обыкновенного при использовании стандартного метода агрохимического анализа на содержание подвижных форм калия в почве. Предполагается, что при излечении калия из почвы вытяжкой карбоната аммония протекают в основном реакции ионного обмена между ионами аммония и ионами калия, то есть извлекается именно почвенный калий, доступный растениям.



## СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВ КАЛИЕМ В ЦЧР

**Романенков В.А.<sup>1</sup>, Никитина Л.В.<sup>2</sup>, Иванова С.Е.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,

<sup>2</sup>ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, Москва,

<sup>3</sup>Международный институт питания растений, Москва

[geoset@yandex.ru](mailto:geoset@yandex.ru)

В трехлетних производственных опытах (2013-2015 гг.) с культурами, имеющими высокие потребности в калии и возделываемых при интенсивных технологиях в Центрально-Чернозёмном (ЦЧР) и Северо-Кавказском регионах, проводилась оценка обеспеченности почв калием комплексом методов: определение содержания обменного калия по методу Масловой (1М СН<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>), содержания подвижного калия по методу Чирикова (0,5 М СН<sub>3</sub>COOH) и Мачигина (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; слабосолевая хлоркальциевая вытяжка (0,01М CaCl<sub>2</sub>), отражающая степень подвижности калия. Для опытов отбирались участки с высокой и очень высокой обеспеченностью подвижным калием, наиболее часто используемые в производстве для возделывания сахарной свёклы и кукурузы.

Установлено, что из черноземных почв Белгородской, Воронежской и Липецкой областей по методу Масловой извлекалось в 1,7-3,9 раз больше калия, чем по методу Чирикова. Абсолютные различия составляли 90-209 мг/кг. Содержание обменного калия в опытах ЦЧР отвечало большему уровню обеспеченности калием по сравнению с подвижной формой, на 1-2 градации. Данная тенденция была больше выражена с утяжелением гранулометрического состава почв Воронежской, Липецкой и Белгородской областей. В почвах Ростовской области методы Мачигина и Масловой извлекали практически равное количество доступного калия. По результатам хлоркальциевой вытяжки с утяжелением гранулометрического состава подвижность обменного калия снижалась только для почв Воронежской и Липецкой областей.

Корреляционный анализ взаимосвязи между различными формами калия, определенными перед началом проведения опытов, показывает, что наиболее тесная корреляция наблюдается между калием, извлекаемым обменно и CaCl<sub>2</sub>-вытяжкой (0,71-0,93), более низкая – между обменным и подвижным калием ( $r = 0,28-0,76$ ), а также подвижным калием и калием, переходящим в CaCl<sub>2</sub>-вытяжку ( $r = 0,22-0,73$ ).

При усреднении данных в пределах одной области наиболее стабильной оказалась корреляция между обменным калием и калием, извлекаемым CaCl<sub>2</sub>-вытяжкой, за исключением Воронежской области, где сказывалось значительное варьирование гранулометрического состава почв двух разных опытов. Таким образом, зависимости между содержанием подвижного калия и его обменно-поглощенными и доступными растениям формами, установленные для территории отдельного поля, носят локальный характер, в то время как корреляции между обменной и легкоподвижной формой являются более универсальными.

Используемые методы определения по-разному отражали изменения форм калия под действием доз калийных удобрений. Уменьшение обменных и подвижных форм соответствовало в большинстве вариантов опытов отрицательному балансу калия, а увеличение – положительному балансу в течение первого года проведения опытов (действие калийных удобрений). Оценка взаимосвязи баланса калия с изменением обменной и подвижной форм показывает сравнительно большую чувствительность к складывающемуся балансу калия обменной формы. После одного и двух лет исследований последствие калийных удобрений количество подвижного и обменного калия может возрасти, при этом степень обеспеченности подвижным калием почвы сохраняется либо возрастает на одну градацию. Наибольшее увеличение в условиях последствие установлено в вариантах без удобрений, на азотно-фосфорном фоне и с последствием низкой дозы калийных удобрений.

УДК 631.416.4

## **ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ КАЛИЙНОГО ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗЕМЛЕДЕЛИИ УКРАИНЫ**

**Христенко А.А.<sup>1</sup>, Иванова С.Е.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *ННЦ Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского,  
Харьков, Украина,*

<sup>2</sup> *Международный Институт Питания Растений, Москва  
[khristenko.an@mail.ru](mailto:khristenko.an@mail.ru)*

Исследования проводились в рамках совместного проекта ННЦ «ИПА имени А.Н. Соколовского» и Международного института питания растений (International Plant Nutrition Institute).

Установлено, что параллельное проведение химических анализов почв на основе разных нормативных документов часто приводит к получению противоречивой оценки обеспеченности почв калием.

Известно, что между данными определения  $K_2O$  в почве, получаемыми с помощью стандартов СССР (методы Кирсанова, Чирикова, Мачигина, Масловой и др.) и гранулометрическим составом почв существует прямая зависимость, что часто ведет к искажению (завышению или занижению) реальной оценки калийного состояния почв.

В этой связи стандартами Украины (ДСТУ) установлены нормы погрешности определения  $K_2O$  в зависимости от содержания физической глины и предложены соответствующие поправки. Кроме того, стандартизированы солевые методы, в частности разработан стандарт на метод Дашевского (0,03% раствор  $MgSO_4$ ). Необходимость данного нормативного документа обусловлена тем, что результаты анализов почв по этому методу практически не зависят от значений их гранулометрического состава.

На основе данных, полученных с использованием национальной системы почвенной диагностики, установлено, что природный калийный уровень пахотных почв, практически независимо от их типа, находится в границах средней обеспеченности этим элементом питания растений. Поэтому для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, на

большинстве пахотных почв страны, содержащих мало остаточного калия удобрений, необходимо вносить калийные удобрения.

Установлено, также, что эффективность калийных удобрений снижается от западных, более увлажненных, к восточным и юго-восточным, более засушливым провинциям страны. Так, например, согласно полученной математической модели, при значении ГТКV-IX, соответствующему коэффициенту 1,5, окупаемость 1 кг K<sub>2</sub>O удобрений составляет 66,3 кг корнеплодов сахарной свеклы, а при значении ГТКV-IX 0,9 – всего 19,6 кг.

То есть, невысокая эффективность калийных удобрений на черноземах обыкновенных, южных и темно-каштановых почвах тяжелого гранулометрического состава, обусловлена не “хорошей” обеспеченностью этих почв калием, а недостатком влаги, характерным для зоны распространения данных почв.

Исследования, проведенные в 2011-2013 гг. на базе полевого опыта на черноземе оподзоленном тяжелосуглинистом показали высокую эффективность, а также экономическую целесообразность применения калийных удобрений на данной почве. Разработаны модели зависимости урожая зеленой массы кукурузы, зерна яровой пшеницы и корнеплодов сахарной свеклы от доз и соотношений калийных и азотно-фосфорных удобрений. Локализация внесения калийных удобрений (под предпосевную культивацию) существенно повышает урожай зеленой массы кукурузы и сахарной свеклы в сравнении с разбросным внесением под вспашку.

Теоретические разработки, анализ и обобщение данных научных учреждений и агрохимслужбы Украины, а также результаты проведенных полевых и вегетационных опытов, позволяют дать обоснованное заключение о целесообразности использования калийных удобрений не только на почвах зон Украинского Полесья и Лесостепи, а также на значительной части степной зоны.

В условиях богары экономическая отдача от применения калийных удобрений на черноземах обыкновенных, южных и темно-каштановых почвах зоны Степи существенно ниже, чем на почвах оподзоленного ряда. Тем не менее, повышение уровня агротехники, точный выбор приоритетных культур, широкое использование приемов, направленных на накопление и сохранение почвенной влаги, оптимизация азотно-фосфорного питания, точная почвенная диагностика, позволяют существенно повысить агрохимический и экономический эффект от применения калийных удобрений на этих почвах.

УДК 631.81 : 631.41

## **ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Якименко В.Н., Нечаева Т.В.**

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск*  
[yakimenko@issa.nsc.ru](mailto:yakimenko@issa.nsc.ru)

Калий – один из важнейших элементов минерального питания растений – выполняет существенные агрохимические и экологические функции в агроценозах. Тем не менее, использование калийных удобрений в земледелии Западной Сибири перманентно находится на минимальном уровне; даже в пери-

од наибольших масштабов химизации (1981-90 гг.) средняя доза их внесения в регионе составляла 3-5 кг/га. В настоящее время калийные удобрения практически не применяются – при средней дозе вносимых туков около 5 кг/га доля калия в общей структуре не превышает 1-2%. Учитывая постоянное нарастающее истощение пахотных почв в отношении калия, изучение их калийного состояния и его связи с продуктивностью выращиваемых культур, а также корректировка методов, параметров и градаций оценки обеспеченности почв этим элементом в настоящее время весьма актуальны.

Результаты проведенных нами длительных исследований и анализ литературных данных показывают, что эффект от внесения калийных удобрений отчетливо проявляется при следующих обстоятельствах: низком исходном содержании калия в почве; достаточном обеспечении культур азотом и фосфором; длительном интенсивном сельскохозяйственном использовании почвы; выращивании калиелюбивых культур.

Рациональное регулирование калийного состояния пахотных почв в не-малой степени зависит от методики его оценки. Следует сказать, что существующая рутинная система почвенной калийной диагностики достаточно несовершенна и не всегда позволяет реально оценить эффективное плодородие почв. Поэтому представляется целесообразным переход от единых стандартных градаций к совокупности региональных шкал, а также комплексное использование нескольких диагностических показателей. Обязательным условием адекватной оценки почвенного содержания обменного калия и, соответственно, его доступных для растений запасов, является учет гранулометрического состава конкретной почвы. По результатам длительных исследований на автоморфных почвах Западной Сибири нами была проведена сравнительная оценка ряда диагностических показателей калийного состояния почв и разработаны градации обеспеченности калием почв агроценозов.

Важным свойством минеральных удобрений является пролонгированность их действия (или последствие), которое зависит как от внесенной дозы, так и, прежде всего, их вида, что обусловлено спецификой трансформации в почве того или иного макроэлемента. Исследования показали, что длительность периода последствия внесенных калийных удобрений определяется их дозами, используемыми в предшествующие годы. Даже при многолетнем применении невысоких (30–60 кг) доз калийных удобрений период их последствия на среднесуглинистой почве не превышает 1–2 лет. Запасы калия в почве агроценоза, сформировавшиеся при длительном применении повышенных доз калийных удобрений (120–150 кг), оказывают существенное положительное влияние на урожай картофеля в течение 4–5 лет после прекращения их использования. Высокое содержание подвижных форм калия в почве агроценоза после прекращения использования калийных удобрений довольно быстро (за 4–5 лет) снижается до минимального уровня.

В целом, проведенные многолетние исследования свидетельствуют, что стратегия повышения эффективности функционирования агроценозов должна обязательно предусматривать и оптимизацию в них режима калия, которая в значительной степени определяется рациональным применением калийных удобрений. Проведение мониторинга калийного состояния пахотных почв следует осуществлять на основе комплексного использования показателей и градаций обеспеченности, характеризующих как наиболее доступные растениям формы калия, так и потенциальные почвенные ресурсы их восполнения.

**ФИЗИКА ПОЧВ**

**Председатель – д. б. н. Е.В. Шейн**

---

УДК 631.4

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИМАСШТАБНОЙ  
ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ПОЧВ**

**Абросимов К.Н.<sup>1</sup>, Романенко К.А.<sup>1,3</sup>, Герке К.М.<sup>2</sup>, Белохин В.С.<sup>3</sup>,  
Скворцова Е.Б.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,*

<sup>2</sup>*ФГБУН Институт динамики геосфер Российской академии наук, Москва,*

<sup>3</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[kv2@bk.ru](mailto:kv2@bk.ru)

Мультимасштабная томографическая съемка – основной этап при изучении иерархического строения почвы от метра до нанометра, часть более глобального экспериментального исследования проводимого с целью математического описания структуры почв, классификации почвенных структур и экспресс-определения пространственно-геометрических свойств почвы по данным рентгеновской микротомографии и/или по реконструкциям на основании различных данных (наборы томографических срезов, грансостав и т.п.). В основе проекта лежит описание и реконструкция почвенной структуры с помощью корреляционных функций.

Метод рентгеновской микротомографии на данный момент единственное средство позволяющее изучить внутреннюю структуру почвенного тела не повреждая ее. Выбор разрешения томографической съемки определяется поставленной задачей поэтапного изучения общей структуры и отдельных микрокомпонентов.

Объектом томографического исследования выбрана дерново-подзолистая почва – лесная и пахотная (п. Ельдигино, Московская область). Были отобраны почвенные монолиты метровой высоты из почвенного разреза лесной и пахотной почвы. Монолиты подготовлены и герметизированы для томографической крупномасштабной съемки на геологическом томографе при разрешении 100мкм. Задача данного этапа – съемка почвы в условиях естественной влажности. По итогам изучения результатов съемки из монолита отбирались микромонолиты для томографической съемки со средним и высоким разрешением – 16 и 3,2 мкм.

Микромонолиты взяты из метрового монолита через каждые 10 см в двукратной повторности. Так же несколько микромонолитов взято с переходных горизонтов. Отдельно к исследованию добавлены образцы с глубины 180см. Помимо микромонолитов с тех же точек отбирались агрегаты для исследования на РЭМ.

По ходу изучения результатов томографической съемки можно утверждать, что поэтапная съемка с выбранными разрешениями прекрасно допол-

няет друг друга позволяя получить целостную картину структуры почвы и порового пространства.

При разрешении 100 мкм (цилиндр 100\*20см) видны крупные структурные элементы, поры более 400мкм, крупные коры, инфиллинги и крупные ортштейны. Прекрасно различимы почвенные горизонты и переходные области.

При 16мкм различимы мелкие ортштейны, большинство элементов меж агрегатной пористости и границы натечных новообразований.

Разрешение 3.2мкм позволяет диагностировать поры и любые детали крупнее 10мкм

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 15-34-20989 мол\_а\_вед и 16-04-00949 А.*

УДК 631.436

## **ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ИХ РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА**

**Архангельская Т.А., Лукьященко К.И.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[arhangelskaia@gmail.com](mailto:arhangelskaia@gmail.com)

Температуропроводность почвы равна отношению теплопроводности к объемной теплоемкости и отражает как способность почвы проводить тепло, так и ее способность изменять свою температуру при поступлении или потере тепла. Чем больше температуропроводность почвы, тем больший слой захватывают суточные и сезонные колебания температуры и тем меньше запаздывают температурные волны в почве по сравнению с поверхностью.

Объемная теплоемкость почвы растет с влажностью, плотностью и содержанием органического вещества по линейному закону. Теплопроводность почвы тоже зависит от влажности, плотности и содержания органического вещества, но зависимости эти имеют нелинейный характер. Кроме того, теплопроводность почвы как дисперсной системы сильно зависит от размера составляющих ее минеральных зерен, т. е. от гранулометрического состава почвы. Поэтому зависимости температуропроводности от влажности для различных почв сильно различаются и в отношении численных значений, и по форме.

Исследована температуропроводность почв Русской равнины, в том числе целинных, пахотных и залежных. Содержание песка в образцах менялось от 0 до 97 %, плотность от 0.85 до 1.82 г/см<sup>3</sup>, содержание органического углерода – от 0.1 до 6.5 %. Температуропроводность воздушно-сухих образцов менялась от  $0.86 \times 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с для глин до  $4.49 \times 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с для песчаных почв; температуропроводность капиллярно-насыщенных почв достигала  $3.08 \times 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с для глин,  $9.69 \times 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с для суглинков и  $9.52 \times 10^{-7}$  м<sup>2</sup>/с для песков.

Зависимости температуропроводности от влажности имели различную форму. При низком содержании песка температуропроводность почв возрастала с влажностью во всем исследованном диапазоне по почти линейному закону. При увеличении доли песчаной фракции экспериментальные кривые

приобретали S-образную форму, характерную для суглинков. При агрогенном уплотнении пахотных почв S-образная форма экспериментальных кривых переходила в почти ступенчатую. Напротив, на залежи эта ступенька постепенно сглаживалась, приближаясь к форме, характерной для целинных почв. При высоком содержании песка экспериментальные кривые демонстрировали выраженный максимум при влажности между 0.1 и 0.25 см<sup>3</sup>/см<sup>3</sup> и некоторое уменьшение температуропроводности при более высоких значениях влажности.

Разработана иерархическая система моделей, позволяющих оценивать температуропроводность почв по доступным данным о гранулометрическом составе, влажности, плотности и содержании органического углерода. На первом этапе построения моделей экспериментальные зависимости температуропроводности от влажности аппроксимировали четырехпараметрической функцией. На втором этапе получали регрессионные формулы, позволяющие оценивать параметры предложенной функции по доступным данным об основных почвенных свойствах. Последний этап работы заключался в том, чтобы оценить точность построенных моделей, используя независимые данные.

Модели первого уровня основаны на использовании данных о плотности и органическом углероде и предполагают использование различных регрессионных формул для различных текстурных классов. Модели более высокого уровня дополнительно используют данные о гранулометрическом составе, в некоторых случаях – ранговый гранулометрический показатель, который варьирует от 1 для легких почв до 7 для тяжелых. Точность построенных моделей меняется от 17 % для суглинков до 44 % для глин, что превосходит точность опубликованных до сих пор аналогичных моделей.

Исследования теплоемкости почв методом дифференциальной сканирующей калориметрии позволили уточнить современные оценки величины теплоемкости органического вещества почв. По данным о теплоемкости и температуропроводности были построены зависимости теплопроводности исследованных почв от влажности, что позволило отдельно проанализировать вклады теплоемкости и теплопроводности в температуропроводность почв и, соответственно, в формирование их температурного режима.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 14-04-01761.*

УДК 631.41

## **МИГРАЦИЯ ПАКЛОБУТРАЗОЛА В ПОЧВЕ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Астайкина А.А.<sup>1</sup>, Колупаева В.Н.<sup>2</sup>, Горбатов В.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, <sup>2</sup>ФГБНУ ВНИИФ, Большие Вяземы  
[astaikina-anzhel@mail.ru](mailto:astaikina-anzhel@mail.ru)

Разложение и миграция пестицидов в почве являются ключевыми процессами, которые определяют их судьбу в окружающей среде и возможность неблагоприятного воздействия на живые организмы.

Целью данной работы было – изучить миграцию паклобутразола в дерново-подзолистой почве в полевом колonoчном и лизиметрическом экспери-

ментах и сравнить результаты опытов с прогнозом по моделями PEARL и MACRO. Паклобутразол – фунгицид, предназначенный для борьбы с альтернариозом, фомозом и мучнистой росой в посевах рапса. Экспериментальное исследование поведения паклобутразола в почве проводили на опытном поле в ФГБНУ ВНИИФ и на 2-х лизиметрах факультета почвоведения МГУ.

Объектами исследования были дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы с нормальным строением почвенного профиля и содержанием органического углерода 2,2% в лизиметрах и 1,5% на опытном поле.

Миграцию паклобутразола в почве изучали в полевом колоночном эксперименте. На выровненную поверхность почвы в колонке равномерно высыпали обработанную препаратом навеску почвы, соответствующую рекомендованной дозе 0,125 кг/га по д.в.. Пробоотбор проводили по слоям на 0, 7, 14, 28, 56, 84 и 114 сутки после обработки.

На поверхность лизиметров пестицид вносили с помощью опрыскивателя в дозах 0,139 кг/га и 0,271 кг/га. Отбор почвенных образцов проводили в день обработки и на 123 сутки после обработки. Лизиметрические воды отбирали регулярно вплоть до наступления морозного периода.

Количественное определение содержания паклобутразола в почве и в воде проводили методом капиллярной газожидкостной хроматографии. Предел обнаружения паклобутразола в почве – 0,040 мг/кг, в воде – 0,005 мг/л. Остаточные количества пестицида в почве в конце вегетационного сезона составили - 28,3% и 0,1% от внесенного количества - в колонках и лизиметрах соответственно.

В полевом колоночном эксперименте миграция паклобутразола в почве была ограничена 5 см. О миграции паклобутразола в лизиметрах можно было судить по присутствию пестицида в стоке на глубине 150 см. Обнаружение фунгицида в лизиметрических водах совпадало с периодом интенсивных осадков, за 14 суток после обработки выпало 76,3 мм осадков, за 30 суток – 101,6 мм. В одном лизиметре (с меньшей дозой применения) паклобутразол в стоке был обнаружен дважды, в другом лизиметре – более 6-ти раз. Максимальная концентрация пестицида в лизиметрической воде наблюдалась в период обильных дождей на 27 сутки после обработки и составила 0,261 мг/л. Суммарный вынос паклобутразола с лизиметрическими водами составил 0,06% в первом лизиметре и 2,6% в другом лизиметре (в % от внесенного количества).

Результаты моделирования по моделям PEARL 4.4.4 и MACRO 5.2 показали миграцию паклобутразола в почвах до глубины 15 см. Модель PEARL с хроматографическим механизмом транспорта вещества не прогнозировала появление фунгицида в стоке. Модель MACRO, предполагающая преимущественное движение вещества по порам, предсказала наличие фунгицида в концентрациях, близких к данным лизиметрического опыта.



## ОПИСАНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЙ МИГРАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ФИЗИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ

**Белик А.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, ВНИИ фитопатологии, Большие Вяземы*  
[belikalexandra@gmail.com](mailto:belikalexandra@gmail.com)

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства невозможно обойтись без средств защиты растений. Однако помимо преднамеренного влияния на целевые организмы, пестициды в случае ненадлежащего использования могут привести к неблагоприятным последствиям в окружающей среде. Для предотвращения негативных эффектов необходимо понимать принципы поведения пестицидов в природных средах, и, безусловно, важно знать особенности их миграции в почве, ведь именно через почвенный покров с конвективным потоком воды химикаты могут оказаться в грунтовых водах.

Для описания миграции пестицидов используются позволяющие учитывать многообразие климатических и почвенных факторов физически обоснованные математические модели, которые построены на основе формул, выражающих фундаментальные законы природы (закон баланса, закон переноса) и имеют неоспоримые экономические и временные преимущества по сравнению с натурными экспериментами. Эти модели на основании кардинально различных подходов к описанию миграционного процесса можно разделить на 2 категории: хроматографические потоковые модели (ХП), основанные на уравнении конвективно-диффузионного переноса (КДП); и модели, учитывающие наличие в почве преимущественных потоков (ПП). В структурных почвах равномерного фронта передвижения влаги не наблюдается вследствие наличия преимущественных путей миграции (макропоры, трещины) и ХП модели дают неудовлетворительные результаты.

Макропоры и почвенные каналы могут быть результатом биологической активности (корневые каналы, червороины), геологических сил (замерзание – оттаивание, иссушение - увлажнение) или агротехнических методов. В макропорах наблюдается быстрый проскок воды, как следствие, процессы сорбции и деградации в гораздо меньшей степени контролируют транспорт химических веществ. Для почв, где транспорт воды происходит в основном по путям преимущественной миграции, характерно наличие больших концентраций пестицида в первых порциях фильтрата («пик концентрации»), что особенно важно учитывать для предотвращения загрязнения грунтовых вод.

Модели, учитывающие преимущественные потоки, активно развиваются в последние 20 лет. В Российской Федерации для целей регулирования рекомендованы европейские модели PEARL и MACRO. Модель PEARL, до недавнего времени являющаяся исключительно ХП моделью, в своей последней версии приблизилась к ПП моделям. PEARL 4.4.4 для описания передвижения влаги использует два потоковых блока (почвенная матрица и макропоры) Внутри блока макропор выделяется два домена: 1- поры продолжающиеся на протяжении всего профиля «main bypass domain» (основной обходной домен)

и 2 – поры, заканчивающиеся на разных глубинах «internal catchment domain» (домен внутреннего водосбора). Отличие модели двойной пористости MACRO от модели PEARL в том, что она делит поровое пространство почвы на домены макро- и микропор, отличающихся скоростью потока. Однако данные модели не лишены недостатков. Так в модели PEARL 4.4.4 пользователь не имеет возможности параметризовать уравнения, описывающие разделение пор на макро- и микродомены. Следовательно, процедура параметризации версии PEARL 4.4.4 практически не отличается от предшествующей версии модели PEARL 3.3.3. А модель MACRO обладает сложным интерфейсом для рутинной работы и требует ввода 4 дополнительных параметров, описывающих геометрию пор, получение значений которых достаточно трудоемко.

Таким образом, на наш взгляд является актуальным усовершенствование модели PEARL 4.4.4 путем параметризации и настройки, для описания преимущественного механизма миграции воды и веществ ближе к ПП-модели MACRO.

УДК 631.43

## **ИЗМЕНЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ**

**Бутылкина М.А., Умарова А.Б., Званцова В.А., Сусленкова М.М.,  
Клепикова Е.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[m.butylkina@gmail.com](mailto:m.butylkina@gmail.com)

Основным источником загрязнения в условиях крупного мегаполиса является автотранспорт. Интенсивное автомобильное движение приводит к постепенному стиранию дорожных покрытий и автомобильных шин, частицы которых смешиваются с продуктами окисления и неполного сгорания углеводородного топлива, обладающими высокой токсичностью. На дорогах с асфальтовым покрытием продуктами их износа являются частицы битумосодержащих материалов, краски или пластмассы от линий разметки дороги. К этому добавляются почвенные частицы, занесенные на проезжую часть с прилегающей обочины. В результате образуется полидисперсная смесь («дорожная пыль»), части которой могут переноситься ветром на достаточно большие расстояния, оседать на растениях и поверхности почвы придорожных экосистем. Влияние дорожной пыли на физические свойства поверхностного слоя почв, в котором происходит основное загрязнение, к настоящему моменту мало изучены.

В работе рассмотрены результаты исследований влияния дорожной пыли на реологические и физико-механические свойства почв в условиях города Москвы. В качестве объектов исследования выбраны почвы, использованные для создания конструкторов на территории Почвенного стационара МГУ: горизонт Апах (верхний слой урбанозема, суглинок легкий иловатый-крупнопылеватый), торф низинный садово-огородный высокой степени раз-

ложения (>30%), почвенная смесь (в соотношении Апах : торф : песок = 1,5 : 1 : 1,95 по сухой массе). Определены основные физические и химические свойства изучаемых почв и дорожной пыли: плотность твердой фазы, содержание углерода, гранулометрический и микроагрегатный составы, удельная поверхность почв по H<sub>2</sub>O и N<sub>2</sub>. Дорожная пыль собрана на Минской улице города Москвы летом 2015 года. Преобладающей оказалась фракция 0,1-0,25 мм, которая составила 63,1%, фракция менее 0,1 мм - 2%. Проведено микроскопирование фракций пыли. По результатам сухого просеивания для эксперимента были выбраны фракции размером менее 1 мм. Для проведения лабораторного модельного эксперимента созданы образцы почв с различным содержанием дорожной пыли (3,5%, 17,5% и 35%, что условно соответствует продолжительности ее накопления в поверхностном слое почвы в течение 1, 5 и 10 лет). Для исходных и загрязненных образцов определены набухание и усадка, получены реологические кривые на вискозиметре РЕОТЕСТ-2, съемка велась в трех циклах. Дорожная пыль характеризуется низкой гигроскопической влажностью 0,71%, низкими значениями удельной поверхности (по N<sub>2</sub> -0,69 м<sup>2</sup>/г), высокой гидрофобностью. Внесение дорожной пыли в состав почвенных образцов привело к увеличению продолжительности их смачивания и капиллярного насыщения. Реологические кривые Апах с различным содержанием дорожной пыли показали возрастание величин начального напряжения сдвига и вязкости. При увеличении дозы дорожной пыли в области высоких скоростей сдвига происходит снижение величин напряжения и вязкости, значительное смещение петли реопексии. Это свидетельствует о структурных изменениях данного горизонта под влиянием загрязнения. Реологические кривые почвенной смеси различной степени загрязнения по своей форме близки кривым торфа и песка. На начальном этапе наблюдается резкое возрастание напряжения и последующий ступенчатый спад, вероятно, обусловленный постепенным разрушением структуры.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 16-04-01851*

УДК 631.43

## **ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ЧЕРНОЗЕМОВ ТИПИЧНЫХ ПРИ РАЗЛИЧНОМ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Быкова Г.С., Тюгай З.Н., Милановский Е.Ю., Шейн Е.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[bykovags@gmail.com](mailto:bykovags@gmail.com)

### **ВВЕДЕНИЕ**

Степень смачивания почв водой влияет на устойчивость агрегатов в воде, передвижение влаги и растворенных в ней веществ, преимущественные потоки влаги, оказывая воздействие на химические и биологические процессы. Существует огромное количество факторов, влияющих на степень смачивания почв (содержание органического вещества (ОВ), минералогический, гранулометрический состав почв и т.д.), поэтому можно сказать, что она от-

ражает состояние почвы, а также изменения, происходящие в ней, в том числе, и в результате антропогенного воздействия. Количественной характеристикой смачивания является краевой угол смачивания (КУС), его измерение – новая и достаточно сложная задача ввиду сложности, гетерогенности и полидисперсности объекта исследования.

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Черноземы типичные рассматривались на примере двух разрезов, один из которых находился под пашней, другой – под лесополосой. Исследуемые почвы расположены в Курской области в плакорных условиях стационарного полевого опыта Курского НИИ агропромышленного производства.

Содержание органического углерода и карбонатов определялось методом сухого сжигания в токе кислорода на экспресс-анализаторе АН-7529 (ПО "Измеритель", г. Гомель)

Измерение угла смачивания проводилось на цифровом гониометре - системе анализа формы капли DropShapeAnalysisSystem DSA100 (KRÜSS, GmbH, Германия) методом сидячей капли. Система дозирования прибора подает тестируемую жидкость (деаэрированную дистиллированную воду), на поверхность подготовленных образцов каплями объемом 1,5 мкл со скоростью 200 мкл/мин. Момент подачи капли и ее постепенного впитывания записывается на видео, на полученной видеозаписи осуществляется поиск момента, когда капля полностью соприкоснется с поверхностью почвы, но еще не начнет впитываться, в этот момент производится измерение КУС с помощью соответствующего программного обеспечения.

Образец подготавливался следующим образом: растертые с помощью резинового пестика образцы просеивались через сито с диаметром сетки 250 мкм и помещались на 24 часа в сушильный шкаф с температурой 45°C; на предметные стекла наклеивались полоски двусторонней клейкой ленты (0,5x0,5 см); на клейкий слой ленты ровным слоем наносилась почва, накрывалась другим стеклом, на которое устанавливался груз массой 300 г на одну минуту; не приклеившиеся излишки почвы стряхивались; для получения максимально ровного слоя почва наносилась второй раз таким же образом.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В разрезах чернозема типичного под лесополосой и под пашней наблюдается прямая связь между содержанием ОВ и степенью смачиваемости почв водой - рост КУС с увеличением содержания ОВ (R-Спирмена равен 0,80 ( $p < 0.2$ ) и 0,82 ( $p < 0.05$ ) соответственно). В разрезе под лесополосой гидрофильность возрастает от 78,1° до 49,6° на глубинах от 5 до 50 см. Ниже отмечается едва уловимое увеличение гидрофобности (50,2° на глубине 88 см), что, по-видимому, связано с появлением на этих глубинах карбонатов. В черноземе под пашней мы наблюдаем иную картину: в верхних слоях содержание ОВ почти в два раза ниже, чем в профиле, расположенном под лесополосой, с глубиной содержание ОВ в сравниваемых профилях выравнивается. КУС достигает своего максимума (67,2°) на глубине 20 см, с глубиной снижаясь до 19°.

#### ВЫВОДЫ

Полученные данные согласуются с теоретическими представлениями о гидрофобизирующей роли ОВ почв. В исследуемых почвах наблюдается увеличение гидрофильности почвы вниз по профилю и с увеличением содержания карбонатов. Снижение содержания органического углерода в пахотном гори-

зонте обрабатываемого чернозема отражается на свойствах поверхности твердой фазы, делая ее более гидрофильной.

УДК 631.51-76

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВЕННОЙ АГРЕГАЦИИ

**Васильева Н.А.<sup>1</sup>, Владимиров А.А.<sup>4</sup>, Смирнов А.П.<sup>2</sup>, Матвеев С.А.<sup>2</sup>,  
Тыртышников Е.Е.<sup>3</sup>, Юдина А.В.<sup>1,2</sup>, Милановский Е.Ю.<sup>1,2</sup>, Шейн Е.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,*

<sup>2</sup> *МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,* <sup>3</sup> *Институт вычислительной математики, Москва,* <sup>4</sup> *Объединенный институт ядерных исследований,*

*Дубна*

[nadezda.vasilyeva@gmail.com](mailto:nadezda.vasilyeva@gmail.com)

Почвенные биохимические взаимодействия на микроуровне, происходящие в обратной связи с физической агрегацией частиц, приводят к формированию почвенных режимов, наблюдаемых на макроуровне. Это важное явление является интересным случаем самоорганизации в сложных системах. В настоящем исследовании мы разработали физически-обоснованную математическую модель почвенной агрегации, учитывающую известные биологические нелинейные обратные связи с физическими факторами среды. Согласно нашим предшествующим экспериментальным исследованиям, сродство органического вещества к воде является важным свойством, влияющим на структуры почвы. Поэтому, смачиваемость органического вещества почвы принята за основной критерий различия между типами органического вещества в нашей модели. Локальная часть математической модели сформулирована в виде системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, включающих кинетические уравнения реакций для биологических процессов и коагуляции/адсорбции/адгезии и уравнения агрегации-фрагментации типа Смолуховского. Для параметризации модели применен быстрый алгоритм численного решения для такого типа уравнений, разработанный авторами. В дополнение к собственным экспериментальным и литературным данным распределений агрегатов по размеру в почвах с известными физическими свойствами, для параметризации данной модели поставлен специальный эксперимент по получению распределений микроагрегатов по размеру с применением лазерной дифрактометрии и анализа формы капли и теплоты смачивания. Настоящая динамическая модель почвенной агрегации разрабатывается далее как распределенная модель для описания формирования структуры в почвенном профиле. Полная модель имеет целью описание механизмов влияния почвенной структуры на скорость разложения органического вещества на макроскопическом уровне (оцениваемого по величине гетеротрофного дыхания почвы и устойчивому динамическому равновесию содержания в ней органического вещества) и прогнозирование изменений почвенных свойств при внешних воздействиях.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИМЕНЬШЕЙ ВЛАГОЕМКОСТИ ПОЧВЫ МЕТОДОМ ЛАТЕРАЛЬНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Гаджиев К.М.<sup>1</sup>, Гасанов Г.Н.<sup>1,2</sup>, Ахмедова З.Н.<sup>1</sup>, Рамазанова Н.И.<sup>1</sup>,  
Баширов Р.Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, <sup>2</sup> Дагестанский государственный университет, Махачкала  
[nikuevich@mail.ru](mailto:nikuevich@mail.ru)

Существующая методика определения наименьшей влагоемкости (НВ) почвы основана на поступлении воды в почву «заливаемой площадки» в вертикальном направлении. Увлажнение ее идет путем впитывания воды и фильтрации ее от верхнего к нижележащим слоям под действием силы тяжести и градиента напора. Срок определения НВ при этом составляет 7-8 суток в зависимости от гранулометрического состава почвы (1,5-2 сутки до полного насыщения почвы водой, 3-4 сутки до истечения гравитационной воды, 2-3 сутки - контроль за влажностью почвы, пока ее показатель по результатам трех последних определений не приобретет постоянное значение). Кроме того для увлажнения 1 м<sup>2</sup> тяжелосуглинистой почвы требуется значительное количество воды - 140-150 литров.

Предлагаемая нами методика основана на подаче воды на увлажняемую глубину площадки одновременно всем слоям в латеральном направлении. Вода впитывается под влиянием сорбционных и капиллярных сил, исключая фазу фильтрации ее в почву. Для этого в центре площадки нарезается траншея, выбор длины и ширины которой связан, в основном, с удобством ее копки. В наших исследованиях ширина ее составила 30 см, а длина для глубины 0-100 см - 50 см, для больших глубин - 1,5 м или 2,0 м - может достигнуть 70-80 см и более. Для определения НВ траншею известного объема заливали до краев рассчитанным количеством воды - 0,15 м<sup>3</sup> (1 м x 0,5 м x 0,3 м), или 150 литров. По истечении 30 минут после заливки почва увлажняется в латеральном направлении на 7-14 см в зависимости от гранулометрического состава ее слоев. Оставшееся количество воды удаляют, траншею закрывают деревянной доской, а поверхность экспериментальной площадки вместе с закрытой доской траншеей в радиусе 1,0 м, считая от середины траншеи, закрывают полиэтиленовой пленкой, слоем соломы в 20 см и земли в 20 см для предотвращения испарения влаги или попадания дополнительного количества ее в случае выпадения осадков.

Основным преимуществом предлагаемого нами метода определения НВ является сокращение продолжительности времени установления постоянной влажности почвы, соответствующей НВ, по результатам трех последних определений. В наших исследованиях такая влажность в слое 0-50 см установилась через 6 часов, метрового слоя - через 18 часов после удаления воды из траншеи.

Вторым преимуществом метода является экономия 80-83% воды при каждом определении НВ. Так, для насыщения 1 м<sup>2</sup> (1 м x 1 м) тяжелосуглинистой почвы на глубину 1,0 м до НВ при средневзвешенной плотности ее в

естественном сложении  $1,44\text{г/см}^3$ , влажности почвы 17,2%, НВ-27,2% требуется 144 литра воды, легкосуглинистой почвы -122литра. В предлагаемом нами методе для этого требуется всего 25 литров для тяжелосуглинистой и 30 литров для легкосуглинистой почвы. Расход воды для насыщения почвы до НВ составляет соответственно 25 и 30 литров (после удаления остального количества из нее по истечении 30 минут после заполнения). Следовательно, экономия воды при определении НВ по предлагаемому нами методу составляет соответственно по почвам 82,2и 75,4%.

УДК 631.588.7; [631.4](#)

## **ПИРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ УЧАСТКА «БУРТИНСКАЯ СТЕПЬ» ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА «ОРЕНБУРГСКИЙ»**

**Галактионова Л.В., Верхошенцева Ю.П.**

*Оренбургский государственный университет, Оренбург*

[anilova.osu@mail.ru](mailto:anilova.osu@mail.ru)

Почвы как неотъемлемая часть ландшафта испытывают на себе разно-стороннее влияние пожаров. Результатом такого воздействия являются выгорание степного войлока, изменение состава и свойств минеральной и органической части почв, их водно-физических свойств и биологической активности. Поэтому основными задачами постпирогенного мониторинга является получение информации о параметрах почв подвергающихся изменению в результате выгорания степной растительности, глубине трансформационных изменений и сроках восстановления этих свойств.

Объектом исследования послужил участок «Буртинская степь» государственного заповедника «Оренбургский», расположенный в Беляевском районе Оренбургской области. Пожар произошел осенью 2014 года. Было заложено два разреза (на горевшем и на эталонном участке) и 8 прикопок. Отбор почвенных образцов осуществляли по общепринятой методике в мае, июле и сентябре 2015 года. В почвенных образцах определяли влажность, плотность, водопроницаемость, структурное состояние и содержание гумуса. Почвенный покров участка представлен черноземами южными карбонатными малогумусными очень маломощными сильнокаменистыми среднесуглинистыми на элювиально-делювиальных отложениях.

Выгорание степного войлока и нагревание солнечными лучами поверхности вызвало интенсификацию процессов потери почвами влаги. На сгоревшем участке в течение всех трех этапов исследования отмечаются более низкие значения полевой влажности почв (в слое 0 - 20 см и более). Это отразилось в снижении на выгоревших участках запасов влаги на 11,7 % на начало, на 21,3 % к середине и на 13,1 % к концу вегетационного периода в слое 0-50 см.

Изучение скорости водопроницаемости показало, что на горевшем участке она снижается на более чем на 15% в слое 0 - 10 см, что связано с гидрофобизацией поверхности почвы в результате выгорания растительного покрова. Скорость водопроницаемости по шкале Н.А. Качинского в слое 0-10 см характеризуется как излишне высокая и составила на эталонном и горевшем

участках 661,3 и 554,6 мм/час соответственно, а в слое 10-20 см – как наилучшая (со значениями 384,5 и 353,7 мм/час). Это указывает на изменение гидрологической роли черноземов в ландшафтах после пирогенного воздействия. Если в своем естественном состоянии черноземы способны переводить влагу осадков в почвенную влагу, накапливать эту влагу, создавая её дополнительные запасы в нижележащих горизонтах, то при образовании пирогенного слоя такого накопления не происходит. Это снижает противэрозионную устойчивость ландшафта в целом.

Структурно-агрегатный состав почв участков исследования характеризуется высоким содержанием микроагрегатов (размером менее 0,25 мм) и глыбистой фракции агрегатов (>10), суммарное содержание которых варьирует от 40,7% до 48,5%. Коэффициент структурности по ориентировочно-оценочной градации почв по результатам структурно-агрегатного состава (Шеин Е.В., 2001) характеризуется как удовлетворительный. Отсутствие ярко выраженной динамики структурного состояния почв участков исследования позволяет сделать вывод о том, что структурное состояние почв, как консервативный показатель почвенного тела, является устойчивым к воздействию пирогенного фактора.

По содержанию гумуса все участки исследования были отнесены к среднегумусным (по шкале Орлова Д.С., 2005), его потери в результате пирогенного воздействия в слое 0-10 см составили 7 %. Запасы гумуса в слое 0-20 см составили 118 т/га на эталонном участке и 105 т/га на участке прохождения пожара.

Таким образом, пожары изменяют комплекс водных, водно-физических, физических и химических свойств черноземов, что влечет за собой ослабление выполнения ими глобальных экологических функций.

УДК 631.43

## **ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ КОНСТРУКТОЗЕМОВ РАЗНОГО СТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ Г. МОСКВЫ**

**Гасина А.И., Умарова А.Б., Десницкая И.В., Вайгель А.Э., Дунаева А.А.**  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[dioica@mail.ru](mailto:dioica@mail.ru)

В городских условиях остро стоит задача формирования газонных (травянистых) покрытий для улучшения состояния окружающей среды. Особенностью мегаполисов является использование большого количества конструкторов, формируемых из различных почвенных слоев и грунта. Практически во всех случаях образуются слоистые почвенные конструкции, так как любая подсыпка почвы на поверхность уже имеющейся формирует выраженную дифференцированность самой верхней части профиля. Для успешного роста и развития растений необходимо создание оптимальных условий, в том числе и благоприятного гидрологического режима почв. Успешность работы почвенных конструкций определяется, в том числе и продолжительностью ее устойчивого функционирования. В настоящее время в почвенной гидрофизике всё чаще используется математическое моделирование процессов поступления и перераспределения влаги в почве, что позволяет осуществлять прогноз гидро-



логического режима почв. Целью нашего исследования стало прогнозирование гидрологического режима почв с разным строением верхней части профиля методом математического моделирования.

Объектами исследования стали почвенные конструкции, заложенные на территории Почвенного стационара МГУ имени М.В. Ломоносова. В 2012 г. были созданы 3 варианта конструкций: 1) урбанозем, верхняя часть (0-30 см), которого представлена гор. Апах; 2) слоистая конструкция со следующей последовательностью слоев: Апах (0-6 см), торф низинный (6-12 см), песок (12-18 см), Апах (18-30 см); 3) смесь из трех горизонтов (0-18 см), Апах (18-30 см). Таким образом, сформированные почвенные конструкции имели отличия в верхней 18-см почвенной толще. Остальные условия: на верхней и нижней границе, начальные условия, абсолютно идентичны. Это позволило сравнить влияние особенностей строения профиля на режимы почв и их трансформацию в процессе функционирования.

К настоящему времени обнаружены изменения свойств почв: снижение содержания углерода и азота, особенно в слоях, содержащих низинный торф, изменение гранулометрического и агрегатного составов, в том числе и за счёт действия почвенной биоты.

Для каждого варианта были определены основная гидрофизическая характеристика и коэффициент фильтрации как в момент их закладки, так и по прошествии некоторого времени с начала их функционирования. Полученные данные легли в основу моделирования водного режима.

Моделирование проводилось в программе Hydrus-1D. При закладке площадок были определены влажности каждого из слоёв, которые впоследствии использовались как начальные условия. На верхней границе задавались атмосферные осадки, на нижней границе – свободный дренаж. Моделирование водного режима осуществлялось для летнего периода (июнь-август). Результаты прогнозного моделирования показали наличие разницы в гидрологическом режиме почвенных конструкций с разным строением профиля как в момент их закладки, так и его изменение через 2 года после начала их функционирования.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта 16-04-01851.*

УДК 631.46

## **АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛАНДШАФТА: ПРОБЛЕМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ**

**Гончаров В.М., Фаустова Е.В.**  
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*  
[vmgoncharov@mail.ru](mailto:vmgoncharov@mail.ru)

Агрофизические исследования и последующая оценка территории включает, прежде всего, изучение физического состояния почвенного покрова. Полученная информация используется для выделения в агроландшафте зон с различными условиями для роста и развития растений, прогнозных расчетов

теплового и водно-воздушного режимов территории, разработки рекомендаций по повышению эффективности и устойчивости агроэкосистем.

Традиционные подходы к агрофизической оценке почвы строятся на основе отдельных свойств и включают такие показатели, как объект (почва и культура) и классификационные градации (оптимальные диапазоны) значений физических свойств в пахотном слое (классификации А.Г. Бондарева, В.В. Медведева и др.). Ландшафтные исследования проводятся по методу ключей, при этом опорной информацией являются почвенная карта, карты рельефа и т.д. Свойства, определенные в ключевых точках, или усредненные в случае опробования по сетке, приписываются всему контура внутри заданной границы. Варьирование свойств на малых расстояниях в пределах контура считается случайным или следствием ошибки эксперимента. В результате формируется скачкообразная картина изменения свойств на границах, разделяющих различные почвенные классификационные единицы или области действия одного и того же фактора.

Изменчивость почвенных свойств обусловлена действием различных факторов окружающей среды в пространстве и во времени, а также протеканием внутрипочвенных процессов. Это и обуславливает непрерывность и постепенность изменения почвенных свойств (Е.А. Дмитриев). Действие каждого фактора охватывает различные по размеру и пространственному положению части почвенного покрова и почвенного профиля. Разнообразие факторов в пространстве и во времени и различная интенсивность их воздействия приводит к дифференциации почвенного покрова, но, в то же время, препятствует образованию резких границ между отдельными элементами почвенного покрова. Ландшафтное земледелие и оптимизация управления нуждаются в реальной агрофизической картине, ее вариабельности в пределах обрабатываемого поля.

Предложенный подход к исследованию и оценке, базирующийся не на ключевых разрезах, а на учете пространственного распространения агрофизических свойств, предполагает, что почвенные свойства изменяются в пространстве непрерывно и более или менее постепенно. В этом случае изменение свойств в пространстве можно представить в виде массива данных – топоизоплет или так называемых функциональных поверхностей, где каждой точке соответствуют координаты в пространстве ( $x$  и  $y$ ) и координата  $Z$  – значение изучаемого свойства. При таком подходе опробование должно охватывать всю изучаемую территорию, а проведение комплекса агрофизических исследований позволит получить реальный массив почвенно-физических данных, который можно использовать для оценки и последующего расчета миграции веществ и энергии в ландшафте.

Этот подход был использован при агрофизической оценке неоднородного почвенного покрова Владимирского ополья с серыми лесными почвами и дерново-подзолистых почв Ивановской и Владимирской областей. Выявлена пространственная дифференциация физических свойств, обусловленная как педогенетическими (наличие и глубина залегания второго гумусового горизонта, подстилающей песчаной породы), так и агротехнологическими факторами.

Дальнейшее развитие агроландшафтных подходов невозможно без сочетания традиционных экспериментальных методов исследования физических свойств почв с применением современных геостатистических методов, про-

цедур аппроксимации и дальнейшего распространения данных, полученных в отдельных точках поля, на весь изучаемый массив.

Эти возможности реализуются путем использования различных методов аппроксимации данных в пределах изучаемого ландшафта, получения топоизоплет изучаемых свойств на весь почвенный покров с дальнейшим выделением контуров оптимальной, неблагоприятной или крайне неблагоприятной агрофизической обстановки.

Комплексная агрофизическая оценка почвенного покрова, апробированная в условиях высокой пространственной variability физических свойств почв, является новым шагом в анализе и использовании агрофизической информации в ландшафтном земледелии.

УДК 631.4

## **ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В БОГАРНЫХ И ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА**

**Гумматов Н.Г.**

*Научно-исследовательский институт земледелия, Баку, Азербайджан*  
[ngummatov@mail.ru](mailto:ngummatov@mail.ru)

Качество почвы – это показатель устойчивости окружающей экологической среды. В условиях усиления природных и антропогенных факторов на педосферу и, в целом, биосферу обнаруживается интенсификация процессов деградации. Педосфера, являясь основным компонентом биосферы, обуславливает водно-воздушный, питательный и тепловой режимы, интенсивность процесса фотосинтеза, развития и продуктивность экосистем. Оценка состояния почвенно-экологической среды и уровня деградации почв, применение современной технологий земледелия и т.д. требует надежной информации о качестве почвы. Термин «качество почвы» вошел в научную литературу в 1990-е годы. Определение качества почвы состоит из сравнительного анализа фактических и оптимальных параметров почвы и, в зависимости от пространственно-временного масштаба, отражает действующий уровень плодородия почвы.

Качество почвы исследуется в трех аспектах: физическом, химическом и биологическом. Химические и биологические процессы, происходящие в почвах, зависят от физического состояния почвы. Поэтому без оценки таких агрофизических показателей, как влажность, плотность, пористость, структурность, водопропускность и др., невозможно всестороннее понимание механизмов почвенных процессов и управление этими процессами. Почвенно-физические свойства формируют физические факторы жизнедеятельности растительно-микробиотической системы. Физическое состояние почвы непосредственно влияет на качество окружающей среды и продуктивность растений.

Создание оптимальных условий для роста и развития растений сопряжено с исследованием фундаментальных и регулируемых физических свойств почв (гранулометрический состав, почвенно-гидрофизические характеристики, гидрологические константы, плотность, пористость, структурно-агрегатный состав и т.д.). Обычно руководствуются принципом выбора минимальных показателей и получения максимальной информации. Поэтому в об-

щей оценке оптимальных условий для растения целесообразно использовать комплексные физические показатели состояния почв. Обычно с этой целью используют средневзвешенный или среднегеометрический показатели агрофизического состояния почвы (ПАС), которые учитывают фактические и оптимальные значения физических свойств почвы.

Исследования проводились в 2012-2015 годах на территориях Гобустанской (Г) и Тертерской (Т) зонально-опытных станциях НИИ Земледелия МСХ Азербайджанской Республики в агроценозах, занятых злаковыми культурами, в различных фазах развития растений и после уборки урожая. Территории Г и Т, соответственно, относятся к Горно-Ширванскому и Мильско-Карабахскому регионам республики. Почвенный покров Г и Т, в основном, состоит из богарных и староорошаемых разновидностей каштановых почв, соответственно. Исследования проводились в производственных условиях в пахотном и подпахотном слоях почв. Опробования почвенного покрова в различные годы исследования проводились в различных пространственных масштабах. Так же при оценке агрофизического состояния почв использовали данные более 40 почвенных разрезов. Определения и расчеты физических показателей свойств почв проводились современными агрофизическими методами. Результаты исследования показывают, что в целом, почвенный покров изученных территорий характеризуется низким и средним агрофизическим состоянием (ПАС ~ 0.7-1.1). В обеих территориях подпахотный слой имеет сравнительно лучшее агрофизическое состояние. А так же по сравнению с орошаемыми почвами богарные почвы характеризуются лучшим агрофизическим состоянием.

УДК 631.43

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД И ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ЗАСТОЙНО-ПРОМЫВНОГО И ЗАСТОЙНОГО ВОДНОГО РЕЖИМА**

**Дзизенко Н.Н., Зайдельман Ф.Р., Черкас С.М.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[dzizenkonikolay@gmail.com](mailto:dzizenkonikolay@gmail.com)

Процесс глееобразования оказывает существенное влияние на формирование свойств почвенного покрова. Его реализация возможна на фоне двух принципиально различных форм гидрологического режима – застойном и застойно-промывном. Развитие глееобразования на фоне застойно-промывного водного режима оказывает отрицательное влияние на физико-химические и химические свойства почв и почвообразующих пород. С падением окислительно-восстановительного потенциала и существенным увеличением кислотности почвенные растворы мобилизуют и выносят из почвенного профиля двух- и трехвалентные металлы. При развитии глееобразования в условиях застойного водного режима существенных негативных изменений не происходит. В настоящей работе в условиях модельного эксперимента изучено влияние глееобразования и сульфатредукции на фоне застойного и застойно-промывного водного режима на следующие породы: пойменный легкоглини-

стый аллювий, лессовидную легкую глину и озерный засоленный тяжелосуглинистый карбонатный аллювий. Для активизации микрофлоры и создания в исследуемой среде анаэробных условий вносили 1% раствор сахарозы. В варианте опыта с застойно-промывным водным режимом затопление и аэрацию образцов выполняли циклично с периодом в 10 и 4 суток соответственно. В общей сложности было выполнено 60 циклов обводнения пород, сброса лизиметрических вод и аэрации образцов. В бескарбонатных породах на фоне глееобразования в условиях застойно-промывного водного режима выявлено прогрессирующее подкисление лизиметрических вод, до 3-4 единиц рН по сравнению с контролем. В присутствии карбонатов и сульфатов в породе и одновременном развитии сульфатредукции установлена трехэтапная динамика изменения рН лизиметрических вод. В условиях застойно-промывного гидрологического режима обнаружен интенсивный вынос железа из почвообразующих пород с лизиметрическими водами. Глееобразование в условиях застойно-промывного гидрологического режима вызвало кардинальные изменения кислотно-основных свойств и состава обменных катионов бескарбонатных почвообразующих пород. Установлено резкое увеличение актуальной и обменной кислотности, снижение степени насыщенности основаниями, значительное повышение содержания подвижных алюминия и водорода, гидролитической кислотности. В озерном засоленном тяжелосуглинистом карбонатном аллювии эти изменения выражены в гораздо меньшей степени (в основном в поверхностном слое образца) или не обнаружены вообще.

Выявлена существенная трансформация валового химического состава почвообразующих пород под влиянием глееобразования в условиях застойно-промывного водного режима с увеличением доли кремния и уменьшения железа, кальция и марганца в поверхностном слое. Установлено, что в результате развития глееобразования на кислых и нейтральных породах в условиях застойно-промывного гидрологического режима образуются кислые, обедненные обменными основаниями субстраты с пониженным содержанием железа, марганца, кальция и других элементов на фоне относительной аккумуляции кремнезема в валовом химическом составе.

УДК 631.4

## **ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕГРАДАЦИИ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ЗАСОЛЕНИИ**

**Егоров Ю.В., Судницын И.И., Кириченко А.В., Бобков А.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[iisud@mail.ru](mailto:iisud@mail.ru)

Засоление почв хлоридами при их поливе водой, содержащей хлориды, приводит к изменению их способности аккумулировать доступную растениям влагу, которая оценивается по характеру зависимости между влажностью почв ( $W$ ) и давлением почвенной влаги ( $P$ ), называемой «основной гидрофизической характеристикой почв» (ОГХ). Поэтому для изучения деградации почв при засолении необходимо найти количественные критерии оценки изменения параметров ОГХ при засолении почв. Перспективной для решения

этой задачи является обнаруженная лауреатом Нобелевской премии академиком АН СССР Л.Д.Ландау и академиком АН СССР Б.В.Дерягиным экспоненциальная зависимость («Закон Ландау-Дерягина») между  $P$  и толщиной слоя водного раствора электролита ( $h$ ), прилегающего к электрически заряженной поверхности твердой фазы:  $\lg P = \lg P_0 - xh$ , где  $P$  – модуль давления влаги;  $P_0$  равно  $P$  при  $h = 0$ ;  $x$  – параметр, величина которого зависит от свойств ионов электролита и заряда поверхности твердой фазы. Поскольку в почвах  $h$  в первом приближении пропорциональна  $W$ , это уравнение может быть записано в виде:  $\lg P_w = \lg P_0 - kW$ , где  $P_w$  – модуль давления влаги при влажности почв, равной  $W$ ;  $P_0$  равно  $P_w$  при  $W=0$ ;  $k$  – параметр, величина которого зависит от свойств почв. Закон Ландау-Дерягина позволяет сравнивать зависимости  $W$  от  $P$  по величине параметров  $\lg P_0$  и  $k$ . В данной работе приведены результаты исследований влияния засоления чернозема соединениями хлора на величину  $\lg P_0$  и  $k$  на образце гумусово-аккумулятивного горизонта тяжелосуглинистого чернозема обыкновенного, взятого с глубины 30-40 см (содержание гумуса в почве равно 3.5%). ОГХ определяли в капилляриметрах. В почву вносили соединения хлора ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$  или  $\text{HCl}$ ) до концентрации ионов хлора в почве, равной, соответственно, 1.20, 0.94, 1.50, 1.32 и 1.94% от массы почвы, что сделало ее сильнозасоленной. Затем в капилляриметрах последовательно создавали различные уровни разрежения (0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 и 0.6 атм), и при каждом уровне  $P$  по количеству извлеченной воды рассчитывали среднюю  $W$  (с точностью  $\pm 0.1\%$ ). Полученные данные обрабатывали статистическими методами при помощи компьютерной вычислительной программы STATISTICA (версия 6.1).

По мере увеличения  $P$ ,  $W$  непрерывно уменьшалась. При  $P = 0.05$  атм она образовала ряд:  $\text{FeCl}_3$  (50.6% от массы сухой почвы) – незасоленная почва (48.3%) –  $\text{CaCl}_2$  (46.5%) –  $\text{MgCl}_2$  (46.2%) –  $\text{NaCl}$  (45.1%) –  $\text{HCl}$  (40.6%). Этот ряд совпадает с рядом энергии гидратации катионов, что подтверждает справедливость гипотезы, заключающейся в том, что значительное количество воды удерживается почвой благодаря гидратации обменно-поглощенных ионов, находящихся в их диффузном слое.

В диапазоне  $P$  0.2÷0.6 атм между значениями  $W$  и  $\lg P_w$  существует весьма тесная корреляционная связь (коэффициент корреляции равен  $0.96 \pm 0.15$  при уровне значимости меньше 0.05), что свидетельствует о наличии линейной регрессионной зависимости, аналогичной Закону Ландау-Дерягина. Между значениями  $\lg P_0$  и  $k$  также существует тесная корреляционная связь (коэффициент корреляции равен  $0.76 \pm 0.38$  при уровне значимости меньше 0.05) и, следовательно, линейная регрессионная зависимость:  $\lg P_0 = 29.3 k - 0.557$ . Подставив значение  $\lg P_0$  в Закон Ландау-Дерягина, получим:  $\lg P_w = k(29.3 - W) - 0.557$ . Отсюда  $k = (\lg P_w + 0.557) / (29.3 - W)$ .

Величина  $\lg P_0$  в незасоленной почве достигала 1.75 (что соответствует  $P_0=56$  атм), но при засолении она уменьшалась: в случае  $\text{NaCl}$  и  $\text{MgCl}_2$  – до 1.6 ( $P_0 = 40$  атм),  $\text{FeCl}_3$  – до 1.4 ( $P_0 = 25$  атм),  $\text{CaCl}_2$  – до 1.3 ( $P_0 = 20$  атм) и  $\text{HCl}$  – до 1.2 ( $P_0 = 16$  атм). Оценка ошибки значений  $\lg P_0$  равна  $\pm 0.05$ . Величина  $k$  также уменьшалась от 0.080 в незасоленной почве до  $0.067 \div 0.068$  в почве, засоленной солями хлора, и до 0.065 – в почве, засоленной  $\text{HCl}$ . Оценка ошибки значений  $k$  равна  $\pm 0.005$ .

Таким образом, при засолении тяжелосуглинистого чернозема соединениями хлора значения  $P_0$  уменьшились на 16÷40 атм (то есть на 27.5÷71.5% от

величины, свойственной незасоленной почве), а величина  $k$  уменьшилась на  $0.012 \div 0.015$  (то есть на  $15 \div 19\%$  от величины, свойственной незасоленной почве). Следовательно, эти параметры Закона Ландау-Дерягина могут быть использованы в качестве критериев при оценке степени деградации гидрофизических свойств почв, вызванной их засолением соединениями хлора.

УДК 631.41; 631.43

## **ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АГРЕГАТОВ В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖАХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЫ**

**Зубкова Т.А., Суханова Н.И., Бондарев Ю.П.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[dusy.taz@mail.ru](mailto:dusy.taz@mail.ru)

Агрегаты являются результатом почвообразовательных процессов и представляют собой структурные элементы высокого уровня организации почвенной массы. Любые изменения агрегатов свидетельствуют об изменении не только химических свойств почвы, но и перегруппировки почвенных частиц. Многолетняя вспашка почв приводит к деградации почвы и ее структуры. В залежах же почвы восстанавливаются. Обычно внимание уделяется химическим свойствам почвы, гораздо меньше работ по агрегатной структуре разновозрастных залежей. Цель представленной работы – определить физико-механические свойства агрегатов в разновозрастных залежах и особенности их восстановления.

Объекты исследования - черноземы обыкновенные тяжелосуглинистые Ростовской области, пахотные, целинные участки и разновозрастные залежи (10, 20, 26, 76 лет). Механическую прочность агрегатов определяли методом прямого механического раздавливания в 25-35-кратной повторности и выражали в единицах силы кГ, водостойчивость агрегатов - по Андрианову, а также химические свойства почвы (гумус, обменные катионы). Статистическую обработку результатов проводили в программе "Statistica-6.0". Исследовали две агрономически ценные агрегатные фракции: со средним диаметром 2-3 мм и 3-5 мм.

Агрегаты из пахотных горизонтов характеризуются низкой механической прочностью и водостойчивостью по сравнению с дерновыми горизонтами целинных почв и лесополосы. Скорость упрочнения мелких агрегатов после многолетней распашки почвы более высокая, чем крупных с диаметром 3-5 мм. Причем, процесс упрочнения не однонаправленный за 76 лет, а включает несколько стадий, среди которых есть и разупрочнение агрегатов. Этап снижения прочности наблюдается в первые 20 лет залежного состояния и характерен для агрегатной фракции 3-5 мм, в мелких агрегатах 2-3 мм разупрочнения не наблюдалось. Такое разное поведение агрегатных фракций в залежных почвах может быть обусловлено различными связующими компонентами. В почвах – это органические соединения, карбонаты, фосфаты, обменные катионы и др. Показано, гумус приводит к упрочнению агрегатов 3-5 мм и не сказывается на прочности мелких агрегатов черноземов обыкновенных. Одна-

ко связь с обменными катионами, напротив, проявляется в прочностных свойствах только более мелких агрегатов, 2-3 мм.

По значениям механической прочности выделяются 2 группы агрегатов: с высокой механической прочностью  $P > 0,9$  кГ с d 2-3 мм и  $P > 1,4$  кГ с d 3-5 мм, которые обладали также и высокой водоустойчивостью. Вторая группа агрегатов - с низкой механической прочностью (около 0,6 кГ для агрегатов 2-3 мм и 1 кГ для агрегатов 3-5 мм). В этой группе встречаются агрегаты как водоустойчивые (80-100%), так и неводоустойчивые (30-50%). И на это влияют другие характеристики почвы, в частности, содержание гумуса.

Таким образом, механическая прочность агрегатов - информативный показатель состояния почвы в разных режимах пользования. В 10-20-летних залежах прочность агрегатов размером 3-5 мм снижалась на 10-30% по сравнению с пашней. Следующий 50-летний период характеризуется упрочнением агрегатов, и в 60-70-летних залежах они сравнялись с целинным участком по механической прочности. Более мелкие агрегаты 2-3 мм постепенно упрочнялись, однако это происходило без стадии разупрочнения. Водоустойчивость агрегатов черноземов обыкновенных восстанавливается уже через 10 лет после прекращения распашки. Агрегаты с высокой механической прочностью обладают и высокой водоустойчивостью, слабопрочные - могут быть как водоустойчивыми, так и неводоустойчивыми. Органическое вещество в почве повышает прочность крупных агрегатов 3-5 мм и не сказывается на мелких. В каждой агрегатной фракции «работают» разные связующие вещества.

УДК 631.43

## **ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ БУГРА БЭРА ПО КАТЕНЕ (АСТРАХАНСКАЯ ОБЛ.)**

**Калнин Т.Г.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[kremor1994@gmail.com](mailto:kremor1994@gmail.com)

Научный интерес почвоведов к буграм Бэра, распространенных в основном территории Северного Прикаспия, связан как с их происхождением и эволюцией, так и с их особой геохимической ролью в ландшафте. Для оценки эволюции почвенного покрова околобугрового пространства важное значение, как основы происходящих ландшафтных процессов, имеют особенности пространственного распределения физических и химических свойств почв.

Целью данной работы являлось исследование распределения в пространстве физико-химических свойств почв ландшафта бугра Бэра и околобугрового пространства в Икрянинском районе Астраханской области. Было изучено геоморфологическое строение почвенного покрова, определены основные физические свойства почв общепринятыми полевыми и лабораторными методами (гранулометрический состав, влажность, водопроницаемость, сопротивление пентрации, плотность почвы), степень засоления (по плотному остатку), составлены карты засоления и основных физических свойств почв для склона восточной и южной экспозиции бугра.

Основной зональный тип почвы – бурая полупустынная на вершине бугра Бэра сменяется по восточному склону солончаком гидроморфным (подножие бугра), а на южном склоне распространена в основном бурая полупустынная



почва с признаками осолонцевания и окультуренности в нижней части склона. Гранулометрический состав почв бугра Бэра значительно отличается от почв околобугрового пространства, особенно в восточной части склона. В зависимости от гранулометрического состава и содержания легко растворимых солей изменяется как водопроницаемость, так и полевая влажность.

Наибольшей водопроницаемостью (18–30 см/час) и наименьшей естественной влажностью (в период наблюдения, июль-август) характеризуются почвы вершины бугра. Более легкие по гранулометрическому составу почвы южного склона по сравнению с восточным гораздо более сухие: влажность верхнего слоя не превышает гигроскопической. Вниз по профилю с ростом содержания легкорастворимых солей влажность монотонно возрастает до 11–13%. Повышенная водопроницаемость почв (в среднем 10–14 см/час) способствует их иссушению. С повышенной полевой влажностью почв восточного склона связаны невысокие значения сопротивления пенетрации до 2 МПа, которые для почв южного склона составляют ~5 МПа.

Плотность сложения почвы южного склона и вершины бугра увеличивается до 1.4–1.7 г/см<sup>3</sup>, что характерно для песчаных неагрегированных почв. В ряду «вершина – южный склон – восточный склон бугра» плотность падает. Участки, расположенные у подножия склонов, наименее уплотнены.

Анализ пространственного распределения физико-химических свойств почв показал, что их основные различия приурочены к рельефу и зависят от генезиса и гранулометрического состава почв бугра Бэра и околобугрового пространства. Полученные данные и составленные на их основе карто-схемы пространственного распределения физико-химических свойств могут способствовать развитию гипотез о происхождении и эволюции почв бугров Бэра.

УДК 631.43

## **ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МОСКВЫ**

**Клепикова Е.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[katya.klepikova@mail.ru](mailto:katya.klepikova@mail.ru)

В современных мегаполисах все большее значение приобретают вопросы загрязнения окружающей среды. Почвенный покров выполняет в ландшафте целый ряд экологических функций: среда для произрастания растений, аккумулятор и проводник влаги и веществ, в том числе загрязняющих, и прочее. Для снижения загрязнения атмосферного воздуха необходимо максимальное покрытие почвы растительным покровом, именно поэтому качество почвы имеет важнейшее значение для создания безопасной и комфортной городской среды. Одним из сильнейших загрязнителей в мегаполисах является городской транспорт, а придорожные территории отличаются высоким уровнем содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов. Данные участки регулярно обновляются различными почвогрунтами и высаживают газонные травы, успешный рост и развитие которых зависит от оптимальности физических и химических свойств почв.

Целью данной работы явилось изучение влияния дорожной пыли на физические свойства городских почв на примере города Москвы, мегаполиса, являющимся одним из самых нагруженных и загрязненных городов нашей страны.

Объектом исследования явились модельные почвенные конструкции различного строения, расположенные на территории Почвенного стационара МГУ им. М.В. Ломоносова. В состав почвенных конструкций вошли следующие почвенные слои: горизонта Апак урбанозема территории почвенного стационара, песок, торф низинный и смесь этих трех слоев. Для моделирования сценариев загрязнения на поверхность каждой конструкции вносится равное количество фракций дорожной пыли (1,46г) наиболее часто встречаемых в исследуемых образцах (менее 1 мм). Используемые в качестве загрязнителя фракции были выбраны по результатам, полученным после определения агрегатного анализа методом сухого просеивания (по Н.И. Саввинову).

В лабораторных условиях была проведена серия экспериментов по исследованию влияния степени загрязнения дорожной пылью на некоторые физические и химические свойства почв: плотность твердой фазы, гранулометрический состав, содержание углерода, кривую водоудерживания (основную гидрофизическую характеристику) двумя различными методами (метод десорбции паров воды и метод центрифугирования модификации А.В. Смагина). Содержание углерода в пахотном горизонте составило 2,24 %, в торфе – 42,16 %, в смеси – 12,74%. Наименьшие значения плотности твердой фазы ( $1\text{г}/\text{см}^3$ ) соответствуют образцам с большим содержанием углерода, т.е. торфу. Значения порозности лежат в пределах допустимых величин, где наименьшие значения представлены у песка –  $0,3\text{ см}^3/\text{см}^3$ , а наибольшие у торфа –  $0,7\text{ см}^3/\text{см}^3$ . По гранулометрическому составу пахотный горизонт является легким суглинком. Смесь, образованная путем перемешивания исходных образцов, содержала много крупных фракций органического и минерального происхождения. Исследование фракционного состава дорожной пыли показало, что максимально количество частиц менее 1 мм, с наибольшим преобладанием фракции размером 0,25 - 0,1 мм. Закономерно, водоудерживающая способность торфяных образцов максимальная вследствие ее высокой удельной поверхности, а песчаных – минимальна. Выражен разброс значений влажности при различных значениях давления почвенной влаги для варианта смеси, состоящего из всех представленных горизонтов. Добавление дорожной пыли в почвенные образцы привело к сильному снижению водоудерживания в торфе.

УДК 631.434

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ МЕТОДОМ АМПЛИТУДНОЙ РАЗВЕРТКИ НА РЕОМЕТРЕ MCR-302

**Клюева В.В.<sup>1</sup>, Хайдапова Д.Д.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,

<sup>2</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

[vvklyueva@gmail.com](mailto:vvklyueva@gmail.com)

Реологическое поведение почв под нагрузкой в большинстве случаев исследуется в лабораторных условиях на растертых образцах почв в виде паст. Однако представляет большой интерес исследовать естественно возникшие структурные связи в образцах почвы ненарушенного сложения в виде монолитных

образцов. Применяемый метод амплитудной развертки на реометре MCR-302 (Anton Paar, Austria) позволяет исследовать и сравнить реологическое поведение как в почвенных пастах, т.е. в нарушенных образцах, так и в монолитных образцах, т.е. образцах ненарушенного сложения.

Объектом нашего исследования послужили монолитные и насыпные образцы горизонтов дерново-подзолистой почвы, отобранные на опытном поле стационара Почвенного института им. В.В. Докучаева (Пушкинский район Московской области, июль 2014г.). Образцы горизонтов: PY, EL, BEL, BT1, BT2, BC.

Реологические параметры образцов определяли в состоянии суточного капиллярного увлажнения. Были определены следующие показатели: модули упругости ( $G'$ ) и вязкости ( $G''$ ), диапазон вязкоупругого поведения (LVE-range), точка пересечения модулей упругости и вязкости или предел текучести (Crossover), интегральная зона  $z$ , как комплексный показатель устойчивости структуры.

Почва относится к тяжёлому суглинку крупнопылеватому, значения полной удельной поверхности увеличиваются с глубиной, содержание общего углерода в верхнем гумусовом горизонте около 1%. Реологические исследования показали, что начальный модуль упругости  $G'$  монолитных образцов значительно больше, чем пастообразных. Вероятно, это связано с тем, что в монолитных образцах межчастичные связи более прочные, чем в пастах; при этом в обоих вариантах наблюдается максимум в горизонте BEL. Стоит отметить, что в целом небольшой диапазон вязкоупругого состояния (LVE-range) или устойчивость структурных связей к деформациям характерен как для насыпных образцов, так и для монолитов. Диапазон вязкоупругого состояния паст больше, чем монолитов. Наибольшим диапазоном линейного вязкоупругого состояния отличаются образцы горизонта BC пастообразных и BT2 монолитных образцов, что вероятно обусловлено тяжелым гранулометрическим составом. Разрушение структуры или пересечение модулей (Crossover) в пастообразных образцах достигается при больших нагрузках, чем в монолитных. Наиболее устойчивы горизонты BC в монолитных образцах и BT1 пастообразных образцах. Можно сказать, что пастообразные образцы горизонтов имеют более пластичное поведение по сравнению с монолитными. Возможно, это связано с тем, что монолитные образцы, обладая более прочными естественными межчастичными связями и поровым пространством, ведут себя при воздействии внешней нагрузки как хрупкое тело, и суточного капиллярного увлажнения монолитов оказалось недостаточно для достижения полного заполнения пор. Интегральная зона  $z$  больше в пастообразных образцах всех горизонтов, т.е. их поведение более пластично. Для пастообразных образцов наблюдается прямая корреляционная зависимость значения LVE-range с содержанием фракции ила и удельной поверхностью. Обратная зависимость наблюдается для значений начального модуля упругости  $G'$  и удельной поверхности, Crossover и содержания общего углерода. Для монолитных образцов полученные коэффициенты корреляции не отразили тесную взаимосвязь между реологическими показателями и обозначенными выше свойствами, что, вероятно, объясняется тем, что в монолитных образцах на реологическое поведение в значительной степени влияет структура порового пространства.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 14-00-00065, гранта РФФИ № 16-04-01111.*

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К ВХОДНЫМ ПАРАМЕТРАМ ФИЗИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ПОЧВЕ PEARL3, PEARL4 И MACRO5

**Кокорева А.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, ВНИИ Фитопатологии, Большие Вяземы*  
[kokoreva.a@gmail.com](mailto:kokoreva.a@gmail.com)

Для различных расчетов передвижения веществ в почве используют физически обоснованные модели. К настоящему времени создано большое количество таких математических моделей, различающихся способом описания миграции токсикантов. Для описания передвижения пестицидов наиболее употребимы в мире модели PEARL версий 3 и 4, и MACRO версий 5.1 и 5.2. Если PEARL3 совсем не описывает быстрый проскок вещества по макропорам, то PEARL4 некоторым образом пытается это сделать. Она делит поровое пространство почвы на область микропор и макропор, которая, в свою очередь, делится на область сквозных пор и замкнутых. Однако, эти системы никак не описываются при параметризации модели. Модель MACRO, созданная специально для описания быстрых потоков воды и веществ, дает возможность задать пространство макропор за счет некоторых параметров.

Таким образом, для работы моделей необходимо ввести численные значения параметров, называемых входными данными моделей. Для каждой модели это свой набор, хотя большая часть параметров одна и та же. Набор входных параметров для современных имитационных моделей значительный, некоторые величины, например, такие как параметр в уравнении транспирации ( $\text{cm}^1/2$ ), трудноопределяемы. Поэтому перед работой с моделями проводят специальный анализ – проверку модели на чувствительность к входным параметрам. Эта проверка должна привести к знанию того, какие из параметров модели в наибольшей степени отвечают за изменение выходной переменной состояния (например, сток из почвы, концентрации пестицида в почве), именно эти параметры в дальнейшем определяются вручную, остальные задаются по “литературным данным”.

Оценку моделей на чувствительность можно проводить различными способами. Наиболее простой заключается в том, что вводятся первоначально средние параметры для входных переменных. Затем последовательно переменные изменяют и производят расчет, получая скорость изменения выходной переменной состояния при фиксированном изменении вводимого параметра. Такие же расчеты производятся для всех входных параметров модели.

Проведенный анализ показал, что на результаты прогноза по моделям MACRO и PEARL стока воды с нижней границы профиля наибольшее влияние оказывали параметры  $n$  и  $\theta_s$  уравнения ван Генухтена. Физически параметр  $n$  отражает распределение пор по размерам и указывает на то, что чем выше  $n$ , тем «круче» ОГХ. Параметр  $\theta_s$  характеризует максимальный объем воды, способный содержаться в почве. Увеличение этого параметра, естественно, приводит к уменьшению стока. Не совсем обычен тот факт, что сток воды зависел от коэффициента фильтрации значительно слабее, чем от пара-

метров ОГХ. Остальные гидрофизические входные параметры существенно меньше влияли на результаты прогнозирования стока.

Также, общая оценка чувствительности модели PEARL показала, что из всех входных параметров, описывающих почву, наибольшее влияние на скорость изменения концентрации пестицида при изменении параметра имеют плотность и содержание орг. вещества. Также модель чувствительна к уменьшению коэф. фильтрации в области низкого-очень низкого значения Кф. Последним из параметров, существенно влияющих на концентрацию вещества в стоке, является шаг смешения.

Более сложный способ оценки чувствительности - это изменение сразу нескольких показателей. Так, если мы будем проводить такой расчет для модели PEARL4, но уже для прогноза выноса вещества, то окажется, что на конечную выходную переменную будет оказывать влияние свойства вещества, его подвижность. Влияние шага смешения на концентрацию вещества в стоке будет прямо противоположным для веществ с  $K_{oc} > 500$  и  $K_{oc} < 500$ .

УДК 631.41

## **ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ РЕГИОНОВ РОССИИ К МИГРАЦИИ ПЕСТИЦИДОВ В ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ**

**Колупаева В.Н., Горбатов В.С.**  
*ФГБНУ ВНИИФ, Большие Вяземы*  
[ogiyvita@rambler.ru](mailto:ogiyvita@rambler.ru)

Предрасположенность региона к загрязнению грунтовых вод пестицидами вследствие их миграции в почве зависит от климатических (количество осадков, размер почвенного стока, среднегодовые значения температур) и почвенных (содержание органического вещества, гранулометрический состав) факторов, характеристики системы водоносного горизонта (глубина залегания подземных вод, величина стока подземных вод, емкость водоносного слоя), характера использования территории (культуры, полив, способы обработки почвы), физико-химических свойств и регламентов применения пестицидов. Использование компьютерных моделей для оценки уязвимости позволяет учесть влияние всех факторов, влияющих на миграцию веществ в почвенном профиле. Целью работы было определить предрасположенность (уязвимость) сельскохозяйственных территорий РФ к загрязнению грунтовых вод пестицидами.

Чтобы определить характер использования региона (площадь земель сельскохозяйственного назначения, площадь пашни, основные возделываемые культуры) использовали «Атлас земель сельскохозяйственного назначения Министерства сельского хозяйства РФ». Моделирование перемещения пестицидов проводили с помощью физически обоснованной имитационной детерминированной хроматографической модели PEARL 3.3.3 и разработанных ранее 9 стандартных сценариев входных данных к ней, характеризующих основные аграрные регионы РФ.

В качестве показателя, характеризующего уязвимость грунтовых вод к загрязнению пестицидами, использовали спрогнозированные суммарные

средневзвешенные годовые концентрации в стоке на глубине 1 м четырех гипотетических тестовых пестицидов А, В, С и D и метаболита С с разными физико-химическими свойствами. При расчетах предполагалось, что пестицидами обрабатывали почвы без сельскохозяйственной культуры (пар) в дозе 1 кг/га 1 июня ежегодно в течение 20-ти лет.

Первым этапом исследования было определение субъектов РФ с высоким процентом пахотных земель, которые можно отнести к регионам с развитым сельским хозяйством. Далее для каждого аграрного субъекта РФ был определен соответствующий сценарий (из девяти, разработанных ранее), представляющий 90% перцентиль уязвимости по почвенным свойствам в данном субъекте. Таким образом, аграрные субъекты РФ были распределены по 9 зонам так, что каждая из этих территорий могла быть охарактеризована имеющимся стандартным сценарием.

Расчеты показали, что наибольшие значения суммарных концентраций тест-соединений в стоке получены в субъектах РФ, соответствующих сценариям Нижнего Новгорода, Москвы, Пскова, Владивостока (высокая опасность), промежуточные значения – сценариям Новосибирска, Курска и Краснодар (средняя опасность), наименьшие - Кургана и Саратова (низкая опасность).

Регионы с высокой опасностью загрязнения грунтовых вод расположены в европейской части РФ в зоне умеренно-континентального климата (сценарии Нижний Новгород, Москва, Псков) и на Дальнем Востоке в зоне морского климата (сценарий Владивосток) со среднегодовыми температурами 2,5-5,0°C и среднегодовым количеством осадков 450-600 мм.

Наименьшие значения суммарных концентраций тест-соединений в стоке спрогнозированы в субъектах с континентальным сухим климатом: жаркое лето, способствующее быстрому разложению пестицидов, и низкое годовое количество осадков обуславливают слабый вынос пестицидов.

Среднеуязвимыми к загрязнению грунтовых вод оказались области с теплым умеренно-континентальным климатом европейской части России (сценарии Курск и Краснодар), который способствует быстрому разложению пестицидов, и районы азиатской части России (сценарий Новосибирск).

Полученные данные по уязвимости регионов РФ к миграции пестицидов позволят выявить приоритетные направления мониторинга грунтовых вод и предложить меры по предотвращению их загрязнения.

УДК 631.432.26

## **ГИСТЕРЕЗИС ОСНОВНОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ОСОЛОНЦЕВАНИЯ (МОДЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ)**

**Кубарева А.В.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[kubareva.a.v@gmail.com](mailto:kubareva.a.v@gmail.com)

Практически вся территория степной зоны Европейской части Российской Федерации входит в фонд земель сельскохозяйственного назначения.

Здесь расположены массивы богарного и орошаемого земледелия. Однако почвенный покров степной зоны характеризуется значительной комплексностью. Наряду с зональными типами - черноземами и каштановыми почвами, в нем присутствуют солонцы и почвы разной степени солонцеватости с относительно низким уровнем плодородия. Уровень плодородия снижается неблагоприятными физическими и водно-физическими свойствами.

Процесс осолонцевания оказывает влияние на многие физические и водно-физические свойства, в особенности на водоудерживающую способность почв. Для оптимизации свойств солонцовых комплексов и их функционирования в условиях орошаемого земледелия необходимо прежде всего изучить природу этих явлений и одним из методов изучения является моделирование. С теоретической и практической точек зрения особый интерес представляет оценка влияния степени осолонцевания на водоудерживающую способность почв на циклах иссушения и увлажнения.

Для изучения влияния был поставлен модельный эксперимент. Основой физико-химической модели создания почв была использована математическая модель *Libra*. Были созданы модели почв, различающиеся по гранулометрическому составу и степени осолонцевания.

По содержанию физической глины полученные модели классифицируются как легкая глина, суглинок тяжелый и средний суглинок. По содержанию обменного натрия в образцах модели классифицируются как средне- (10—25 % от емкости катионного обмена) и многонатриевые (> 25 %).

Для созданных модельных почв была определена сорбционная часть основной гидрофизической характеристики. Гидросорбционный гистерезис оценивали по разнице равновесных влажностей на циклах сорбции-десорбции при одинаковых значениях относительного давления паров воды ( $P/P_0$ ) равных 0,15; 0,32; 0,55; 0,86; 0,98. С утяжелением гранулометрического состава наблюдается закономерное увеличение величины влагосодержания в почвах. Наибольшие значения величины абсолютного гистерезиса в контрольных, неосолонцованных образцах были отмечены в варианте с глиной, а наименьшие – в варианте со средним суглинком. При увеличении степени осолонцевания наблюдается некоторое увеличение величины влагосодержания в почвах и величины абсолютного гистерезиса, однако, относительно контрольных почв это влияние незначительно и имеет однозначного характера. Так, величина абсолютного сорбционного гистерезиса колеблется от 0,4% в почвах со среднесуглинистым гранулометрическим составом во всех степенях осолонцевания до 0,9 % в образце с наиболее тяжелым грансоставом и наибольшей степенью осолонцевания.

Проведенные исследования позволяют в некоторой степени раскрыть механизм сопряженного влияния гранулометрического состава и поглощенного натрия на взаимодействие воды с твердой фазой почвы на контрастных циклах увлажнения и обезвоживания почвы.

## ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ АГРОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Кураченко Н.Л.

*Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск*  
[kurachenko@mail.ru](mailto:kurachenko@mail.ru)

Черноземы, обладая природным совершенством, неизбежно эволюционируют под влиянием агрогенных факторов. В условиях интенсификации земледелия, определяющей возможности управления продуктивностью агроэкосистем, усиливается нагрузка на почвы. Известно, что различные агротехнические приемы в той или иной степени влияют на свойства почвы. Изменения, вызванные ими, могут быть временными, а иногда и устойчивыми, особенно при длительном применении. Это определяет необходимость постоянных наблюдений за свойствами почвы, в первую очередь агрофизическими.

Изучение старопахотных черноземов Красноярской лесостепи, функционирующих в условиях отвальной вспашки и ресурсосберегающих технологий основной обработки, проводилось в 2010-2015 гг. в полевых опытах на стационарах «Миндерлинское» и «Минино». Установлено, что на тяжело- и среднесуглинистых черноземах диапазон значений плотности сложения в период вегетации зерновых культур, рапса и в паровых полях колеблется в пределах 0,74-1,18 г/см<sup>3</sup> с незначительной и небольшой сезонной вариабельностью показателя (CV=1-20%). Сезонный ритм плотности 0-20 см слоя черноземов определяется типом основной обработки и характером агроценоза. Среднесезонная плотность сложения увеличивается при уменьшении глубины обработки. Возделывание сельскохозяйственных культур и парование полей на фоне отвальной вспашки формирует плотность почвы на уровне 0,92-0,95 г/см<sup>3</sup>. Минимальная обработка почвы дискатором повышает сложение до 0,91-1,03 г/см<sup>3</sup>, нулевой посев – до 1,00-1,07 г/см<sup>3</sup>. При этом величина исследуемого параметра не выходит за пределы оптимальных значений. Высокое содержание илистой фракции (22-34%) способствует рыхлому и нормальному сложению черноземов в сезонном цикле, не достигая критического порога (1,25-1,30 г/см<sup>3</sup>). При механическом воздействии на почву уменьшается размер агрегатов, их форма, увеличивается деформированность. Выявлено, что наиболее трансформируемыми структурными агрегатами являются отдельные >10 мм. Минимальная и нулевая обработка способствует огрублению структуры 0-20 см слоя черноземов, но эти изменения не превышают 8% по сравнению с отвальной вспашкой. Воздействие факторов «обработка почвы - агроценоз - погодные условия» определяет быстрое протекание процесса образования и разрушения почвенной структуры. Отличная и хорошая оструктуренность черноземов Красноярской лесостепи в среднем за годы исследований (62-77%) сопровождается изменением содержания агрегатов ценного размера (10-0,25 мм) от удовлетворительного до отличного уровня (CV=2-24%) в сезонном цикле. В тяжелосуглинистых разновидностях черноземов пределы значения содержания агрономически ценных фракций оцениваются на уровне 48-93%, легкосуглинистых – 50-87%. Высокий коэффициент устойчивости макроструктуры черноземов к суммарному действию внешних факторов за



период вегетации (100-98%) обусловлен отличной водопрочностью структуры (80-88%) и способностью их к разуплотнению в течение вегетационного сезона. Минимальная и нулевая обработка почвы в острозасушливых условиях вегетационного сезона 2012 года способствует снижению коэффициента устойчивости макроструктуры до 89-91%, что подтверждается данными агрегатного анализа. Уменьшение доли водоустойчивых агрегатов в среднем за вегетационный сезон до 54-68% достоверно контролируется влажностью почвы ( $r=0,85-0,99$ ).

Таким образом, сезонный ритм и качественная оценка показателей, не выходящая за оптимальные пределы, свидетельствует об устойчивости агрофизического состояния черноземов Красноярской лесостепи в условиях вспашки и ресурсосберегающих приемов основной обработки.

УДК 631.43

## ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ ХОРЕМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Курвантаев Р., Солиева Н., Корабеков О.**

*Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент, Узбекистан*

[kurvontoev@mail.ru](mailto:kurvontoev@mail.ru)

Механический состав почвы в значительной мере определяет степень доступности почвенной влаги и питательных веществ для **растений**. Почвы Хорезмского оазиса очень разнообразны по механическому составу, что связано с генезисом почвообразующих пород и ирригационно-культурной деятельностью человека. Почвы развитые, характеризуются разностями различного механического состава - от супесчано-песчаных до тяжелосуглинисто-глинистых. Неоднородность механического состава наблюдается и в пределах каждого профиля почв. Изменение механического состава по профилю почв сильно влияет на ее физические свойства и солевого режима. Распространенные в Хорезмской области орошаемые луговые почвы состоят из следующих частиц: крупный песок (1-0,25 мм) от 0,4 до 17,6 %, средний песок (0,25-0,1 мм) от 0,1 до 3,6 %, мелкий песок (0,1-0,05 мм) от 1,0 до 47,2 %. Отложения этих почв различаются наибольшим содержанием мелкого песка, в отдельных профилях их составляет до 30-47 %. Частицы крупного пыла (0,05-0,01 мм) в глинистых разностях достигают до 80 %, а наименьшие образуются на легких почвах. По всем геоморфологическим районам и профилям содержание крупного пыла (0,05-0,001 мм) составляет 22,2-76,6% больше, чем по сравнению среднего и мелкого пыла. Частицы ила (<0,001 мм), даже тяжелосуглинистых разностях их содержание меньше - 0,4-17,3 %. По механическому составу и характеру строения почво-грунты Хорезмского оазиса можно разделить на основные группы: 1) супесчано-песчаные; 2) легкосуглинисто-супесчаные; 3) легкосуглинистые; 4) среднесуглинистые; 5) среднесуглинисто-тяжелосуглинистые; 6) тяжелосуглинистые; 7) тяжелосуглинисто-глинистые. Данная группировка - наиболее удачная попытка для систематизации слоистых грунтов. Она стала основой при составлении почвенных карт Хо-

резмской области. В целом почвы песчаного механического состава составляют 13861 га, супесчаного 11464 га, легкосуглинистого – 55171, среднесуглинистого – 76593, тяжелосуглинистого – 33070 га и глинистого-301 га.

Для решения ряда вопросов, связанных с мелиорацией, обработкой, орошением, большое значение имеют физические свойства почвы. Объемная масса (ОМ). исследованных почв изменяется в широких пределах. От 1,20 до 1,60 г/см<sup>3</sup>. Наименьшие показатели ее в пределах оптимальных величин (1,15-1,45 г/см<sup>3</sup>) встречаются в основном пахотном горизонте ново-освоенных и ново-орошаемых луговых средне и тяжелосуглинистых почв, занятых хлопчатником, пшеницей. В пределах выше оптимальных и критических величин отмечаются в подпахотного горизонта на староорошаемой луговой почве, занятой хлопчатником и рисом. Следовательно, данные почвы имеют более плотное сложение не только верхней части почвенного профиля, но и почвообразующей породы. Это объясняется плотной упаковкой почвенных частиц под влиянием гидроморфизации к физико-химических свойств почвы, а также преобладанием в почвенно-поглощающем комплексе магния к натрия. Кроме того, степень уплотнения профиля орошаемых почв связана, главным образом, с давностью их освоения, культурным состоянием, интенсивностью обработки, давлением ходовых систем почвообрабатывающих орудий.

Удельная масса (УМ). Она зависит от гумусированности, химического и в значительной степени минералогического состава почвообразующих пород. УМ исследованных почв и грунтов колеблется от 2,60 до 2,80 г/см<sup>3</sup>, что характерно для почв пустынной зоны. Наименьшие показатели УМ (2,59-2,70 г/см<sup>3</sup>) встречается на 3-м геоморфологическом районе, а наибольшие 2,67-2,81 г/см<sup>3</sup> характерно для 4-го геоморфологического района. Не обнаружены различия в УМ материнских пород, что свидетельствует об их различия по минералогическом составе. Следовательно, в соответствии с величинами УМ и ОМ, верхние горизонты ново-освоенных и ново-орошаемых почв обладают наибольшей общей порозностью, чем нижележащие староорошаемых почв. Показатели общей порозности изменяются в пределах от 38 до 55 %.

УДК 631.4

## **АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И АГРОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ В ЦЕНТРЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РГАУ-МСХА ИМЕНИ К.А.ТИМИРЯЗЕВА**

**Мазилов М.А.<sup>1</sup>, Николаев В.А.<sup>1</sup>, Акбар Илахун<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва,*

<sup>2</sup>*Синьцзяньский аграрный университет, Урумчи, КНР*

[mazirov@mail.ru](mailto:mazirov@mail.ru)

Создание и поддержание оптимального сложения пахотного слоя почвы с помощью разных систем обработки является актуальной задачей современного интенсивного земледелия. Однако динамичность процессов, происходящих в почве под влиянием обработки, а также ее действие на плодородие требуют систематического изучения.

Исследования проводились на опытном поле центра точного земледелия (ЦТЗ), в РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Объектом исследования являлись агрофизические свойства почвы и культура ячмень, который чередовался в севообороте: викоовсяная смесь на зеленый корм – озимая пшеница + горчица белая на сидерат – картофель – ячмень. В данном опыте изучали две системы основной обработки почвы – отвальную (ежегодная вспашка оборотным плугом EurOpal на глубину 20-22 см) и минимальную (культиватором Pegasus на глубину 10-12 см). Почвенный покров опытного участка представлен дерново-подзолистыми, легкосуглинистыми почвами. Содержание гумуса в пахотном слое (0-20 см) – от 2,0 до 2,5% (по Тюрину), обеспеченность общим азотом (по Корнфилду) низкая – 35,5 мг/кг почвы, тогда как обеспеченность подвижным фосфором (по Кирсанову) высокая – (200-250 мг/кг почвы). Содержание обменного калия (по Масловой) средняя (150-200 мг/кг почвы). рН водной вытяжки колеблется в пределах от 5,8 до 6,2.

Агротехника сельскохозяйственных культур оказывает влияние на влагоемкость почвы и ее влажность завядания путем улучшения физических свойств почвы. Так же существенное воздействие оказывают растения и приемы их возделывания на водопроницаемость и влагоемкость почвы. Применение различных приемов основной обработки в севообороте оказало неодинаковое влияние на водопроницаемость почвы под ячменем. Минимальная обработка приводила к увеличению водопроницаемости почвы под посевами ячменя на 1,56 мм/мин, или на 37,4% пахотного слоя, и на 1,07 мм/мин, или на 32,5% подпахотного слоя по сравнению с отвальной обработкой. Это связано с тем, что при бесплужной обработке создаются условия для активного развития зоофауны, особенно дождевых червей, которые не только способствуют биологическому рыхлению нижележащих слоев почвы, улучшая его структуру, но и обеспечивают проницаемость почвенного профиля за счет многочисленных ходов, достигающих глубины 1 м.

Одной из научных основ прогнозирования эффективности технологий обработки почвы и выбора наиболее рациональных приемов является анализ статистических корреляционных связей между агрофизическими показателями почвенного плодородия, результаты которого позволяют подходить к применению способов обработки более целенаправленно и научно обоснованно. Корреляционный анализ позволил выявить парные коэффициенты корреляции между плотностью пахотного слоя почвы и другими агрофизическими свойствами почвы. Установлена прямая средняя корреляционная зависимость плотности пахотного слоя от содержания глыб >10 мм и твердости почвы, обратная средняя корреляционная зависимость ее от содержания водопрочных агрегатов >0,25 мм, агрономически ценных агрегатов 0,25-10 мм, пористости и водопроницаемости почвы.

Применение разных по способу, глубине и интенсивности систем обработки почвы в опыте оказало неодинаковое влияние на степень оптимизации отдельных физических факторов плодородия. При этом урожайность ячменя в варианте с минимальной обработкой составила 4,92 т/га, что на 19,7% больше, по сравнению со вспашкой. Это объясняется более высокой оптимизацией структурного состояния почвы на варианте с минимальной обработкой, что и предопределило повышение на 19,7% урожайности ячменя по сравнению со вспашкой.

## ТЕПЛОВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВЫ ПЛОДОВОГО САДА В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

**Макарычев С.В., Болотов А.Г., Гефке И.В.**

*Алтайский ГАУ, Барнаул*

[agbolotov@gmail.com](mailto:agbolotov@gmail.com).

Продуктивность плодовых культур зависит от водного, теплового и питательного режимов почвы. Регулирование режима питания с/х культур является наиболее простой мелиоративной задачей. Поэтому особую актуальность для повышения продуктивности растений приобретает изучение водного и теплового режимов с целью их регулирования.

В связи с этим в условиях Алтайского Приобья нами была исследована тепловлагообеспеченность почвы под яблоней и грушей за период (2004-2014гг). Почва – чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный среднесуглинистый. Изучение теплового режима проведено с помощью цифрового измерителя температуры, основанного на технологии 1-Wire с применением датчиков DS18B20, производства фирмы «Dallas Semiconductor – Maxim», США. Данный тип датчиков зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под №23169-02 и допущен к применению в Российской Федерации. Полевая влажность определена термостатно-весовым способом с пересчетом в значения влагозапасов. Температура и влажность измерялись один раз в декаду послойно до глубины 1 м с шагом принятом в мелиоративном почвоведении. Учитывая, что происхождение природных процессов является вероятностным при определении неопределенностей, вызванных климатическими факторами, нами был применен вероятностно-статистический подход.

Сформированный массив значений влагозапасов за десятилетие позволил нам оценить вероятность необходимости водных мелиораций в условиях плодового сада Алтайского Приобья. Выявлено, что значения оптимальных значений продуктивных влагозапасов (диапазон 140-160 мм) в слое 0-100 см составляет незначительную долю, а именно 6,7% от общего количества лет (вероятность  $P = 0,067$ ), что наглядно доказывает необходимость проведения оросительных мелиораций.

Для груши значения оптимальных значений продуктивных влагозапасов (диапазон 140-160 мм) в слое 0-100 см составляет незначительную долю, а именно 2,8% от общего количества лет (вероятность  $P = 0,028$ ). При этом наиболее вероятные значения продуктивных влагозапасов под яблоней и грушей располагаются в интервале 40-60 мм, что явно недостаточно для получения высоких и устойчивых урожаев.

Также нами была проанализирована теплообеспеченность почвы на глубинах 20 и 50 см в вегетационные периоды по годам исследования.

При этом максимальная вероятность температур на глубине 20 см расположена в диапазоне 15-20 °С и равняется 0,44. Данный диапазон температур является оптимальным для роста и развития яблоневых и грушевых культур.

На глубине 50 см наиболее вероятные температуры почвы (12-14 °С) несколько ниже оптимальных значений, а так как основная доля корней плодовых культур расположена в слое 20-60 см, то для обеспечения высоких

урожаев фруктов необходимо предусмотреть мероприятия по увеличению температуры почвы под плодовыми насаждениями.

Также выявлено, что разброс температур почвы под грушей меньше, чем у яблони, что связано с особенностями строения дерева.

Таким образом, тепловлагообеспеченность чернозема выщелоченного плодового сада не позволяет получать полноценные урожаи фруктов в условиях Алтайского Приобья. Для реализации максимальной продуктивности плодовых культур в рассматриваемой почвенно-климатической зоне необходима реализация мелиоративных мероприятий, способствующих достижению оптимального водного и теплового режимов почвы.

УДК: 504.06: 631.4

## **ВОЗМОЖНОСТИ И АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА В АГРОФИЗИКЕ**

**Моисеев К.Г.**

*Агрофизический институт, Санкт-Петербург*

[kir\\_moiseev@mail.ru](mailto:kir_moiseev@mail.ru)

Фрактал это пространственный объект (математически: временной ряд, функция (сигнал)) с дробной степенью мерности пространства - структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому.

Природные системы и процессы являются фрактальными объектами, состоящими из нескольких масштабных областей, тогда говорят о семействе фрактальных размерностей характеризующих данный объект, временной ряд или спектральный сигнал. Сам исследуемый объект является в этом случае мультифракталом.

Существуют задачи выделения - локализации областей временного ряда или поверхности, с различной фрактальной размерностью. Один из подходов к решению таких задач – использование базиса, каждая функция, которого характеризует как определенную временную частоту, так и место ее локализации во времени. Семейство анализаторов, названных вейвлетами (wavelet – всплеск, или «волночка»), широко применяется в задачах анализа временных сигналов, распознавания образов, шифровки и дешифровки информации и др.

Свойства и требования к вейвлетам, выбор анализирующего вейвлета и его дискретизирующих параметров – масштабов и сдвигов широко представлены, например, в интернете, электронный ресурс URL: [https://youtu.be/56lr\\_2KqzsU](https://youtu.be/56lr_2KqzsU) .

Вейвлет - мультифрактальный анализ это очень простой, ясный и эффективный способ прогноза и анализа хаотических природных систем и процессов. С его помощью осуществляют:

1. Прогноз развития природных динамических систем в точках бифуркации.
2. Анализ трендов и локальных особенностей динамики временных рядов.
3. Распознавание объектов на фотоснимке, идентификация образов.
4. Решение задач локализации спектральной яркости почвенных горизонтов по фотографиям разрезов.

Практическое применение вейвлет – мультифрактального анализа не сложно. Анализ сигнала на первом этапе состоит в чередовании операций ап-

проксимации и детализации (декомпозиции) сигнала при изменении масштаба. Второй шаг анализа - поиск группы значений фрактальных размерностей при разных масштабах аппроксимации временного ряда. Данная вычислительная процедура - построение скейлинговой экспоненты - необходима для определения мультифрактальной размерности анализируемого временного ряда.

В качестве объектов анализа выбраны данные по эмиссии парниковых газов и изменению температуры тропосферы Земли на глобальном уровне за 512 лет (с XVI века), а также сезонной динамики эмиссии закиси азота дерново-подзолистых почв разной степени окультуренности землепользования Меньково ФГБНУ АФИ. По данным представленным в работе Балашова Е.В. и др. (2013): «Комплексная система мониторинга агрофизического состояния почв на основе результатов почвенного картирования и исследования эмиссии парниковых газов».

Вейвлет - мультифрактальный анализ показывает что, когда говорят о глобальном потеплении климата Земли, то имеют в виду локальный максимум температуры тропосферы, локализованный во времени с 70-х годов XX века по 2004-2008 год 21 века. После 2008 года начинается локальный минимум температуры тропосферы, но амплитуда колебаний температуры становится больше, увеличение интенсивности изменения амплитуды ошибочно принимали (или выдавали) за тренд глобального потепления климата. Сложно говорить о потеплении климата, однако наблюдается увеличение неустойчивости климата, то есть климат меняется гораздо более интенсивно и катастрофично в последние годы (буквально 5-6 лет), чем считают. Этот процесс, в силу возможного резонанса, гораздо более опасен чем «глобальное потепление или похолодание».

Что касается прогноза выбросов эмиссии закиси азота на почвах землепользования Меньково ФГБНУ АФИ, то анализ показывает, что в будущем увеличения выбросов парникового газа не предвидится, независимо от количества вносимых азотных удобрений. Эмиссия закиси азота из почв – естественный процесс независимый от антропогенного фактора. Состояние агроэкосистем землепользования Меньково характеризуется антиперсистентностью, устойчивостью к внешним (антропогенным) воздействиям и внутренней изменчивостью.

УДК 631.4:631.432

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВЛАГО- И СОЛЕОБМЕНА

**Муромцев Н.А.<sup>1</sup>, Семенов Н.А.<sup>2</sup>, Мажайский Ю.А.<sup>3</sup>, Анисимов К.Б.<sup>1</sup>,  
Грибов В.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, <sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса, Лобня,

<sup>3</sup>Мещерский Филиал Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Рязань

[muromcev39@mail.ru](mailto:muromcev39@mail.ru)

Внутрипочвенный обмен влагой и химическими веществами, обусловленный нисходящим (инфильтрацией, I) и восходящим (испарение грунтовых вод, K) потоками является важнейшим гидрофизическим и гидрохимическим

процессом. Ранее нами было установлено, что доля расхода влаги из ГВ в эвапотранспирации разных культур на дерново-подзолистой почве составляет 19–38%. В длительные засушливые периоды суммарный расход влаги из зоны аэрации и ГВ может достигать 40–50% от суммарного испарения. В дерново-подзолистой почве соотношение инфильтрации и испарения грунтовых вод составляет 0.3–0.5 для средnezасушливых условий, 2.5–2.7 средневлажных и 2.6–2.8 среднемноголетних условий. Максимальные значения выноса химических элементов, наблюдаются в вегетационный и осенне-зимний периоды. В годовом цикле больше всего выносятся кальция – 89.0 кг/га, магния - 37.7, марганца и цинка по 1.40 и калия - 0.95 кг/га.

С капиллярным подпитыванием возвращается в корнеобитаемый слой дерново-подзолистой почвы калия 0.19 кг/га или 20% от потерь, затем следуют марганец (16.4% от потерь), кальций (15.0%), цинк (13.4%) и замыкает ряд магний (9.0%). Из аллювиальной суглинистой почвы объем возврата химических веществ из ГВ составляет величины: кальция (200–160 кг/га) или 104–77% от потерь, затем следуют цинк (82–53%), марганец (65–44%) и замыкает ряд магний (54–25%).

Весьма впечатляющие результаты поступления солей из ГВ в корнеобитаемый слой ирригационно-гидроморфных почв отмечены в степной зоне Южного Урала. С уменьшением ресурса влагообеспеченности (Р) привнос солей увеличивается при всех уровнях ГВ. При 1 м оно составляет 6.78 т/га (Р = 5%), 9.80 (50%) и 13.32 т/га (95%). Понижение ГВ до 2.0 м приводит к уменьшению поступления солей: до 0.10 т/га (Р = 5%).

Интенсивность испарения влаги с поверхности почвы существенно зависит от уровня стояния грунтовых вод. Исследуя этот процесс для условий близкого к поверхности ГВ, установили явление разрыва капиллярных транзитных путей при высоком содержании влаги в почве. Физическая сущность его заключается в несоответствии интенсивности расхода влаги из ГВ интенсивности испарения с поверхности почвы. Ликвидации разрывов, поступающей из ГВ влаги, препятствуют пузырьки воздуха, которые при определенных условиях могут соединяться в воздушные полости.

Сработка капиллярной каймы (КК) при испарении влаги с поверхности почвы в условиях высокого стояния грунтовых вод может достигать значительных размеров по мощности и затрагивать большую часть КК или даже всю ее зону. Максимальная интенсивность расхода ГВ наблюдается в процессе заполнения порового пространства (компенсация недостатка водонасыщения) при поднятии уровня ГВ. На интенсивность влагообмена в системе почва – грунтовые воды существенное влияние оказывает мощность почвенного профиля, удобрения и вид травостоя. Объем инфильтрации под злаковым травостоем больше по сравнению с объемом инфильтрации под бобово-злаковым травостоем, а потери азота из слоев почвы 0–35 и 0–130 см под злаковым травостоем меньше, чем под бобово-злаковым.

Существенную роль в формировании инфильтрационного стока играет качество дернины многолетних трав и способы ее залужения.

## ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ МИРЗАЧУЛСКОГО ОАЗИСА ПУТЕМ МУЛЬЧИРОВАНИЕ И МИНИМАЛИЗАЦИИ ИХ ОБРАБОТКИ

Мусурманов А.<sup>1</sup>, Курвантаев Р.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Гулистанский государственный университет, Гулистан, Узбекистан

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент, Узбекистан

[musurmanov1975@mail.ru](mailto:musurmanov1975@mail.ru)

В условиях орошаемой зоны сероземно-луговых и луговых почв Мирзачулского оазиса зяблевой вспашке затруднительно, требует большого объема работ и средств, по выравниванию поля и его opravке. Весной почва имеет хорошую структуру, и подготовка ее к севу по новой технологии проводится легко, главное в opravке гребней. В изучаемой зоне opravка гребней может быть качественной только без зяблевой вспашки в соответствии с агротребованиями. Целью разработка новой технологии мульчирование с минимальной обработки на фоне гребней с чередованием сельскохозяйственных культур. Для восстановления плодородия естественных состояний почв и способы улучшения водного, питательного, воздушного, термического и экологического режимов почвы, обеспечивающей охрану окружающей, среды получение дешевого, качественного и наибольшего урожая сельскохозяйственных культур при рациональном использовании оросительных вод, удобрений, горючесмазочных материалов, техники и рабочей силы в условиях гидроморфных почв Мирзачулского оазиса закладывался полевой опыт. На опытах в качестве мульчематериалов испытывались различные органические остатки (навоз, солома, отходы лакрицы).

Как показали результаты опыта, плотность сложения 0-15см слое мульчированных на гребнях различными органическими отходами за вегетацию хлопчатника поддерживается в самых оптимальных величинах (1,33-1,38 г/см<sup>3</sup>), тогда как на контрольном варианте увеличивается до 1,65-1,66 г/см<sup>3</sup>. В почве под мульчированными гребнями выявлены более высокие показатели общей и агрегатной порозности, пор аэрации. Почвы под мульчированными гребнями лучше и глубже увлажняются зимне-весенними осадками и вегетационными поливами, интенсивнее прогреваются в период появления всходов и в последующие периоды развития хлопчатника по сравнению с вспаханным полем. Под гребнями независимо от вида мульчирование органических отходов под влиянием механического воздействия происходит некоторое разрушение почвенных агрегатов и увеличение коэффициента дисперсности. Однако в последующем, особенно после первого полива, на гребнях контролем в сравнении мульчированием и минимальной обработки несколько увеличивается водопрочность агрегатов и снижается дисперсность почвы.

Водопрочных агрегатов размером 3-2 и 5-3 мм на контрольном варианте составил соответственно 4,16-4,02 и 4,78-4,81%, на мульчированных соломой 4,70-4,36 и 5,44-4,90 %, отходами лакрицы-5,06-4,36 и 5,82-5,17 и навозом-5,34-4,76 и 5,53-5,36 %



На мульчированных гребнях с различными органическими отходами минимальной обработки почвы лучше используются хлопчатником питательные элементы (азот, фосфор и калий).

Создание оптимального водно-физического, питательного режима почв мульчированных гребней без пахоты улучшает экологическую обстановку за счет уменьшения отрицательного влияния почвообрабатывающих машин и их выбросы, пылеобразования на окружающую среду. Обеспечивает интенсивный рост, развитие созревания и повышение урожайности хлопчатника с высокими технологическими свойствами и качествами.

Специфические особенности ведения земледелия в орошаемой гидроморфной почве обуславливает необходимость дифференцированного подхода к системе машин, соответствующим почвообрабатывающим и технологическим процессам по возделыванию основных сельскохозяйственных культур. Поддержание на высоком уровне производительной способности почв и получение устойчивого урожая сельскохозяйственных культур должны обеспечиваться соответствующими приемами и способами, направленными на оптимизацию почвенных процессов с учетом почвенно-климатических условий территории Мирзачуля.

В целях получения высоких стабильных и качественных урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых почвах Мирзачулского оазиса, необходимо включить в комплекс агротехнических мероприятий возделывания сельскохозяйственных культур на гребнях мульчированием различными органическими отходами с минимальной обработкой почв.

УДК 631.43

## **КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННЫХ АГРЕГАТОВ**

**Николаева Е.И.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[nik-eva@mail.ru](mailto:nik-eva@mail.ru)

Агрегатное состояние почвы, - важнейшее условие выполнения почвой её биосферных функций, включающих плодородие, охрану здоровья человека, осуществление основных циклических явлений в биосфере (водный, энергетический, газовый, вещественный циклы), биоразнообразии и многие другие почвенные функции. Благодаря устойчивости почвенных агрегатов почва устойчива к эрозионным воздействиям, к механическим агротехническим влияниям, переуплотнению, образованию плотных водонепроницаемых горизонтов и другим неблагоприятным природным и антропогенным явлениям. Для сельского хозяйства почва должна иметь не только хорошую структуру, но также структуру, которая будет сохраняться в течение длительного времени, например, структуру высокого качества и стабильности, водоустойчивости и механической устойчивости.

Целью работы является количественная оценка изменения водоустойчивости почвенных агрегатов чернозема обыкновенного под лесом и при сельскохозяйственном использовании.

Изучение физических свойств почв и агрегатов черноземов проводили на примере черноземов обыкновенных Аксаковского района Оренбургской области. Аксаковский район с комплексным почвенным покровом расположен в лесостепи, в подзоне типичных и обыкновенных черноземов. В качестве контрастных вариантов взят чернозем под пашней (далее «пашня», в момент исследования - под черным паром) и мертвопокровным лесом (далее «лес») и находившиеся в 35 метрах друг от друга.

Водоустойчивость агрегатов определяли методом Андрианова, помещая не менее 20 агрегатов на фильтровальную бумагу, подпитывая их водой и подсчитывая суммарное количество распавшихся агрегатов во времени от начала эксперимента. Анализ водоустойчивости проводили по уравнению  $y = n_1 * (1 - \exp(-n_2 * t))$ , где  $y$  – суммарное количество агрегатов, распавшихся ко времени  $t$ . Параметр  $n_1$  отражает суммарное количество распавшихся агрегатов при времени, стремящемся в бесконечность, а  $n_2$  характеризует параметр скорости распада.

Результаты и обсуждение. Следует отметить существенные различия объектов исследования как по морфологии, так и по физическим свойствам. Чернозем, находящийся под «пашней», имеет меньшую мощность гумусового горизонта. Структура верхней части пахотного слоя вполне типична для черноземов – в целом ее можно охарактеризовать как зернистую, пахотный слой отличается пылеватостью. Плотность распаханых черноземов в пахотном слое близка к  $1,0 \text{ г/см}^3$ , с глубиной она возрастает до  $1,3 \text{ г/см}^3$  (имея чуть большее значение в слое 30–35 см, что, возможно, связано с уплотнением под воздействием сельскохозяйственных орудий), и на глубине 70–75 см она равна  $1,31 \text{ г/см}^3$ . Для «леса» отмечена равномерно зернистая, чрезвычайно четко выраженная структура агрегатов, в поверхностном слое почти нацело состоящая из копролитов с отсутствием глыбистости и пылеватости. Плотность почвы в самом верхнем слое, состоящем из агрегатов-копролитов, –  $0,5 \text{ г/см}^3$  (что скорее характерно для органогенных почв). Вниз по профилю плотность постепенно увеличивается до  $1,03 \text{ г/см}^3$  (на глубине 30–40 см) и далее до  $1,4 \text{ г/см}^3$ . Необходимо отметить высокое значение коэффициента впитывания ( $K_{\text{впит}}$ ) черноземов обыкновенных для поверхностных слоев почвы под «лесом» (относится по классификации Н.А. Качинского к излишне высокой). Параметры аппроксимации динамики распада четко характеризуют выбранные объекты: для агрегатов 3-5 мм в почве под «лесом» и «пашней» величины  $n_1$  составили 24,06 и 48,77, а  $n_2$  – 0,36 и 1,72, соответственно. Параметры аппроксимации  $n_1$  и  $n_2$  выше для чернозема обыкновенного, находящегося под сельскохозяйственным использованием, чем для лесных почв, что указывает на большую его подверженность водным воздействиям. Аппроксимация результатов динамики распада агрегатов уравнением указанного вида дает возможность получать количественные параметры аппроксимации динамики распада агрегатов в воде, оценивать их статистическую достоверность, количественно сравнивать водоустойчивость агрегатов различных объектов исследования.

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ГУМУСИРОВАННОСТИ ПОЧВ И СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНОГО СОСТАВА: СЛОЖНОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ

**Новых Л.Л., Пелехоце Е.А.**

*Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет, Белгород*  
[novykh@bsu.edu.ru](mailto:novykh@bsu.edu.ru)

Исследования проводились в стационарном полевом опыте, являющемся базовым объектом агроэкологического мониторинга. Они посвящены мониторингу структурно-агрегатного состава почвы при длительном сельскохозяйственном использовании. Оценивалось влияние содержания гумуса на показатели структурно-агрегатного состава почвы, что включало расчеты тесноты корреляционной связи. Рассмотрены содержание глыбистой фракции, агрономически ценных агрегатов (АЦФ), пыли, средневзвешенный диаметр почвенных агрегатов (СВД). Изученные почвы являются агрочернозёмами глинисто-иллювиальными типичными, миграционно-мицелярными и гидрометаморфизованными, агротёмно-серыми глееватыми.

В органо-минеральных и минеральных горизонтах содержание гумуса составляло 0,2-5,6%. Установлены следующие корреляционные связи между содержанием гумуса и изучаемыми показателями: слабая отрицательная – с содержанием глыб ( $r = -0,43$ ) и с СВД ( $r = -0,55$ ) и слабая положительная – с содержанием пыли ( $r = 0,55$ ) и с содержанием АЦФ ( $r = 0,37$ ). Анализ корреляционных полей точек и линий трендов показал, что во всех случаях поля точек четко делятся на две части: нижнюю (содержание гумуса до 3,0 %), имеющую тенденцию связи и отражающую установленную закономерность, и верхнюю (содержание гумуса более 3,0 %), приближающуюся к горизонтальному направлению. Таким образом, увеличение содержания гумуса до 3 % влияет на анализируемые показатели, а дальнейший его рост перестает влиять.

В связи с обнаруженной закономерностью мы рассчитали коэффициенты корреляции для почвенных горизонтов, где содержание гумуса менее 3 %. При этом связь между содержанием гумуса и СВД стала весьма тесной отрицательной ( $r = -0,85$ ). Для пары «гумус – пыль» связь не доказана в связи с уменьшением объема выборки, между содержанием гумуса и глыб установлена тесная отрицательная связь ( $r = -0,80$ ), для содержания гумуса и АЦФ – тесная положительная ( $r = 0,81$ ). Исключение из анализа горизонтов с содержанием гумуса более 3 % привело к устранению горизонтальных участков корреляционных полей, приблизило их к эллипсовидной форме и усилило тесноту корреляционных связей. Следовательно, гумус в почве влияет на структуру, но лишь в случае, если его содержание до 3%.

Однако данный вывод противоречит устоявшимся представлениям. В связи с этим необходимо искать причину нарушения закономерности, осознавая вероятностно-статистическую природу явлений, т.к. корреляционный эллипс может получиться в результате суммирования частных корреляционных эллипсов, отражающих воздействие частных коэффициентов корреляции и иллюстрирующих второстепенные факторы, влияющие на изучаемую величину.

Мы рассмотрели генетическую сущность удаленных из анализа горизонтов. Это пахотные горизонты и плужная подошва. Здесь одновременно действуют факторы, изменяющие структуру в противоположных направлениях: воздействие гумуса (улучшение структуры) нивелируется механическим воздействием (ухудшение структуры), и создается видимость отсутствия влияния изучаемого фактора.

Таким образом, анализ ситуации позволяет объяснить противоречивый характер полученных данных: среди второстепенных условий проведения испытаний представлены факторы, которые оказывают влияние на одну или обе случайные величины, что влияет на характер изучаемой связи. В связи с этим важной задачей при интерпретации результатов становится понимание вероятностно-статистической природы явлений, чтобы не сделать ошибочных выводов.

УДК 631.436.6

## **СТРУКТУРА ПОЧВ И ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ В УСЛОВИЯХ МНОГОКРАТНОГО ПРОМЕРЗАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

**Романенко К.А.**

*ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва*  
[lusteramisho@mail.ru](mailto:lusteramisho@mail.ru)

В России почвы повсеместно испытывают воздействие многократного промерзания. Работы многих исследователей указывают на то, что многократный переход температуры почвы через точку кристаллизации воды воздействует на структуру минеральной матрицы. Целью работы была демонстрация воздействия многократного перехода температуры образца через точку кристаллизации воды для образцов почв разного происхождения.

Для эксперимента были взяты образцы текстурного горизонта дерново-подзолистой почвы (Московская область), гумусового горизонта целинного чернозёма (Стрелецкая степь), солонцового горизонта солонца (Джаныбекский стационар, Казахстан). Образцы были растёрты резиновым пестиком, просеяны через сито 250 мкм, заложены в пластиковые цилиндры высотой 12 мм и диаметром 8 мм, увлажнены капиллярно и закрыты резиновой пробкой. Далее образцы замораживали в климатической камере Espec 241-SH до температуры  $-20^{\circ}\text{C}$  и нагревали до температуры  $+20^{\circ}\text{C}$ . Температура в камере изменялась равномерно в течение 10 часов в одну и 10 часов в обратную сторону. Удержание температуры проводилось 1 час. Сканирование мёрзлых образцов проводили с помощью рентгеновского компьютерного микротомографа BrukerSkyScan 1172 после 1-кратного замораживания, а также после 5-, 10- и 20- кратных циклов промерзания-оттаивания. Установлено, что в образце из текстурного горизонта дерново-подзолистой почвы масса по ходу эксперимента диспергировалась, далее оструктурировалась в плитчатые отдельности толщиной 60-90 мкм, которых по ходу эксперимента становилось больше, их края становились более чёткими, а сами плитки становились плотнее, трещины между плитками имели толщину 20-40 мкм. Плитчатые отдельности фор-

мировались преимущественно по краям образца. В центре образца возникали крупные изометричные поры и крупные трещины с нечёткими границами. Эти пустоты уменьшились в сечении и обрели более чётки границы после большого количества циклов промерзания-оттаивания. В образцах чернозема после промерзания часть материала диспергировалась, но часть осталась в виде агрегатов от 130 до 250 мкм в поперечнике, разделенных ледяными шпирями ломаной формы толщиной 20-30 мкм. В образце появились крупные поры с нечеткими границами, содержащие внутри тонкодисперсный материал. В образце после 10 циклов промерзания степень структурированности увеличилась, агрегаты стали плотнее, форма их стала округлой, крупные поры очистились от тонкодисперсных частиц, граница их стала четкой. По ходу увеличения числа промораживания-оттаивания увеличивается густота трещин по краям образца, что сопровождается формированием плиток в этой зоне, увеличиваются трещины в глубине почвенной массы. Уменьшилось количество крупных исходных агрегатов, увеличилась степень их отделённости от общей массы трещинами. К 20-ти циклам промораживания-оттаивания начинают формироваться крупные поры в центре образца. В образце солонцовой почвы в ходе нескольких циклов замерзания-оттаивания исчезли изометричные поры до 10 мкм, расположенные в мелкодисперсном материале. Сохранились агрегаты 200-250 мкм в поперечнике, трещины, заполненные льдом образовались в очень маленьком количестве в основном в массе мелкодисперсного материала, который находится в пространстве между микроагрегатами размера 200-250 мкм. Возможно, устойчивость агрегатов к фазовым переходам воды связана с засоленностью образца и формирования материала в условиях засушливого климата.

*Исследования проведены при финансовой поддержке РФФ (проект № 14-16-00065), РФФИ (проект № 16-04-00949) и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2016 году).*

УДК 631.432.26

## **ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ НА СОСТАВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ СТЕПНОЙ ЗОНЫ**

**Русанов А.М.**

*Оренбургский государственный университет, Оренбург*

[soilec@eco.ru](mailto:soilec@eco.ru)

Генетической особенностью степных черноземов является высокое содержание гумуса и, как следствие, прочная структура с преобладанием агрегатов оптимальной размерности (коэффициент структурности более 1.5) и невысокая плотность. В растительном покрове степей преобладают представители семейства злаковых (Poaceae), у которых в процессе эволюции в качестве адаптации к среде обитания сформировалась мочковатая структура корневых систем. Многочисленные придаточные корни злаков густо пронизывают межагрегатные и внутриагрегатные поры, что позволяет им с максимальной эффективностью использовать почвенную влагу. Благодаря этим обстоятельствам целинная степная растительность представлена фитоценозами

ковыльной (*Stipa lessingiana* Trin. Et Rupr.) и типчковой (*Festuca sulcata* Hack.) формаций. Проведенными в пределах степного Предуралья исследованиями на выровненных и склоновых ландшафтах под целинной растительностью установлено, что оптимальная плотность для вегетации диких видов злаковых трав находится в пределах  $0.95 - 1.20 \text{ г/см}^3$ . Именно такая плотность является типичной для равнинных степей. На склонах южных направлений под влиянием засушливого мезоклимата на наиболее крутых участках ( $3.5 - 5.0^\circ$ ) коэффициент структурности снижается до  $0.75 - 0.90$ , а плотность достигает значения  $1.30 \text{ г/см}^3$  и более. В составе фитоценозов, приуроченных к этим фрагментам склона, злаки либо полностью отсутствуют, либо представлены фрагментарно; доминирующими же видами являются представители семейств бобовых (Fabaceae), зонтичных (Apiaceae), астровых (Asteraceae), маревых (Chenopodiaceae), молочаевых (Euphorbiaceae) и др. Объединяющей анатомической особенностью видов перечисленных семейств является стержневой тип корневых систем, для которых высокая плотность почв не является лимитирующим фактором для их роста и развития.

В результате работ, выполненных в границах пастбищных экосистем, получены аналогичные результаты. Под влиянием продолжительного периода (50 – 90 годы прошлого века) интенсивного и бессистемного использования естественных пастбищ произошла едва ли не полная замена присущего степи злакового травостоя с высоким проективным покрытием, многоярусным и с высоким бонитетом на изреженное малоценное разнотравье. Пастбищная деградация растительности связана с двумя факторами: со стравливанием растительности до завершения периода плодоношения и с выпасом скота ранней весной и осенью по влажной почве, в связи с чем под влиянием многократного за сезон воздействия на поверхность черноземов копыт животных плотность верхних слоев почв возрастает до  $1.27 - 1.35 \text{ г/см}^3$ . В этих изменившихся условиях семена диких видов семейства Poaceae, которые, находясь в почве, сохраняют способность к прорастанию в течение нескольких десятков лет, теряют способность для ее реализации и уступают тем самым свои местообитания видам со стержневой формой корневых систем. Однако в середине 90-х годов прошедшего века из-за стихийных изменений в агропромышленном комплексе нагрузка скота на почвенно-растительный покров пастбищных экосистем многократно сократилась, положив тем самым начало продолжающему до настоящего времени периоду относительного покоя. Следует отметить, что за прошедший период интенсивного использования пастбищ в условиях уплотнения верхнего слоя почв их гумусное состояние мало изменилось. Содержание гумуса сократилось в среднем на 15 - 20%, качественные показатели его остались на прежнем уровне. В этой связи в течение первого десятка лет отдыха произошло разуплотнение корнеобитаемого слоя черноземов до исходного уровня, благоприятного для вегетации злаковых сообществ. В настоящее время большая часть ранее деградированных пастбищных экосистем восстановила свою типичную растительность, вернув тем самым степи ее первозданный вид.

Таким образом, физические свойства почв являются не только важнейшим условием плодородия черноземов, но и регулятором видового состава естественной растительности.

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ОСНОВНЫХ ПОЧВЕННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ КОНСТАНТ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

Салимгареева О.А.

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[tavtava@yandex.ru](mailto:tavtava@yandex.ru)

Пространственная неоднородность почв определяет специфику перераспределения в них влаги и развитие многих экологически важных почвенных процессов, поэтому особенно актуальна оценка пространственной вариативности гидрофизических свойств почв.

Почвенно-гидрологические константы являются важнейшими показателями, позволяющими характеризовать наличие различных форм почвенной влаги, и имеют важнейшее значение при расчете оптимизации водного режима, служат основой для построения прогнозных моделей массопереноса.

Цель: оценка пространственной вариативности некоторых физических свойств и основных почвенно-гидрологических констант на примере чернозема типичного.

Исследования проводились в Хохольском районе Воронежской области в 5 км западнее с. Устье на неорошаемом поле под черным паром. Почва – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый крупно-пылевато-иловатый.

На поле экспертно была выбрана опорная точка. Для оценки пространственной вариативности свойств почв и режимов в пределах одного поля было выделено 20 точек опробования в узлах сетки с шагом в 50х40 м. В них был проведен комплекс исследований физических свойств по глубинам 0-10, 10-20, 30-40 и 60-80 см.

В полевых условиях были определены: мощность горизонта А1, глубина вскипания, плотность почвы, коэффициент впитывания ( $K_{вп}$ ). В лабораторных условиях определили гранулометрический и микроагрегатный составы, агрегатный состав, коэффициент фильтрации ( $K_{ф}$ ), основную гидрофизическую характеристику (ОГХ) тензиостатическим методом в области рF от 0 до 2.7 и равновесием над насыщенными растворами солей (рF = 4.45, 5.32, 5.92). Для каждой точки опробования при использовании лабораторных ОГХ определили по методу Воронина величины почвенно-гидрологических констант: максимальную адсорбционную влагоемкость (МАВ), максимальную гигроскопическую влажность (МГ), влажность завядания растений (ВЗ), наименьшую влагоемкость (НВ), капиллярную влагоемкость ( $K_{в}$ ) в % к объему почвы.

Физические свойства чернозема типичного под черным паром отличаются высокой пространственной вариативностью, максимальной для фактора дисперсности по Качинскому и коэффициента фильтрации ( $C_v$  до 65 и 50% соответственно). Вариативность плотности почвы,  $\log K_{ф}$ ,  $\log K_{вп}$  верхнего 10-сантиметрового слоя максимальна, до глубины 40 см происходит закономерное уменьшение вариативности изучаемых физических свойств, а глубже, в слое 70-80 см наблюдается незначительное увеличение коэффициентов вариации ( $C_v$ ), что, очевидно, связано с генетической неоднородностью этого слоя

по территории. Средние значения свойств заметно отличаются от таковых для экспертно выбранной характерной (опорной) точки наблюдения.

Средние значения констант в области адсорбированной и пленочной влаги мало изменяются с глубиной и составляют: МАВ – 9.3-9.8%, МГ – 14.1-15.0% и ВЗ – 16.7-17.7%.

В области капиллярной влаги наблюдается другая ситуация. Средняя величина НВ несколько выше в слоях 0-10 и 10-20 см – 39.0% и 38.4% соответственно, и снижается с глубиной до 34.2%. Значения КВ также уменьшаются с продвижением вниз по профилю от 41.2-40.5% до 36.6%.

Как и физические свойства, основные почвенно-гидрологические константы обладают большей вариабельностью в верхних слоях ( $C_v$  до 16.4%), а ниже по профилю наблюдается некоторое уменьшение изменчивости ( $C_v$  до 4.1%).

Таким образом, наибольшей пространственной вариабельностью физических свойств и почвенно-гидрологических констант обладает верхний слой изученного чернозема (0-10 см). Наиболее однородным оказался слой 30-40 см, в котором отмечается наименьшая вариабельность физических свойств и почвенно-гидрологических констант.

На черноземе типичном в масштабах поля средние значения почвенно-гидрологических констант в области адсорбированной и пленочной влаги сопоставимы на разных глубинах, в области капиллярной влаги средние величины констант НВ и КВ несколько уменьшаются с глубиной.

УДК 631.435 +631.442.6

## **ДИАГНОСТИКА ГОРНЫХ ПОЧВ ПО ГРАНУЛОМЕТРИИ**

**Самофалова И.А.**

*ФГБОУ ВО Пермская ГСХА им. академика Д.Н. Прянишникова, Пермь*  
[samofalovairaida@mail.ru](mailto:samofalovairaida@mail.ru)

Гранулометрический состав (ГС), выраженный в содержаниях фракций гранулометрических элементов – важнейшая характеристика дисперсности почвы. Цель исследований – провести диагностику горных почв по гранулометрии. Исследования проводили на территории государственного природного заповедника «Басеги» в 2012-2014 г.г. Почвенные разрезы заложены на горе Северный Басег (высота 951,9 м н.у.м.) в субальпийском поясе на высоте 920-557 м н.у.м. Всего в подгольцовом поясе было заложено 36 разрезов (в подпоясе криволеся 8 разрезов, субальпийских лугов – 18, парковом редколесье – 10 разрезов). Для описания и определения названия почв использовали профильно-субстантивную классификацию почв России 2004 года. ГС определяли методом пипетки, вариант Н.А. Качинского (с подготовкой почвы к анализу пирофосфатным методом). Статистическая обработка данных проведена в программе «Анализ данных» в Microsoft Excel и STATISTICA 5.0.

Исследуемые почвы относятся к стволу постлитогенного почвообразования. На основании морфогенетической характеристики почв выделены следующие отделы: литоземы (мощность менее 30 см), структурно-



метаморфические (выделение горизонта ВМ), органо-аккумулятивные (срединный горизонт как самостоятельное генетическое образование не выражен).

ГС почв субальпийского пояса является более облегченным в гумусовых горизонтах (среднесуглинистый и легкосуглинистый), а к породе утяжеляется и становится тяжелосуглинистым и глинистым. Содержание и соотношение элементарных почвенных частиц (ЭПЧ) фракций различно в пределах субальпийского пояса. Так, в почвах криволесья более стабильно содержание песчаной и илистой фракций. Почвы субальпийских лугов отличаются меньшим варьированием илистой фракции. В парковом редколесье почвы характеризуются пестротой содержания всех фракций. Для определения взаимосвязи между содержанием фракций ГС и свойствами почв был проведен корреляционный анализ. Так, в почвах криволесья содержание всех фракций в первую очередь зависит от высоты местности. В подпоясе субальпийских лугов только содержание крупнопылевой фракции имеет обратную сильную связь с высотой местности ( $r = -0,73$ ). В почвах паркового редколесья с высотой местности обратную тесную связь имеет содержание пылевой фракции ( $r = -0,92$ ) и среднюю связь – песчаная фракция ( $r = 0,56$ ). Почвы имеют устойчиво одинаковую структуру (формулу) ГС с преобладанием средневзвешенного содержания крупной пыли в структуре.

Определено статистическое распределение ЭПЧ по подпоясам подгольцового пояса. Распределение гранулометрических фракций по профилю почв и их соотношение между собой являются диагностическими показателями элементарных почвообразовательных процессов в буроземах, литоземах, органо-аккумулятивных почвах субальпийского пояса, которые выражены в классификационном названии почв. Дифференциация профиля почв по ГС является результатом закономерного изменения в профиле активности химического и физического выветривания и соотношения между ними. Местоположение почвы по высоте оказывает влияние на ГС за счет разного проявления денудации и крутизны склона, что сказывается на процессах, происходящих в почвах, и соответственно на распределении ЭПЧ.

По гранулометрии почв можно диагностировать: суглинистый ГС; большое содержание крупно-пылевой фракции, что связано с наличием физических процессов выветривания пород и минералов; распределение крупной пыли по профилю очень слабо дифференцировано (статистическое распределение содержания крупной пыли находится на одном уровне в почвах, но с максимальным варьированием признака в подпоясе паркового редколесья); профиль почв наиболее дифференцирован по содержанию песчаной и илистой фракций (меньше песчаной фракции содержится в почвах под субальпийскими лугами, но с наибольшим размахом изменчивости); среднее содержание илистых частиц в почвах криволесья и под субальпийскими лугами составляет чуть больше 15 %, а в почвах паркового редколесья – 30% с максимальным варьированием в пространстве; соотношение ЭПЧ зависит от высоты местности и произрастающей растительности на этой высоте, а также от мощности профиля почв.

## К ВОПРОСУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСТОЯНИЯ ДО ИСТОЧНИКА

**Сердюков В.А.**  
*ГАУГН при РАН, Москва*  
[serdukwa@mail.ru](mailto:serdukwa@mail.ru)

Одна из приоритетных задач науки – установление закономерностей. Достаточно часто закономерности описываются моделями, модели – математическими формулами.

Большое внимание в экологии уделяется исследованиям распределения уровня загрязнения (мг/кг) в зависимости от расстояния до источника загрязнения.

Кроме расстояния на уровень загрязнения влияют множество факторов: интенсивность, температура, размер и состав частиц источника и его формы; температура окружающей среды; роза ветров; показатели диффузии, свойства поверхности загрязнения, сорбционные свойства почв и т.д.

Существует несколько классических моделей загрязнения:

1. Гауссовы модели : нестационарная, стационарная.
2. Модель Пасквилла-Брикса.
3. Модель Сеттона.
4. Модель турбулентной диффузии (дифференциальные уравнения).

И др.

Некоторые модели представляют собой системы дифференциальных уравнений Навье-Стокса. Существует пакет компьютерных программ, позволяющих решать соответствующие уравнения.

В формулах большинства моделей присутствует экспонента.

Эти модели описывают загрязнения и не полностью соответствуют статистическим данным.

Нами проведены исследования в обратную сторону: есть статистические данные для конкретного загрязнения в зависимости от расстояния, под которые подбирается формула методами регрессионного анализа (РА).

Классический РА представляет собой вычисление коэффициентов прямой линии, сумма квадратов расстояний до которой от статистических данных (координат точек) минимальное.

Конечно, форма кривой соответствующая загрязнению от расстояния не является прямой, но логарифмированием некоторые виды функций переводятся в прямую. Таким образом, можно проверить разные не линейные функции (предварительно из данных загрязнения отнять значение натурального фона). По критерию Фишера из множества видов функций определяется та, которая даёт лучшее приближение.

Для первых расчетов данные брались из книги «Геохимия окружающей среды» канадского ученого Дж.Фортескью. Перевод под редакцией М.А. Глазовской. Таблица среднего содержания свинца, цинка, серы в слое почвы 2,5см в окрестностях металлургического завода в штате Миссури.

Завод не является точечным источником загрязнения, но полученная закономерность распределения подтвердилась очень высоким значением критерия Фишера (в некоторых случаях больше 3700).

Затем подобные исследования проводились для данных, полученных российскими учеными, зависимости загрязнения от расстояния до автомобильной трассы, которые подтвердили полученные раньше зависимости.

Мы обратили внимание на статистические данные, связанные с изменением электрических свойств почвы в зависимости от загрязнения. Чем больше выпавших на почву солей металлов, тем больше ионов.

Нами были исследованы статистические данные зависимости электрических показателей от расстояния, которые так же подтвердили ранее полученные зависимости, которые выглядят следующим образом:

Загрязнение = натуральный фон +  $F(R,a,b)$ , где  $R$  – расстояние,  $a$  и  $b$  коэффициенты, которые только для данной местности, данного источника. Вид функции  $F$  (не прямая, не экспонента) для всех аналогичных случаев одинаков.

На данном этапе наших исследований установлены два вида функций  $F$ :

1. Для точечного источника.
2. Для линейного источника (прямая дорога, трасса).

У нас нет данных для установления вида функции для источника загрязнения большой площади, для криволинейного источника (например, для закругления дороги), для случая влияния лесополосы, для поверхностей склонов в одну и другую сторону (зависимость от угла наклона)... Если будут представлены соответствующие данные, то исследования можно продолжить.

Как можно использовать результаты полученных нами исследований на практике?

Для конкретной местности определяется значение натурального фона, значение загрязнения на двух разных расстояниях от источника. По этим данным (система двух уравнений с двумя неизвестными) вычисляются коэффициенты  $a$  и  $b$  – формула готова!

УДК 631.4

## МИКРОТОМОГРАФИЯ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПОЧВ

**Скворцова Е.Б.<sup>1</sup>, Шейн Е.В.<sup>1,2</sup>, Рожков В.А.<sup>1</sup>, Абросимов К.Н.<sup>1</sup>,  
Герке К.М.<sup>1,3</sup>, Корост Д.В.<sup>1,2</sup>, Белохин В.А.<sup>2</sup>, Дембовецкий А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,*  
<sup>2</sup> *МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,* <sup>3</sup> *Институт динамики геосфер РАН,*  
*Москва*

[eskvora@mail.ru](mailto:eskvora@mail.ru)

Традиционное морфологическое изучение почвы и ее компонентов в разрезах и монолитах, в микроморфологических шлифах и почвенных сколах имеет ряд существенных ограничений. Главное ограничение – невозможность изучения внутреннего строения объекта без его разрушения. Вдобавок к этому, исследование в шлифах и на электронных микроскопах нуждается в предварительном

обезвоживании образцов. Указанных ограничений лишена рентгеновская компьютерная томография (X-rayCT), которая представляет собой неразрушающий метод компьютерной визуализации и анализа внутренней структуры образцов с использованием рентгеновского излучения.

Методом микротомографического исследования малых монолитов (цилиндры диаметром 3 см, высотой 3-4 см) на микротомографе высокого разрешения BrukerSkyScan 1172 при разрешении 16,8 мкм/пиксель была исследована структурная организация целинных дерново-подзолистых почв. Компьютерный анализ томограмм показал существенные профильные изменения строения порового пространства в этих почвах.

Для сопоставления томографических и физических методов изучения порового пространства дерново-подзолистой почвы исследовали распределения пор по размерам, полученные 1) - морфометрическим методом на основе томограмм и 2) – методом водной порозиметрии (на основании основной гидрофизической характеристики). В связи с ограничениями, вызванными разрешающей способностью томографа, сравнение проводили только для правых частей графиков. Показано, что в диапазоне пор  $d > 75$  мкм общий вид распределений объемов пор по размерам не зависит от метода его получения. В то же время важно отметить, что фактические данные, полученные на микротомографе и методом ОГХ, для разных горизонтов почвы могут существенно различаться. Так, объем пор 75-100 мкм в горизонте BT2 по томографическим данным оказывается больше, а по данным ОГХ – меньше, чем в других горизонта профиля. Кроме того, следует отметить, что по томографическим данным различия между генетическими горизонтами выражены сильнее, чем по данным ОГХ. Проведенные исследования приводят к выводу, что томографический метод анализа почвенной структуры и пористости не может полностью заменить классические физические методы, однако способствует формированию новых знаний на стыке физики и морфологии почв.

Для выявления основных факторов, оказывающих влияние на структурную организацию целинных почв, были исследованы дендрограммы сходства генетических горизонтов дерново-подзолистой почвы по гранулометрическому, агрегатному составу и по форме пор, представленных на томограммах. Показано, что дендрограмма сходства горизонтов по форме пор (дендрограмма построена на основе распределений пор в томограммах по 5-ти классам формы: трещиновидные, вытянутые изрезанные, изометричные изрезанные, изометричные слабоизрезанные и округлые) отличается от дендрограмм по гранулометрическому и агрегатному составу. Различия между дендрограммами подтверждены расчетами коэффициентов корреляции. Проведенное сравнение позволяет сделать вывод, что при формировании почвенных пор и агрегатов существенную роль играют биогенные и погодно-климатические факторы, что затрудняет установление зависимостей между морфологией пор (агрегатов) и физическими свойствами почвы.

*Исследования проведены при финансовой поддержке РНФ (проект № 14-16-00065), РФФИ (проект № 16-04-00949) и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2016 году).*

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКОНА ЛАНДАУ-ДЕРЯГИНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГИИ ГИДРАТАЦИИ ПОЧВ РОССИИ

**Судницын И.И.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[iisud@mail.ru](mailto:iisud@mail.ru)

Для прецизионного анализа, математического моделирования и прогнозирования водного и теплового режимов почв необходимо учитывать энергию их гидратации ( $E$  [Дж/кг почвы]), то есть энергию ( $A$  [Дж]), выделяющуюся в виде тепла при адсорбции воды единицей массы почвы ( $\Pi$  [кг почвы]):  $E = A/\Pi$ . Дифференцируя это уравнение, получим  $dE = dA/\Pi$ . Цель данной работы – разработать алгоритм вычисления  $E$  и определить ее величину для тяжелосуглинистых дерново-подзолистой, серой лесной, светло-каштановой и бурой полупустынной почв, легкосуглинистых чернозема обыкновенного и солончака, среднеглинистого краснозема. Алгоритм вычисления  $E$  основан на том, что в результате гидратации гидрофильных почв (то есть адсорбции почвами жидкой воды или водяного пара) уменьшается кинетическая энергия молекул воды и, следовательно, уменьшается ее удельный термодинамический потенциал ( $\Phi_w$  [Дж/кг воды]), равный бесконечно малой величине энергии ( $dA$ ), которую необходимо затратить для того, чтобы удалить из почвы, влажность которой равна  $W$  [кг воды/кг почвы], бесконечно малое количество воды ( $dM$  [кг воды]):  $\Phi_w = dA/dM$ . Следовательно,  $dA = \Phi_w \cdot dM$ . Отнеся и  $dA$ , и  $dM$  к массе почвы ( $\Pi$ ), получим  $dE = \Phi_w \cdot dW$ . При изменении  $W$  от  $W_1$  до  $W_2$  (где  $W_2 > W_1$ ), из почвы выделится (в виде тепла) порция энергии гидратации ( $E$ ), равная интегралу  $\Phi_w \cdot dW$  в пределах от  $W_1$  до  $W_2$ . Для удобства вычисления этого интеграла необходимо представить зависимость  $\Phi_w$  от  $W$  в виде элементарной функции. Такой функцией является Закон Ландау-Дерягина, устанавливающий экспоненциальную зависимость модуля давления влаги ( $P$ ), от  $W$  системы, состоящей из электрически заряженной поверхности твердой фазы и прилегающего к ним слоя воды, содержащего диффузный слой гидратирующихся ионов, имеющих противоположный электрический заряд. Поверхность кристаллов глинистых минералов, содержащихся в почве, обычно имеет отрицательный электрический заряд, поэтому около нее формируется диффузный слой катионов, каждый из которых связывает несколько молекул воды. Следовательно, действие Закона Ландау-Дерягина распространяется на почвы, что и подтверждено результатами многочисленных экспериментальных исследований. В логарифмическом виде этот Закон имеет вид:  $\ln(P_w) = A - BW$ , где  $A$  и  $B$  [кг почвы/кг воды] – постоянные для данной почвы величины. Дифференцируя это уравнение, получим:  $dP/P_w = -B \cdot dW$ , откуда следует, что  $dW = -dP/(P_w B)$ . Заменив  $P$  эквивалентным значением модуля  $\Phi$ , подставив полученное выражение в уравнение  $dE = \Phi_w \cdot dW$  и затем проинтегрировав его в интервале  $W_2 > W_1$ , получим:  $E = (-1/B)(\Phi_2 - \Phi_1)$ .

Поскольку  $B = -(\ln \Phi_2 - \ln \Phi_1)/(W_2 - W_1)$ , то  $E = (\Phi_2 - \Phi_1) / (W_2 - W_1) \cdot (\ln \Phi_2 - \ln \Phi_1)$ . Таким образом для вычисления  $E$  в интервале  $W$  (или  $\Phi$ ) необходимо иметь информацию о значениях  $W_1$  и  $W_2$ , соответствующих значениям  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ .

Экспериментально полученные данные подтвердили репрезентативность Закона Ландау-Дерягина для почв основных природных зон России и Грузии. Для интервала  $\Phi$  от 3800 до 260000 Дж/кг воды  $E = 61000(W_2 - W_1)$ . Эта зависи-

мость позволила рассчитать величину  $E$  для этого интервала  $\Phi$ . Она варьировала от 1280 до 10600 Дж/кг почвы. Для горизонтов  $A_1$  величина  $E$  увеличивается от 1950 Дж/кг почвы в серой лесной почве до 9900 Дж/кг почвы в красноземе. Большая величина  $E$  краснозема вызвана не только высоким содержанием физической глины (65 – 71%), но и очень большой  $E$  катионов трехвалентного железа (4355 кДж/г-ион) – гораздо большей, чем  $E$  катионов кальция (1580 кДж/г-ион), водорода (1060 кДж/г-ион) и натрия (398 кДж/г-ион).

Впервые обнаружена весьма тесная корреляционная связь ( $r = 0.93 \pm 0.08$  при уровне значимости  $< 0.05$ ) между значениями  $E$  и удельной поверхности почв ( $S$  [ $m^2/g$  почвы]) и соответствующая линейная зависимость ( $E = 75S + 60$ ), вызванная тем, что увеличение  $S$  приводит к увеличению концентрации в почве обменно-поглощенных ионов, способных «связать» воду.

Впервые обнаружена также тесная корреляционная связь ( $r = 0.71 \pm 0.16$  при уровне значимости  $< 0.05$ ) между значениями  $E$  и содержания в них физической глины ( $F$  [% от массы почвы]) и соответствующая линейная регрессионная зависимость ( $E = 135F - 2160$ ), вызванная тем, что уменьшение размера элементарных почвенных частиц приводит к увеличению их  $S$ , что подтверждается наличием весьма тесной корреляционной связи ( $r = 0.79 \pm 0.14$  при уровне значимости  $< 0.05$ ) и соответствующей линейной зависимости между значениями  $S$  и  $F$  ( $S = 1.9F - 33$ ).

УДК 631.46

## ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПОЧВ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОНСТРУКТОЗЕМОВ РАЗНОГО СТРОЕНИЯ

Сусленкова М.М., Умарова А.Б., Вайгель А.Э.

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[suslenkovamaria@gmail.com](mailto:suslenkovamaria@gmail.com)

В настоящее время все чаще поднимается проблема улучшения качества окружающей городской среды. Одним из методов решения данного вопроса является озеленение территорий. Качество и долговечность зеленых насаждений в том числе зависит от свойств почвенной толщи. В условиях города одним из популярных способов формирования почв является создание специализированных почвенных конструкций с заданными свойствами. Однако, конструктоземы, особенно в условиях высокой антропогенной и техногенной нагрузки, подвержены быстрой деградации, что обусловлено как их загрязнением, так и невыполнением заданных функций вследствие трансформации свойств твердой фазы почв.

Целью данной работы было изучение основных физических свойств твердой фазы почв конструктоземов и их микроморфологии, и их динамики в процессе функционирования в условиях города. В связи с этим были созданы экспериментальные почвенные конструкции различного строения: 1) грунтовые, состоящие из горизонта  $A_{пах}$ ; 2) слоистые, состоящие из следующих горизонтов:  $A_{пах}$ , торф, песок; 3) смешанные, состоящие из тех же компонентов, что и слоистые конструкции. Были исследованы классическими методами

основные физические свойства (плотность твердой фазы, плотность почвы, удельная поверхность, порозность, гранулометрический состав, реологические свойства) и микроморфология методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). В результате анализа свойств почв было выявлено увеличение плотности твердой фазы на фоне снижения содержания органического вещества, обогащение тонкими фракциями. Это особенно отчетливо наблюдается в песчаном слое, расположенном под горизонтами Апах и торфа, и смеси. Заметные трансформации зафиксированы в реологических свойствах почв, показавшие изменение степени микроструктурности в процессе функционирования конструктороземов.

В результате исследований методом СЭМ было выявлено, что в поверхностном горизонте наименьшую трансформацию после 1,5-летнего функционирования претерпели конструкции из смеси, а наибольшую горизонт Апах в слоистой конструкции, где он подстелен слоем торфа. Это отчетливо видно даже на малых увеличениях (x30). К настоящему времени наблюдается более округлая форма микроструктур. При большем увеличении исследовались более тонкие структуры, разница между горизонтом Апах слоистой конструкции и поверхностным горизонтом конструкции из смеси, практически незаметна при увеличении x3000. Микроструктуры уже при этом увеличении представляют собой единую массу. Для поверхностного горизонта Апах грунтовой конструкции границы структур различимы даже при увеличении x9000.

Трансформация микроструктур, изученная при помощи СЭМ, коррелируется с полученными изменениями реологических свойств, исследованных горизонтов конструктороземов. Наибольшую трансформацию претерпел поверхностный горизонт Апах слоистой конструкции, он же стал по своим свойствам ближе к трансформировавшемуся поверхностному горизонту конструкции из смеси, чем к грунтовой конструкции.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 16-04-01851*

УДК 631.43

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ В УСЛОВИЯХ УРБОПЕДОГЕНЕЗА**

**Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Козырев Д.А.,  
Морозов И.В., Котик М.В.**

*Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону*  
[2s-t@mail.ru](mailto:2s-t@mail.ru)

Почвы города это уникальные тела, созданные как почвообразовательными факторами, так и антропогенной составляющей, которая может коренным образом преобразовывать свойства почвенного покрова. Целью исследования являлось изучение изменений физических свойств почв в условиях урбопедогенеза юга России. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью сохранения плодородия почв в черте города, предотвращения их деградации и, как следствие, поддержания экологического равновесия в такой искусственной экосистеме как город. Изучали такие показатели как: В работе изучены грануло-

метрический состав, структурное состояние и плотность сложения, поскольку они являются показателями трех уровней структурной организации почв и могут косвенно отображать суть процессов протекающих в почвах урбанизированных территорий.

Гранулометрический состав определяли методом пипетки по Качинскому с пирофосфатом натрия, структурно-агрегатный состав – методом Саввинова (сухое/мокрое просеивание), а плотность сложения буровым методом.

В результате исследований гранулометрического состава зафиксировано появление фракций крупного и среднего песка не характерных для черноземов, в которых их сумма редко превышает 10%, но в урбогоризонтах этот показатель может достигать до 50%. Нужно отметить, что облегчение гранулометрического состава благоприятно влияет на рост и развитие растений, поэтому для конструкторов черноземной зоны чаще всего искусственно доводят содержание песка до 30-35%. В целом, наиболее консервативна по профилю иловатая фракция, а наиболее волатильны фракции песка и крупной пыли.

Хорошее структурное состояние – это противоэрозионная основа черноземов, что делает исследования структуры важной составляющей для оценки экологии города. Результаты анализа структурного состояния показали, что для районов города с интенсивным урбопедогенезом характерно высокое содержание глыбистой фракции (более 10 мм) это обосновывается чрезмерным уплотнением почвенной массы, особенно в увлажненном состоянии. Такое механическое разрушение агрегатов с образованием глыбистой фракции сопровождается ухудшением водопропускности, в результате чего по итогам мокрого просеивания возрастает доля фракции размерностью менее 0,25 мм, что может служить своеобразным индикатором механического воздействия на естественные генетические горизонты почв города черноземной зоны.

Плотность сложения это свойство почв, говорящее о качестве физических условий для корневой системы растений, обеспечивающих благоприятный водно-воздушный баланс, поэтому для исследования отбирали верхние горизонты (Ad, A, AB, RAT) не экранированных, слабоурбанизированных почв. Результаты исследований показали слабое изменение плотности сложения в таких почвах: из 19 изученных горизонтов только 2 имели завышенную плотность, из чего можно заключить: изменения носят разнонаправленный характер, потому что в условиях города сложный (мозаичный) почвенный покров. Антропогенные воздействия в условиях города локальны, их направленность и сила воздействия зависит в большей степени от функциональной зоны города, или даже отдельного участка. Также можно добавить, что черноземы за счет своей биогенности имеют высокий потенциал к самовосстановлению.

*Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП "Высокие технологии" Южного федерального университета.*



## АГРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ МИРЗАЧУЛСКОГО ОАЗИСА

Уразбаев И.<sup>1</sup>, Курвантаев Р.<sup>1,2</sup>, Мусурманов А.<sup>1</sup>, Ботиров Ш.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Гулистанский государственный университет, Гулистан, Узбекистан, <sup>2</sup>Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, Ташкент, Узбекистан  
[ismaturazboyev@gmail.ru](mailto:ismaturazboyev@gmail.ru)

В Мирзачулском оазисе в основном распространены орошаемые луговые и сероземно-луговые почвы, они очень разнообразны по механическому составу. Это связано с генезисом почвообразующих пород и ирригационно-культурной деятельности человека. Поэтому почвы, развитые на них, представлены разнообразиями различного механического состава – от тяжелых до песчаных. Неоднородность механического состава наблюдается и в пределах каждого профиля почв. Согласно результатам наших исследований содержания агрономических ценных макроагрегатов в пахотном горизонте сероземно-луговых и луговых почв достигает 40-80%, в то же время в ново-орошаемой луговой легкосуглинистой почве эти агрегаты составляет 30-40%. Сероземно-луговые почвы оазиса с близкими сильноминерализованными грунтовыми водами содержат водопрочных агрегатов до 4-6%.

Природные условия поливной территории Мирзачулского оазиса характеризуются высокой интенсивностью биологических процессов, которые приводят к быстрому уменьшению запасов в почве, утрате структуры почвы, ухудшению физических свойств. Удельная масса (УМ) ново-орошаемой легкосуглинистой луговой почвы колеблется от 2,60 до 2,69 г/см<sup>3</sup>, также серозёмно-луговой почвы колеблется от 2,56 до 2,70 г/см<sup>3</sup>. В верхних наиболее гумусированных горизонтах почв величина её наименьшая, с глубиной значение УМ увеличивается. Величина объёмной массы (ОМ) изменяется в широких пределах (1,19-1,71 г/см<sup>3</sup>), наименьшие показатели её в пахотном горизонте орошаемых луговых и серозёмно-луговых почвах, а наибольшие в подпахотном и нижних слоях грунта. Под влиянием орошения, обработки и сельскохозяйственных культур происходит большие изменения, химических и физических свойств, морфологических признаков почв, особенно плотности сложения. В процессе иллювирования, дезагрегация и полива в нижних горизонтах увеличивался, особенно на луговой почве, где уровень грунтовых вод залегает ближе к поверхности и на уровне 40-50 см залегает тонкий прослойка гипса плотность сложения доходит до 1,5-1,7 г/см<sup>3</sup>.

Общие порозность серозёмно-луговой почвы пахотного горизонта характеризуется наиболее высокими колебаниями от 49 до 53 %. Луговые почвы с увеличением плотности сложения в нижних горизонтах, снижается общие порозность до 38-46 %.

Величина максимальная гигроскопичность (МГ) на отмытых от солей образцах ново-орошаемых среднесуглинистых, средне местами сильнозасолённых, ново-орошаемых легкосуглинистых средnezасолённых луговых и ново-орошаемых слабозасолённых серозёмно-луговых почв колеблется от 1,91 до 6,98 %, в ново-орошаемых легкосуглинистых сильнозасолённых луговых и ново-

орошаемых супесчаных сильнозасоленных серозёмно-луговых почв от 4,5 до 6,0 г/см<sup>3</sup>.

Влажность устойчивого завядания (ВЗ) составляет 3,4-6,6 %, а в новоорошаемых легкосуглинистых супесчаных сильнозасоленных серозёмно-луговых и луговых почв - 6,0-9,9 % к массе почвы. Для средnezасоленных легкосуглинистых луговых почв величина наименьшей влагоемкости в верхней метровой толще почвы в среднем составляет 20-25 % к массе для гипсоносных супесчаных горизонтов 15% и сереземно-луговых тяжелосуглинистых и средносуглинистых горизонтов почвы, особенно их солончаковые аналогии в сравнении с легкосуглинистыми разностями имеют несколько повышенные (22-24) влагоемкость, а также различна отдельных горизонтов в связи с неоднородным механическим составом, и степенью засоления.

Таким образом, было выявлено, что в почвах значения агрофизических свойств неодинаковы, в связи с различием их по механическому составу, плотности сложения, минералогическому составу и степени засоления.

УДК 631.43

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВАРИИРОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ НА ГРАНИЦЕ ПЕРЕХОДА ПАШНИ И ЛЕСОПОЛОС

Фомин Д.С.<sup>1</sup>, Юдина А.В.<sup>1,2</sup>, Милановский Е.Ю.<sup>1,2</sup>, Шеин Е.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,

<sup>2</sup> ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва

[dsfomin92@gmail.com](mailto:dsfomin92@gmail.com)

Влияние лесной растительности на свойства черноземов типичных в степной зоне осуществляется комплексно. Лесные массивы в зоне степи являются источниками биоразнообразия и комплексности почвенного покрова, что проявляется через особенности и закономерности почвенных явлений на границе между лесом и степью. Фитоклимат таких насаждений отличается особыми условиями, например, более равномерным температурным режимом, большей влажностью воздуха и ослаблением ветровых потоков по сравнению с фитоклиматом открытой степи. Безусловно, эти мезоклиматические условия и состояние поверхности черноземов должны отразиться на их основных свойствах.

Целью данной работы было изучение пространственного варьирования содержания органического (Сорг) и минерального (С<sub>СаСО<sub>3</sub></sub>) углерода в черноземах типичных методом трансект, заложенных сквозь лесополосы и пашни.

Исследованные лесополосы датируются 1962 годом посадки, трехрядные, непродуваемой конструкции, основная порода – дуб черешчатый.

На территории Курского НИИ АПП были заложены 2 трансекты. В каждой из которых с интервалом 5 метров проводилось бурение (на глубину 1 метр с шагом 10 см) с последующим отбором образцов для анализов на органический и минеральный углерод и определение микроагрегатного состава.

Первая трансекта закладывалась перпендикулярно лесополосе направления Запад-Восток (направление трансекты Север-Юг) протяженностью 75 м и включала 15 точек, 6 из которых расположены под лесополосой.

Вторая трансекта закладывалась перпендикулярно лесополосе направления Север-Юг (направление трансекты Запад-Восток, соответственно). Общая длина составляла 100 метров и включала 20 точек бурения. Из них под пологом лесополосы также расположены 6 точек.

Определение Сорг и  $C_{CaCO_3}$  проводилось на экспресс-анализаторе АН-7529 (ОАО “Гомельский завод измерительных приборов”) методом сухого сжигания. Микроагрегатный состав был определен методом лазерной дифракции (MicrotracBluewave, Microtrac, США).

Геостатистический анализ полученных данных проводился в программе MATLABR2014a.

Анализ распределения органического и карбонатного углерода в трансектах в направлениях Север-Юг и Запад-Восток, пересекающих сельскохозяйственные поля и лесополосы определенного возраста и ботанического состава на территории Курского НИИ АПП, показал особенности распределения параметров в профилях черноземов типичных под пашней и лесополосой, а также черты перехода между этими градами. Причиной таких существенных изменений является влияние особых гидротермических условий в лесополосе.

*Исследования проведены при финансовой поддержке РФФ (проект № 14-16-00065), РФФИ (проекты № 14-04-01683 и №16-04-00949) и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2016 году).*

УДК: 431.434

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ**

**Хайдапова Д.Д.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[dkhaydapova@yandex.ru](mailto:dkhaydapova@yandex.ru)

Реологические свойства почв показывают особенности поведения структурной организации почвенных частиц под нагрузкой. В зависимости от свойств твердой фазы почв таких как, гранулометрический состав, минералогический состав, содержание органического вещества, емкости катионного обмена, содержания легкорастворимых солей и др. почвенные частицы вступают во взаимодействие друг с другом и образуют структуры с различными типами связей от прочных кристаллизационных до слабых коагуляционных. Реологическое поведение образовавшихся структур отличается друг от друга в зависимости от типа связей, т.е реологическое поведение почвенной структуры является функциональным проявлением фундаментальных свойств твердой фазы.

Реологическое поведение почв может характеризоваться различными параметрами, такими как прочность межчастичных связей в исходном состоянии, диапазоном устойчивости структуры при приложении нагрузки, или диапазоном упругого поведения, переходным состоянием или пластичным поведением и величиной нагрузки при переходе в область вязкого течения (полного разрушения структуры). Вышеперечисленные параметры поведения почвенной структуры хорошо определяются методом амплитудной развертки в осцилляционном режиме на реометре MCR-302 (Anton Paar, Austria).

Проведенные исследования реологического поведения почвенных паст почв различного генезиса (подзолистые, дерново-подзолистые, черноземы), различного гранулометрического, минералогического состава, с различным содержанием органического вещества (в присутствии ОВ, после удаления ОВ обработкой перекисью водорода), отдельных чистых минералов (каолинит, монтмориллонит) в состоянии капиллярного увлажнения показали функциональную специфичность реологического поведения почв в зависимости от свойств твердой фазы почв. С утяжелением гранулометрического состава образуются коагуляционные связи, которые обладают небольшой прочностью в исходном состоянии, но обеспечивают длительный диапазон пластичного поведения. Преобладание в почве глинистых минералов группы каолинита обеспечивает более прочные связи, но при этом диапазон пластичного поведения сокращается. Преимущественное содержание минералов группы монтмориллонита понижает прочность связей, но увеличивает диапазон пластичного поведения. Повышение содержания органического вещества увеличивает диапазон пластичного поведения при высокой влажности, при уменьшении влажности препятствует образованию прочных кристаллизационно-конденсационных связей между почвенными частицами, обеспечивая образование благоприятной для растений мелкокомковатой, зернистой структуры.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 16-04-01111, 14-04-01684.*

УДК 631.412

## **ЛАНДШАФТНЫЕ И ПОДЗОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ПОЧВАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

**Холопов Ю.В.<sup>1</sup>, Хайдапова Д.Д.<sup>2</sup>, Лаптева Е.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[vegalyn@mail.ru](mailto:vegalyn@mail.ru)

Основная часть почв Республики Коми в силу климатических особенностей региона (большого количества осадков и низкой испаряемости) находится в переувлажненном или временно переувлажненном состоянии. Переувлажненные почвы легко подвергаются различным деформационным процессам, например, тиксотропии или пływунности. Данные о структурно-механических свойствах, т.е. оценке связи элементарных почвенных частиц между собой и их деформационных свойств (прочность, упругость, пластичность, вязкость, тиксотропность) можно получить с помощью почвенно-реологических исследований. Реология как наука рассматривает вопросы изучения течения и деформации реальных тел, а также включает в себя учение о качестве физико-химических связей исследуемых систем.

Цель данных исследований заключалась в изучении реологических свойств подзолистых почв, формирующихся в различных условиях увлажнения в биоклиматическом подзональном аспекте, для оценки их структурно-механических особенностей.

Исследовали подзолистые почвы, формирующиеся на водораздельных увалах под пологом еловых лесов в подзонах средней, северной и крайнесеверной тайги Республики Коми. Реологические параметры исследуемых подзолистых почв определяли на модульном реометре MCR-302 Anton Paar (Австрия). В наших исследованиях использовали метод амплитудной развертки (колебательный метод), с измерительными системами плита-плита. Программное обеспечение прибора на основе колебательного испытания образца позволяет получить несколько реологических параметров, выраженных в виде кривой зависимости модуля упругости и вязкости от величины деформации:

а)  $G'$  – модуль упругости (модуль накопления), является мерой энергии деформации, сохраненной образцом во время процесса сдвига;

б)  $G''$  – модуль вязкости (модуль потерь), является мерой энергии деформации, израсходованной во время процесса сдвига и потерянной для образца;

г)  $G'=G''$  – точка разрушения структуры (точка равенства модулей упругости и вязкости), это точка пересечения кривых, которая показывает переход вещества из состояния геля в состояние золя или когда упругое поведение превращается в вязкое;

д) LVE\_range – диапазон линейной вязкоупругости (пределы устойчивости почвенной пасты к разрушению структуры).

Полученные данные показали, что коагуляционная структура подзолистых почв обладает слабыми структурными связями и малоустойчива к механическим нагрузкам, диапазон линейной вязкоупругости рассматриваемых почв не превышает 0,005%. При переходе от средней к северной и крайнесеверной тайге устойчивость почв к механическим нагрузкам снижается почти в 2 раза. Наиболее прочные межчастичные контакты формируются в верхних горизонтах автоморфных почв, где накапливаются органические и органоминеральные соединения, аморфные формы железа.

Снижение устойчивости крайнесеверотаежных подзолистых почв к механическим нагрузкам, возможно, связано с более длительным периодом переувлажнения этих почв в безморозный период, при котором процессы оглеения становятся более активными, что препятствует образованию более прочной почвенной структуры.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комплексной программы УрО РАН № 15-12-4-45 «Функционирование и эволюция экосистем криолитозоны европейского северо-востока России в условиях антропогенных воздействий и изменения климата» (Гр. 11512151006).*

УДК 631.43

## **ПОЛНАЯ УДЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Чижмак Д.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[dahis93@gmail.com](mailto:dahis93@gmail.com)

Многие объекты живой природы находятся в дисперсном состоянии. Особенностью таких систем, к которым относится почва, является четко выраженная поверхность раздела фаз. Степень раздробленности частиц непо-

средственно влияет на величину раздела фаз. Оценить дисперсность можно не только содержанием частиц разного размера (гранулометрическим составом), но и удельной поверхностью. С величиной удельной поверхности почвы связаны такие ее свойства, как, способность сорбировать и удерживать воду, питательные элементы, газы.

Цель работы: определение изотермы сорбции и расчет удельной поверхности разными методами. Объект изучения - средние образцы генетических горизонтов дерново-подзолистой почвы опорного пункта почвенного института им. В.В. Докучаева (Московская область, Пушкинский район, с. Ельдигино).

Для определения основных физических свойств почвы мы использовали классические методы. По гранулометрическому составу дерново-подзолистая почва - тяжелосуглинистая. Количество углерода в верхнем горизонте 1,2%. По содержанию агрономически ценных агрегатов и коэффициенту структурности пахотный горизонт характеризуется отличным агрегатным состоянием, но низкой водоустойчивостью. Иллювиальный горизонт имеет неудовлетворительное агрегатное состояние и характеризуется низкой водоустойчивостью.

Разница в значениях рН почвы ( $\Delta pH$ ), измеренных в воде и растворе хлорида калия, является характеристикой заряда поверхности. Исследуемая дерново-подзолистая почва имеет чисто отрицательный заряд поверхности по всему профилю, со значительным увеличением  $\Delta pH$  в иллювиальном горизонте.

Удельная поверхность – это площадь поверхности частиц массой в 1 г. Полная удельная поверхность разделяется на внутреннюю и внешнюю поверхности. Внутренняя включает в себя поверхность микротрещин, микровпадин в почвенных частицах, глубина которых больше их ширины, а внешняя – глубина которых меньше ширины.

Расчет удельной поверхности мы провели по изотерме, полученной методом низкотемпературной сорбции азота на анализаторе поверхности «СОРБТОМЕТР-М». Полная удельная поверхность рассчитана двумя методами. Метод БЭТ заключается в нахождении по уравнению двух неизвестных: энергетической константы  $C$  и количества вещества пошедшего на образование монослоя. Т-метод заключается в сравнении полученных значений адсорбции со стандартом. Стандартом является изотерма, измеренная на непористом материале с регулярной поверхностью.

По форме кривой изотерму адсорбции-десорбции азота горизонтами дерново-подзолистой почвы мы относим ко второму типу по классификации БДДТ - это S-образная кривая, с хорошо выраженной капиллярной конденсацией. Так же изотерма имеет петлю гистерезиса. В верхних горизонтах площадь удельной поверхности – 6,5 м<sup>2</sup>/г для метода БЭТ и 5,7 м<sup>2</sup>/г для t-метода. В иллювиальных горизонтах величины удельной поверхности достигают 33-45 м<sup>2</sup>/г для метода БЭТ и 25-33 м<sup>2</sup>/г для t-метода. Энергетическая константа ( $C_{БЭТ}$ ), рассчитанная из уравнения БЭТ, изменяется по профилю почвы: минимальные значения наблюдаются в пахотном горизонте, в элювиальном значення резко возрастают и постепенно снижаются в иллювиальном горизонте. По изотерме сорбции произведен расчет текстурных параметров исследуемых образцов, таких как поверхность мезопор, внешняя поверхность мезопор, удельные объемы микропор и мезопор.

## ГИДРОСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ НА ЦИКЛАХ ИССУШЕНИЯ-УВЛАЖНЕНИЯ

**Шваров А.П., Кубарева А.В., Розанова М.С.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[ashvarov@mail.ru](mailto:ashvarov@mail.ru)

Цикличность процессов иссушения-увлажнения определяет многие механизмы функционирования почвы как физического, так и биокостного тела. Эти процессы определяют физико-механические свойства, влияют на подвижность многих обменных катионов, и наконец самое главное определяют изменение влажности почв.

В почвах степной зоны влияние процессов увлажнения-иссушения на свойства почв выражено наиболее контрастно, особенно на мелиоративных массивах в орошаемом земледелии.

Была исследована сорбционная способность на циклах увлажнения-иссушения почв степной зоны Европейской части Российской Федерации: чернозема типичного мощного тяжелосуглинистого, солоди луговой обыкновенной среднесуглинистой, солонца лугово-черноземного глубоко-солончаковатого глубоко карбонатного легко-среднесуглинистого, светло-каштановой среднесуглинистой почвы.

Гидросорбционный гистерезис рассчитывали по разности равновесных влажностей почв на циклах иссушение-увлажнение при одинаковых значениях относительного давления паров воды ( $P/P_0$ ) равных 0,15; 0,32; 0,55; 0,86; 0,98. В данной работе проанализированы средние по изотерме величины разности влажностей на циклах иссушения-увлажнения.

Сопряженный анализ величин гидросорбционного гистерезиса почв, удельной поверхности, гумусного состояния позволил выявить генетические особенности этого сложного по своей природе явления.

В исследуемых почвах величина гидросорбционного гистерезиса колеблется от 0,72 до 1,30% в черноземе; от 0,41 до 0,86% в светло-каштановой почве; от 0,70 до 0,87% в солонце; и от 0,50 до 0,96% в солоди. Наибольшие тесная корреляционная связь гидросорбционного гистерезиса прослеживается с гранулометрическим составом, удельной поверхностью почв и гумусным состоянием. Максимальный гистерезис у чернозема обусловлен высокой удельной поверхностью равной 106,7-163,4 м<sup>2</sup>/г, содержание гумуса до 6,82%, и соотношением Сг:Сфг 1,16). Гидрофобная природа гумуса в черноземе усиливает гидросорбционный гистерезис за счет увеличения угла смачивания. Косинус угла смачивания определяли как отношение монослоев воды рассчитанные по БЭТ (Брунауэр, Эмет, Тэйлор) и по Фарреру. Самые низкие величины гидросорбционного гистерезиса зафиксированы в элювиальном горизонте Е солоди- 0,5%. В образцах этого горизонта наиболее легкий гранулометрический состав, в них самая низкая величина удельной поверхности 38,3 м<sup>2</sup>/г. Гумусное состояние в наибольшей степени отличается от черноземов. Отношение содержания углерода гуминовых кислот к углероду фульфовых кислот (Сг.к./Сф.к.) у образцов элювиального горизонта Е солоди наименьшее 0,80. Максимальные значения гидросорбционного гистерезиса в солонце,

солоди и светло-каштановой почве приурочены к нижним горизонтам, в которых резко возрастает содержание физической глины и соответственной увеличивается удельная поверхность.

К наиболее вероятным механизмам гидросорбционного гистерезиса, кроме роли углов смачивания можно отнести сорбцию воздуха на почвенной поверхности

Данная работа свидетельствует о перспективах изучения явления гистерезиса ОГХ, результаты которых могут быть использованы в моделировании водного режима и водных свойств при почвенно-мелиоративных и экологических исследованиях.

УДК 631.43

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ

Шейн Е.В.<sup>1,2</sup>, Милановский Е.Ю.<sup>1,2</sup>, Скворцова Е.Б.<sup>2</sup>, Хайдапова Д.Д.<sup>1</sup>,  
Тюгай З.Н.<sup>1</sup>, Початкова Т.Н.<sup>1</sup>, Дембовецкий А.В.<sup>1</sup>, Шнырев Н.А.<sup>1</sup>,  
Николаева Е.И.<sup>1</sup>, Юдина А.А.<sup>1,2</sup>, Романенко К.А.<sup>2</sup>, Быкова Г.С.<sup>1</sup>,  
Клюева В.В.<sup>1,2</sup>, Белик А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,

<sup>2</sup> ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва

[evgeny.shein@gmail.com](mailto:evgeny.shein@gmail.com)

В почвоведении находят широкое распространение новые методы и приборы, измеряющие физические свойства почв (гранулометрический состав), поровое пространство в 3D-изображениях (томография), контактный угол смачивания, реологические характеристики и др. Эти свойства и параметры должны найти свое применение в почвенных исследованиях, не только как новая и, возможно, более точная информация о физических свойствах почв, но и как новые аспекты физических свойств почв, которые ранее классическими методами не рассматривались. Анализируются данные по соответствующим почвенным параметрам, полученным на новом оборудовании, сравнение их с традиционными почвенными исследованиями. Новые приборы и методы требуют большой методической работы по установлению и выявлению границ их применимости, оптимальных диапазонов, условий измерений и в целом стандартизации процедур экспериментального определения.

Гранулометрический анализ. Несмотря на расхождении данных пипет-метода и метода лазерной дифрактомерии, анализ разнообразных многочисленных данных позволяют сделать оптимистический вывод о том, что для общеклассификационных целей оба метода дают близкие результаты, а вот для подробного гранулометрического пофракционного анализа следует учитывать, что лазерный дифрактометр дает заметно пониженное содержание во фракции ила.

Томография. Томография позволяет визуализировать поровое пространство при любой влажности, выделить твердую фазу почвы, особенности её формы и пространственной организации. В отличие от микроморфологических исследований 3D томография позволяет изучать поровое пространство в



ненарушенном виде при любой влажности, наблюдать распределение влаги в твердой фазе почвы при использовании особых пропитывающих веществ. В публикациях основное внимание уделяется описанию структуры порового пространства и применению этого метода для различных разделов почвоведения. Наиболее перспективным представляется использование томографических данных для оценки водоудерживания и влагопроводности почв, как функций строения порового пространства.

Реологические свойства. Современные реометры являются высокочувствительными приборами для измерения межчастичных взаимодействий, что, безусловно, ставит их в первые ряды по применению в почвоведении для изучения микроструктуры почвы. По-видимому, именно реологические приборы и характеристики могут являться теми сигнальными исследованиями, указывающими на начальные изменения в структуре почв, в прочности структурных связей, которые трудно идентифицируются классическими методами, но весьма чувствительно и точно регистрируются по реологическим испытаниям.

Контактный угол. Поверхность твердой фазы почвы оказывает большое влияние на взаимодействия, биодоступность и пространственное распределение растворенных веществ и газов в почве. Физические и химические свойства поверхности твердой фазы во многом определяют транспорт и сорбцию/десорбцию растворенных веществ. Множество процессов, идущих в почве, включая инфильтрацию, преимущественные потоки и поверхностный сток зависит от смачиваемости твердой фазы водой, численно характеризуемой контактным углом смачивания (КУС), который в последнее время может быть количественно измерен.

Заключение. Новые методы исследования дисперсных систем чрезвычайно привлекательны по своим возможностям, однако требуют большой методической работы по установлению и выявлению границ их применимости, оптимальных диапазонов, условий измерений и стандартизация процедур.

УДК 631.41

## **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Шипкова Г.В.**

*Южный Федеральный университет, Ростов-на-Дону*

[galina\\_shipkova@mail.ru](mailto:galina_shipkova@mail.ru)

Исследование содержания ТМ в незагрязненных почвах природных ландшафтов имеет важное значение при определении региональных фоновых содержаний ТМ. Объектом исследования является уникальная особо охраняемая Полистово-Ловатская болотная система, расположенная на территории Псковской области. Экологическое состояние почв данного района практически не изучено, отсутствуют данные по содержанию ТМ в бурых лесных почвах. Цель работы – изучить содержание, особенности накопления и распределения ТМ в бурых лесных почвах. Нами впервые определены содержания ТМ в бурых лесных почвах исследуемой болотной системы. Исследуемые бурые лесные почвы имеют легкий гранулометрический состав (от песчаного до лег-

косуглинистого), но сформированных на разных породах: тяжелосуглинистой и глинистой красноцветной морене, богатой первичными минералами и валунных суглинках с тонкими песчаными линзами, менее насыщенных ТМ. Содержание ТМ в почвах определено рентгенофлуоресцентным методом на приборе «Спектроскан МАКС-GV». Установлено, что бурые лесные почвы Полистово-Ловатской болотной системы не загрязнены ТМ. Содержание ТМ в мкг/г: Cr варьирует от 44,7 до 269,1, в среднем составляя 87,8, Co – соответственно 7,4-56,4 (17,0), Ni – 19,7-57,7 (30,5), Cu – 12,8-61,4 (28,4), Zn – 26,4-63,3 (40,9), As - 3,6-9,6 (7,3), Pb – 4,0-23,4 (13,7), Fe %: 0,7-3,6 (1,6). Наблюдается широкий диапазон содержания Mn в почвах: от 477,9 до 2079,7 мкг/г, что, вероятно, объясняется разнообразием его содержания в породе и биогенном опаде. На распределение почв по профилю оказывает решающее влияние состав почвообразующих пород. Так, в почвах, сформированных на красноцветной морене, наблюдается возрастание содержания ТМ с глубиной и резкое увеличение при приближении к почвообразующей породе, содержание в которой Cr и Co в 4-5 раз, Fe, Ni и Cu в 2-3, Zn – до 1,5-2 раз больше, чем в почвенной толще. В то же время, в аналогичной почве на валунном суглинке наблюдается обратная закономерность в распределении ТМ по профилю – постепенное уменьшение содержания с глубиной или равномерное распределение. Особенно сильно различие в содержании элементов выражено в случае с Mn. Так, его содержание в верхних горизонтах бурой лесной почвы на валунном суглинке составляет 1971,3-2079,7 мкг/г, уменьшаясь в горизонте С до 525,6 мкг/г, в то время как в аналогичной почве на красноцветной морене варьирует от 477,4 мкг/г в верхнем горизонте до 1214,0 мкг/г в горизонте С. Таким образом, на содержание и характер распределения ТМ в бурых лесных почвах природных ландшафтов Псковской области оказывает определяющее влияние состав пород. Также большое значение имеет биогенное накопление элементов в почвах.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, проект № 5.885.2014/К.*

УДК 631.433.3; 631.417.1

## **РОЛЬ ПОЧВ В УГЛЕРОДНОМ БЮДЖЕТЕ ЛЕСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Щепашенко Д.Г.<sup>1,2</sup>, Мухортова Л.В.<sup>3</sup>, Швиденко А.З.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> *Международный институт прикладного системного анализа, Лаксенбург, Австрия,*

<sup>2</sup> *Московский государственный университет леса, Мытищи,*

<sup>3</sup> *Институт леса им. В.Н. Сукачева, Красноярск*

[schepd@gmail.com](mailto:schepd@gmail.com);

Леса играют важную роль в круговороте и связывании углерода, как в локальном, так и в глобальном масштабе. Бореальные леса накапливают огромное количество углерода, в частности, в почве. Поток CO<sub>2</sub> из почвы в атмосферу (дыхание почвы – ПД) остаётся наименее изученным компонентом глобального цикла углерода. ПД зависит от многих факторов (например, типа

растительности и почв, условий разложения и т.д.) и значительно варьирует во времени и пространстве.

Мы разработали модель ПД Российских лесов на основе интегральной земельной информационной системы и базы данных натуральных измерений запасов почвенного углерода и ПД. Эта модель базируется на полевых измерениях ПД, климатических показателях, типе почв и растительности, а также учитывает различные нарушения. Пространственное разрешение модели составляет 1 км<sup>2</sup>.

По нашей оценке, лесные почвы России содержат 144.5 Пг С в верхнем 1 м слое, в том числе 8.3 Пг С в подстилке. Ошибка оценки общего запаса органического углерода в почве российских лесов находится в пределах 10% (СИ 0.9). Среднее содержание углерода в почве составляет 17.6 кг С м<sup>-2</sup> и находится в пределах оценок других авторов: от 9.6 до 20.3 кг С м<sup>-2</sup>. Недавно опубликованные результаты других авторов находятся как правило ближе к нашей оценке (15.9-16.2 кг С м<sup>-2</sup>). Однако, неопределённости приведённых выше оценок запасов углерода как правило не сообщаются.

Наша оценка запасов углерода подстилки варьирует от 0.40 кг С м<sup>-2</sup> (леса в зоне полупустынь) до 1.26 кг С м<sup>-2</sup> (широколиственные леса Дальнего Востока), составляя в среднем 1.01 кг С м<sup>-2</sup>. Другие авторы сообщают средние для страны запасы углерода в лесной подстилке от 0.72 кг С м<sup>-2</sup> до 1.80 кг С м<sup>-2</sup>. Причинами такого разброса оценок являются использование различных исходных данных и методов, а также учёт или не учёт нарушений.

Суммарное гетеротрофное дыхание (ГД) почв в лесах России оценено нами в 1.7 Пг С год<sup>-1</sup> или 207 г С м<sup>-2</sup> год<sup>-1</sup>. Эти результаты несколько выше имеющихся в литературе (от 160 до 179 г С м<sup>-2</sup> год<sup>-1</sup>). Межгодовая вариация ГД за период 1997-2005 находится в пределах ±5% в целом по стране и до ±23% для отдельных регионов со средним линейным трендом +0.2% в год. Прогноз по региональной климатической модели ГГО, соответствующий сценарию МГЭИК А2, обещает увеличение ГД к 2020 году на 6% и к 2050 году на 17% в среднем для страны по сравнению с базовым периодом 1981-2000.

Почвы аккумулировали 75% общего запаса углерода лесов России. Средний годовой поток ГД не превышает 1.2% от общего запаса углерода, что составляет около 65% чистой первичной продукции.

УДК 630.54.631

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПОЧВ**

**Усков И.Б., Данилова Т.Н.**

*ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт,  
Санкт-Петербург  
[danilovatn@yandex.ru](mailto:danilovatn@yandex.ru)*

В условиях изменения климата представляется перспективным применение гидрогелей для управления водоудерживающей способностью песчаных и супесчаных почв. Водопоглощающая способность самих гидрогелей зависит, прежде всего, от надмолекулярной структуры

синтезируемого полимера. Как правило, молекулярной основой гидрогелей служат макромолекулы с полярными функциональными группами и пространственно-сшитые нанопоры, в которых и удерживаются молекулы воды. Общие принципы действия полимерных гидрогелей на водный режим почвы и влагообеспеченность растений в том, что при внесении в почвенный корнеобитаемый слой, например, путем равномерного распределения, частицы полимерного гидрогеля располагаются в порах, и при поступлении влаги набухают, обеспечивая тем самым повышение влагоудерживания. Основная гидрофизическая характеристика почв характеризует запасы влаги и доступность почвенной влаги для растений. Влага гидрогеля эффективно используется растениями, поскольку ее основная часть лежит в области потенциалов воды  $4,2 > pF > 2,0$ , характеризующих биологически доступную влагу. В Агрофизическом научно-исследовательском институте в лаборатории агроклимата исследован гидрогель «Ритин — 10», полученный из отходов нефтяной промышленности путем манипулирования молекулами полиакриламида посредством внешнего воздействия ионизирующего излучения. Состав: С — 11%; N — 4,7 %; O<sub>2</sub> — 16,4 %; Cl — 1,01 %; K — 27,05 %; Na — 36,98 %. В лабораторных экспериментах изучались: набухание гидрогеля в дистиллированной воде и в растворе Кнопа; водоудерживающая способность почв без гидрогеля и при внесении 0,1 г и 0,2 г сухого гидрогеля на 100 г почвы<sup>-1</sup>; устойчивость полимера к многократным циклам “набухание-высушивание”. В результате проведенного исследования выяснилось, что 0,1г геля удерживает приблизительно 30 мл дистиллированной воды, т.е. объем молекулы увеличивается в 300 раз, что является нижним пределом для полимеров такого типа. При использовании 1н питательного раствора Кнопа набухание гидрогеля было слабым, набухание увеличивалось при снижении концентрации, но было меньше чем набухание гидрогеля в дистиллированной воде, т.е. увеличение молекулы полимера при набухании зависит от концентрации солей в почвенном растворе. При исследовании “набухания — высушивания” геля было установлено, что в зависимости от влажности и температуры воздуха в помещении, гель высыхает за 3-7 суток. Однако, после добавления воды в количестве, равном испарившемуся, гель практически полностью восстанавливает свои свойства. Водоудерживающая способность исследована на дерново-подзолистой супесчаной почве и серой лесной легкосуглинистой почве. Проведенные исследования показали, что вода, поглощаемая гидрогелем, находится в диапазоне потенциала влаги (30-50 кПа), доступной для растений. Наилучший эффект повышения водоудерживающей способности почв был отмечен на образцах дерново — подзолистой супесчаной почвы при внесении гидрогеля в дозе 0,2 г на 100 г почвы<sup>-1</sup>. При внесении гидрогеля уменьшалась плотность песчаной почвы и повышалась ее влагоемкость. В результате проведенных исследований показано что, применение гидрогелей в агрономии дает возможность контролировать водно — физические свойства почв для того, чтобы получать стабильно высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

## ИНДЕКС РЕФРАКЦИИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПОЧВ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКТОМЕТРИИ

Юдина А.В.<sup>1,2</sup>, Милановский Е.Ю.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва,

<sup>2</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

[anna.v.yudina@gmail.com](mailto:anna.v.yudina@gmail.com)

Метод лазерной дифракции (ЛД) начал использоваться в почвоведении с 80-ых гг. предыдущего столетия, однако до сих пор существуют нерешенные методические вопросы. В основе метода лежит эффект рассеяния электромагнитных волн. Международным стандартом по лазерной дифрактометрии принято, что для корректного определения частиц, размер которых меньше или приближается к длине волны используемого источника излучения, следует использовать теорию Ми. Из этого условия вытекает необходимость знания оптических характеристик исследуемого объекта, например, его индекса рефракции (RI).

Для большинства химических веществ и минералов имеются базы данных оптических констант. Однако твердая фаза почв представляет собой полиминеральную систему, а кроме того, чаще всего элементарные почвенные частицы (ЭПЧ) покрыты пленками органоминеральных соединений и новообразованных минералов, невозможно найти подходящее табличное значение.

Некоторыми исследователями сделаны попытки оценить степень влияния оптических характеристик на результаты гранулометрического состава почв методом ЛД. Так, существует мнение, что для массовых анализов допустимо использовать значение RI равного 1.55. Для более тонких исследований рекомендуется предварительно определять минералогический состав. Из-за значительных затрат времени подобный подход приводит к потере такого преимущества метода ЛД, как экспрессность. Ситуацию также осложняет тот факт, что поверхность твердой фазы почв чаще всего модифицирована новообразованными веществами, как упоминалось выше. Что обуславливает изменение значений рефракции относительно табличных. Всё это делает подобный подход нецелесообразным.

Целью данного исследования была оценка влияния оптических характеристик поверхности твердой фазы почв на получаемое методом ЛД распределение ЭПЧ по размерам. Также, мы посчитали необходимым оценить влияние на оптические свойства поверхности ЭПЧ способы пробоподготовки к гранулометрическому анализу. Чтобы определить возможные пределы варьирования RI в почвах, были выбраны контрастные объекты. Были исследованы илистые фракции (<1 мкм) агродерново-подзолистой почвы (с. Ельдигино, Московская область, гор. Ап, 0-10 см, гор. ВТ, 110-120 см), чернозема типичного (ЦЧЗ им. Алехина, некосимая степь, гор. А, 0-10 см, гор. В, 140-145 см), ферраллитной почвы (о. Норфолк, Юго-Западная Океания, гор. А1<sub>1</sub>, 0-10 см, гор. В2, 120-125 см).

Измерение оптических констант дисперсных систем представляет собой нетривиальную задачу, полную методических сложностей. Как наиболее подходящий для измерения RI илистой фракции почв был выбран спектрофото-

метрический метод. Растворитель был приготовлен из двух жидкостей с известными RI (иммерсионное масло Merck KGaA, Art. Nr. 1.04699, RI=1.516; коричневый альдегид, Merck KGaA, Art. Nr. 8.02505, RI=1.6219), которые были смешаны друг с другом в процентном соотношении от 0 до 100% с шагом 20%. Таким образом, были получены 6 растворов с различными значениями RI. Далее готовились серии суспензий для каждого из исследуемых образцов (2 мл растворителя, 50 мг образца). Каждая из суспензий обрабатывалась с помощью ультразвука на диспергаторе зондового типа Digital Sonifier S-250D (Branson Ultrasonics, США) в течение 2 минут при 10%W.

Взаимосвязь между интенсивностью прошедшего света и RI описывается функцией Гаусса:  $I = b + A \exp\left[-\frac{(RI_s - RI_m)^2}{(2\sigma)^2}\right]$ , где I – интенсивность прошедшего света, b – базовая линия, A – амплитуда, RI<sub>s</sub> – индекс рефракции иммерсионной жидкости, RI<sub>m</sub> – индекс рефракции исследуемого образца, σ – параметр функции Гаусса, среднеквадратическое отклонение.

*Исследования проведены при финансовой поддержке РФФ (проект № 14-16-00065), РФФИ (проекты № 16-04-00949, № 14-04-01683) и Президиума РАН (грант на проведение фундаментальных научных исследований в 2016 году).*

УДК: 631.432.

## **АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУРЫХ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОЙ ФЕРГАНЫ**

**Юлдашев Г.<sup>1</sup>, Исагалиев М.<sup>2</sup>, Аскарров Х.<sup>3</sup>, Сотиболдиева Г.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФерГУ, Фергана, Узбекистан, <sup>2</sup>Научно-исследовательский институт Почвоведения и агрохимии, Ташкент, Узбекистан, <sup>3</sup>ФерПИИ, Фергана, Узбекистан

[gulyam49@mail.ru](mailto:gulyam49@mail.ru)

Бурые горно-лесные почвы, занимая положение средневысотных гор, могут играть роль транзита в выносе воднорастворимых веществ, образованию которых способствует климат и наличие относительно сильного биологического фактора выветривания под влиянием древесного фактора.

По механическому составу почвы в верхних горизонтах среднесуглинистые, где содержание физической глины составляет 43,9%.

Кроме того данные свидетельствуют об оглинении горизонтов почв, в средней части почвенного разреза, где возрастает содержание физической глины до 55,2%.

Водно-физические свойства изученных почв имеют коррелятивную связь с механическим составом.

Водный режим этих почв можно отнести к периодическому промывному типу.

Что касается количества водопрочных агрегатов, которые определены по Н.И.Савинову, можно отметить, что водопрочных агрегатов размером выше 5 мм отсутствуют.

Следует отметить, что агрономически ценные агрегаты размером >5 в верхних горизонтах составляет 36,4%, а с размером 1-5 ещё больше (43,3%).

Однако количество микроагрегатов меньше 0,25 мм составляет 7,5%. В ниже лежащих горизонтах количество макроагрегатов все же остается довольно в большом количестве и в сумме составляют 71,9-75,9%. Это положение связано с содержанием и составом гумуса почв, с которыми связаны объемная и удельная масса почв.

Важными с агрономической точки зрения свойствами почв связаны объемный вес, т.е. объемная масса почв, так как характеризует плотность сложения почв. Плотность почвы сказывает существенное влияние на многие физические показатели, такие как содержание и подвижность влаги, порозность и др.

С порозностью связана удельная масса почв. Величина удельной массы зависит от минералогического состава и содержание гумуса в почве. Удельная масса по профилю почв со снижением содержание гумуса в нормальных почвах снижается. Объемная и удельная масса горно-лесных почв отличается значительными величинами по всему профилю. Как правило, в почвах вниз по генетическим горизонтам показатели объемной массы увеличивается.

В этих почвах преобладают рыхлое сложение, их объемная масса в верхних горизонтах колеблется в интервале 1,03-1,17 г/см<sup>3</sup>. Нижние горизонты, которых имеют достаточно устойчивый объемный вес, где показатель достигает 1,41 г/см<sup>3</sup>. Это происходит за счет промывного водного режима и других свойств горных почв.

Изменения удельной массы в верхних слоях варьирует в пределах 2,52-2,61 г/см<sup>3</sup>, а в горизонте 102-183 см 2,68 г/см<sup>3</sup>.

Изменения плотности сложения и удельной массы почв приводит к изменению аэрации, это влечет за собой изменению биологических и физико-химических процессов, происходящих в почве. В соответствии с величиной удельных и объемных весов изменяется общая порозность почв.

По оценочной шкале Вадюниной и Корчагиной (1961), бурые горно-лесные почвы характеризуются удовлетворительно как имеющие 55-60% общей порозности.

В зависимости от порозности почв изменяется максимальная гигроскопичность и наименьшая влагоемкость. Максимальная гигроскопичность в этих почвах колеблется от 6,1 до 10,25%, такой диапазон связан со снижением гумуса и порозности горизонтов почв, которые в свою очередь влияют на показатели наименьшей влагоемкости. Влагоемкость изученных почв колеблется в интервале 28,6-35,6%.

При интенсификации лесного и сельского хозяйства во главу угла следует ставить рациональное использование этих почв, как одну из основных пунктов проблемы охраны биосферы и воспроизводства ее ресурсов.

Необходимо поставить работы по охраны почв, так что бы она была не только делом землепользователей, но других отраслей народного хозяйства, определяющих масштабы и взаимоотношений человека и почвой.

Комиссия II

## ХИМИЯ ПОЧВ

Председатель – д.б.н. Г.В. Мотузова

---

УДК 631.416.9 : 633 (571.13)

### **ФОРМЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ И ИХ ДОСТУПНОСТЬ ДЛЯ РАСТЕНИЙ**

**Азаренко Ю.А.**

*ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет»*

*им. П.А. Столыпина, Омск*

[azarenko.omgau@mail.ru](mailto:azarenko.omgau@mail.ru)

Изучение содержания различных форм микроэлементов в почвах и доступности их для растений необходимо для решения практических вопросов агрохимии, экологии, биогеохимии. Проведена оценка валового содержания, прочносвязанных кислоторастворимых и подвижных форм Cu, Zn и В в разных типах почв и концентрации элементов в растениях. Выявлены различия в содержании подвижных Cu и Zn в почвах с разной реакцией среды. Концентрация Cu и Zn (1н ацетатно-аммонийный буфер ААБ, pH 4,8) значительно выше в ненасыщенных основаниями кислых и слабокислых дерново-подзолистых и серых лесных (0,85-1,15 и 1,3-4,6 мг/кг соответственно) по сравнению с нейтральными черноземными почвами, где они составляют 0,05-0,15 и 0,14-0,88 мг/кг. Для совокупности почв данных типов наблюдалась обратная зависимость концентраций Cu и Zn от величины pH ( $r = -0,69-0,71$ ). В почвах ненасыщенных основаниями на долю подвижных соединений Cu приходилось 12-21, Zn – 3,5-12% количества кислоторастворимых прочносвязанных форм элементов, извлекаемых 5М HNO<sub>3</sub>. В насыщенных черноземных и солонцовых почвах содержание подвижной формы элементов составляло менее 1%. В то же время 1н HCl извлекала из черноземов более высокие концентрации Cu: 3-6 мг/кг (22-32% валового содержания). Не смотря на более высокие концентрации подвижных форм микроэлементов в дерново-подзолистых почвах, уровень содержания Cu и Zn в растениях, произрастающих на них, часто был ниже по сравнению с концентрацией элементов на черноземах, что свидетельствует о невысокой степени их биологической доступности для растений на кислых почвах.

Для соединений В в почвах характерна более высокая мобильность. Доля его подвижных форм (метод Бергера и Труога) составляла от 2-8% в черноземных почвах до 7-30% валового содержания в солонцах и засоленных почвах. Изучение форм соединений В в почвах с разным его содержанием показало, что в лугово-черноземных почвах и солонцах преобладают трудно-растворимые соединения В в составе силикатов и алюмоборосиликатов, однако в солонце их доля от валового содержания значительно меньше (60-86,9%), а количество несиликатных соединений достигает 21-26%.



Значительное количество бора из солонца извлекалось уже холодной водой (до 50%), горячей – до 95 % несиликатной части, что создает условия высокой доступности бора растениям, выращиваемым на солонцах. Используя методику последовательного фракционирования соединений бора, в наших экспериментах основные различия между лугово-черноземной почвой и солонцом отмечались по величине фракций легкорастворимого и специфически адсорбированного В, количество которых в солонце было в 6,2-10,9 раз выше. Сопоставление данных разных опытов показало, что подвижные соединения элемента в солонце были представлены преимущественно данными фракциями. Значительная часть бора (до 10-15%) в почвах представлена соединениями, связанными с оксидами железа, алюминия и марганца, до 9,1 – 9,7 % элемента находится в связи с органическим веществом. Между концентрациями подвижного В в почвах и растениях установлена положительная зависимость. Оценка содержания В в растениях, произрастающих на почвах с разным его содержанием показала, что поступление его как в естественную растительность, так и в культурные растения, а следовательно вовлечение в пищевые цепи, на солонцах с избыточными концентрациями элемента значительно выше, чем на лугово-черноземных и луговых почвах. Доступность микроэлементов растениям определялась не только содержанием их в почве, но и физиологическими механизмами поглощения, процессами антагонизма и синергизма ионов.

УДК 631.416.8

## **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ**

**Алексикова А.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Плахов Г.А.,  
Шерстнев А.К.**

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*  
[alexandra.alexikova@yandex.ru](mailto:alexandra.alexikova@yandex.ru)

Характеристика состояния почв городских территорий необходима для принятия правильных решений в процессе управления земельными ресурсами города.

Одна из проблем, которую приходится решать в условиях урбанизации, – мониторинг состояния загрязненности почв тяжелыми металлами, высокие концентрации которых влияют на биологическую активность и физико-химические свойства, в том числе на систему гумусовых соединений.

Определение тяжелых металлов в почвах Ростовской агломерации проводилось рентгенфлуоресцентным методом на спектрокане МАКС-GV. Результаты, полученные в ходе изучения содержания и распределения тяжелых металлов и мышьяка по почвенным профилям городских почв, свидетельствуют, что урбостратоземы Ростовской агломерации загрязнены хромом, медью, мышьяком. Превышают значения ПДК в верхних горизонтах урбостратоземов цинк и свинец. Однако оценка степени деградации почвы с использованием показателя суммарного загрязнения (Сает и др., 1990) показала, что на

большой территории Ростова-на-Дону отмечается допустимая категория загрязнения почвенной толщи. Средняя категория загрязнения выявлена в придорожной зоне улиц с интенсивным движением автотранспорта за счет высокого содержания в поверхностных горизонтах свинца, что обусловлено поступлением этого элемента с выхлопными газами автомобилей. По данным Большакова с соавторами (1993) этим путем поступает в почву до 70% свинца.

Значительное превышение ПДК по цинку обнаружено в разрезе, заложенном в зоне влияния ОАО «Эмпилс», производящего цинковые белила. В этом же разрезе отмечено высокое содержание стронция и мышьяка во всех горизонтах, и некоторое превышение ПДК по никелю в нижних горизонтах урбик и горизонте С.

Изучение профильного распределения ТМ показало, что их содержание в урбогоризонтах не всегда выше, чем в нижележащей толще почвы естественного сложения. Иногда это связано с особенностями гранулометрического состава: в естественных горизонтах с тяжелым ГМС содержание ТМ выше, чем в антропогенных слоях облегченного гранулометрического состава за счет привноса песка в ходе строительства или при устройстве дорожного покрытия.

Загрязнение тяжелыми металлами горизонтов А, погребенных под плотной толщей антропогенных слоев урбостратоземов, как правило, отсутствует. Это свидетельствует о том, что при запечатывании асфальтом почвенные горизонты оказываются как бы под защитой вышележащей толщи, наблюдается своеобразное «консервирование» этих слоев почвы. Вероятно, в прошлом токсикологическая обстановка была более благоприятной, влияние города на почвы, было менее деструктивным, и почвы, в основном, не были загрязнены тяжелыми металлами. Хотя в отдельных случаях была выявлена слабая степень загрязнения погребенных под асфальтом почв, но изучение исторических фактов показывало, что в прошлые годы вблизи располагалось то или иное предприятие – источник загрязняющих веществ.

Загрязнение почв рекреационных зон также имеет место. Так, черноземы в Ботаническом саду ЮФУ характеризуются повышенным (выше ПДК) содержанием хрома, цинка, свинца и мышьяка. Причем характер накопления – в поверхностном горизонте Ad – указывает на поступление этих металлов с осадками, либо путем воздушного переноса. Исключения составляют хром и медь: эти металлы либо довольно равномерно распределены во всей почвенной толще (хром), либо высокое содержание свойственно только нижней части профиля (медь) черноземов. Их содержание на уровне ПДК, скорее всего, обусловлено особенностями химического состава материнских пород.

*Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ базовой части внутреннего гранта ЮФУ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП "Высокие технологии" Южного федерального университета.*

## СОЗДАНИЕ ПОЧВ И ГРУНТОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

**Алифиров М.Д., Савич В.И., Гукалов В.В.**

*РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева*

[soillab@timacad.ru](mailto:soillab@timacad.ru)

Для получения высоких урожаев с/х культур хорошего качества необходимо создание почв и грунтов с заданными свойствами. Оптимальные параметры этих почв и грунтов отличаются для отдельных сельскохозяйственных культур, планируемого уровня урожайности, климатических условий, зависят от состава смесей в грунтах и от свойств исходных почв, зависят от структуры почвенного покрова и положения почв в ландшафте.

С нашей точки зрения, необходима оптимизация водной, воздушной среды и твердой фазы почв, светового, гравитационного и электромагнитного полей.

В соответствии с существующими методиками, при создании почв и грунтов с заданными свойствами оптимизируют валовое содержание и соотношение N:P:K и некоторых других биофильных элементов. Однако не учитывают при этом содержание их водорастворимых, подвижных и, в конечном итоге, усвояемых форм элементов. Как правило, не регулируется водно-воздушный режим и физические свойства почв. Это определяет низкую эффективность использования удобрений.

В работе показано влияние гуматов из сорных растений и отходов с/х производства, водорастворимых органических веществ растительных остатков на урожай с/х культур и свойства почв, энергетику в системе почва-растение.

Отдельные виды и сорта растений обладают разной селективностью корневых систем к биофильным элементам и токсикантам, что также не учитывается. Очевидно, что создание оптимума содержания усвояемых биофильных элементов в одной микроне не реально, т.к. создание условий для повышения усвояемости одних элементов снижает усвояемость других. Необходимо создание в корнеобитаемой зоне локальных зон для усвоения растениями разных элементов, создание профиля почв с определенными геохимическими барьерами. В природе к этому приводит образование структуры почв с разными окислительно-восстановительными условиями на поверхности и внутри структурных отдельностей. Этому соответствует и различие свойств почв во всей массе и в прикорневой зоне, различие свойств по профилю почв.

Нами установлено поглощение растениями элементов питания из воздушной среды, поглощаются также биологически активные продукты: стимуляторы, ингибиторы и т.д. С нашей точки зрения, необходима оптимизация воздушной среды и состава почвенного воздуха с регулированием содержания компонентов с использованием кавитации.

Нами разработаны способы мелиорации поливных вод, электромагнитными полями, растворением в них биофильных элементов, стимуляторов, анодное обогащение комплексами катионов с органическими лигандами.

По полученным нами данным, оптимизация физических полей окружающей среды и опосредованно растений является одним из важных факторов повышения урожая с/х культур. К таким приемам относится магнитная обра-

ботка вод и грунтов, электростимуляция вод, электромелиорация и т.д. Только совместное воздействие на все факторы жизни растений может обеспечить максимальную эффективность их выращивания и антропогенного воздействия.

В проведенных исследованиях показана целесообразность создания локальных зон с заданными оптимальными свойствами в почве с использованием цеолита и других сорбентов. Показано существенное отличие свойств разных слоев структурных отдельностей почв. Получены экспериментальные данные о значительном вкладе в баланс биофильных элементов их испарения из почв, выделения с продуктами транспирации растений при поглощении их растениями из воздушной среды. Установлено влияние на биотесты запаха, света определенной длины волны, электромагнитных полей с заданной информацией. Предлагается для оценки оптимальных свойств почв под отдельные культуры и сорта использование систем обратной связи: введение элементов в суспензию почв (воздействия на растения), анализ ответной реакции растений, развивающихся в этой суспензии, по параметрам фотосинтеза.

УДК 546.47 631.453 633.37

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ БУФЕРНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ В ОТНОШЕНИИ ТМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕСТ-РАСТЕНИЙ

**Анисимов В.С., Анисимова Л.Н., Фригидова Л.М., Санжарова Н.И.,  
Дикарев Д.В., Фригидов Р.А., Корнеев Ю.Н.**  
ФГБНУ ВНИИРАЭ, Обнинск  
[vsanisimov@list.ru](mailto:vsanisimov@list.ru)

Объектами для исследования влияния эдафических факторов на подвижность ТМ в системе почва – растение были выбраны Zn, кормовые бобы (*Vicia faba* L.), дерново-подзолистая супесчаная почва, чернозем выщелоченный и болотная торфяная низинная почва. Поведение Zn изучали в вегетационных опытах в теплице при влажности почвы 60% ПВ в широком диапазоне концентраций внесенного Zn. В нативных почвах доля подвижного Zn (извлекаемого  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , рН 4.8) оказалась незначительной:  $\text{Ч}^{\text{В}} (0.02) < \text{Т}^{\text{Н}} (0.04) < \text{П}^{\text{Д}} (0.05)$ . С ростом дозы вносимого в почвы водорастворимого Zn, доля его подвижных форм от общего количества металла в почвах быстро возрастала до следующих значений  $0.15 (\text{Т}^{\text{Н}}) < 0.31 (\text{Ч}^{\text{В}}) < 0.43 (\text{П}^{\text{Д}})$  и, начиная с вариантов опыта  $\text{Zn}_{500} (\text{Т}^{\text{Н}})$ ,  $\text{Zn}_{500} (\text{Ч}^{\text{В}})$ ,  $\text{Zn}_{100} (\text{П}^{\text{Д}})$ , далее не изменялась.

Были определены различные типы ответных реакций растений на изменение концентрации в них Zn и установлены диапазоны соответствующих концентраций в почвах и в кормовых бобах. В результате анализа кривых, характеризующих зависимость накопления Zn в биомассе бобов от количества внесенного в дерново-подзолистую почву металла, выделены 4 диапазона содержания Zn в почве: недостаточных концентраций (содержание валового Zn в почве  $< 30$  мг/кг, подвижного  $< 1.4$  мг/кг что соответствует его содержанию в растениях менее 50 мг/кг сухой массы); нетоксичных концентраций (содержание валового Zn в почве 30-180 мг/кг, подвижного 1.4÷80 мг/кг, что соответ-

стствует его содержанию в растениях 50÷580 мг/кг сухой массы); избыточных концентраций (в почве содержится валового Zn 180 – 260, подвижного 80÷105 мг/кг в растениях - 580 - 660 мг/кг); токсичных концентраций (валовое содержание элемента в почве 260–480 мг/кг, подвижных форм - 105÷230 мг/кг, в растениях - от 660 (критическая концентрация) до 1850 мг /кг). Тип поведения растений при этом последовательно изменяется: аккумулятивный, индикативный, барьерный ограничительный, безбарьерный (гипераккумулятивный). Тем самым подтверждается вывод о том, что растения одного вида могут вести себя как аккумуляторы, индикаторы или биобарьеры (“excluders”) по отношению к ионам ТМ в зависимости от концентрации последних в субстрате. Весь диапазон содержания цинка в почве на черноземе (55-1090 мг/кг) укладывается в интервал нетоксичных концентраций. Тип поведения растений – индикативный. Для торфяной низинной почвы интервал нетоксичных концентраций соблюдается до общего количества металла в почве 1670 мг/кг. При концентрациях Zn 1670-2000 мг/кг наблюдается барьерный ограничительный тип поведения растений, характерный для избыточных концентраций элемента в почве. Установлено, что в диапазоне нетоксичных концентраций Zn и Pb в почвах содержание ТМ в биомассе тест-растений пропорционально количеству их в валовой и подвижной формах. Показано, что эдафические факторы, определяющие буферную способность почв, в регулировании подвижности Zn и Pb в системе почва – растение играют не менее важную роль, чем биологический фактор (физиологические особенности растений). Для Zn установлено, что коэффициенты накопления его в биомассе бобов в пересчете на содержание подвижной формы металла в почве ( $KH_{Me(подв)}$ ) различаются почти на порядок:  $8.2 (П^Д) > 2.4 (Ч^В) > 1.9 (Т^Н)$ . На основании линейного характера зависимости  $[Me]_{почва(подв)} - [Me]_{растение}$ , т.е.,  $d[Me]_{растение}/d[Me]_{почва(подв)} = KH_{Me(подв)} = const$ , предложен метод определения потенциальной буферной способности почвы в отношении ТМ с использованием тест-растений ( $ПБС(P)$ ):  $ПБС(P)_{Me} = KK_{Me} / (KH_{Me(подв)} \times TO_{Me})$ , дм<sup>3</sup>/кг, где  $TO_{Me} = [Me]_{надзем.часть} / [Me]_{корень} = KH_{надзем.часть} / KH_{корень}$ . С помощью данного метода для области нетоксичных концентраций цинка в почвах получены значения  $ПБС(P)_{Zn}$  для исследуемых почв, дм<sup>3</sup>/кг:  $104 (П^Д) < 354 (Ч^В) < 447 (Т^Н)$ .

УДК 550.47

УДК 574.2:502.22

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДА В СИСТЕМЕ ПОЧВА – КАРТОФЕЛЬ В АГРОЛАНДШАФТАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Берёзкин В.Ю., Коробова Е.М., Колмыкова Л.И., Корсакова Н.В., Кригман Л.В.**

*Институт Геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского  
(ГЕОХИ РАН), Москва*

[victor76@list.ru](mailto:victor76@list.ru)

Брянская область характеризуется низким содержанием йода и других элементов в почвах и пищевой цепи. Загрязнение техногенными радионуклидами йода западных районов области в 1986 г увеличило риск возникновения

заболеваний щитовидной железы (ЩЖ) среди местного населения. Цель исследования – оценка обеспеченности почв и картофеля, употребляющегося в пищу местным населением на территориях подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Исследования, проведённые в Брянской области в 2007-2012 гг. подтвердили высокую дифференциацию йода в её почвенном покрове, что обусловлено структурой почвенного покрова. Подобная неоднородность изначально определяется ландшафтной структурой исследуемой территории: сочетанием литологических, геохимических и климатических факторов. Новым этапом исследований 2013–2014 гг. стала попытка выявить различие содержания йода в системе почва-картофель, сформировавшихся на геохимически контрастных породах.

Отбор проб проводился в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) населённых пунктов области, по которым имелись сведения о заболеваемости раком ЩЖ. На картофельном поле ЛПХ закладывалась тестовая площадка: с отбором проб в её центре и двух по диагонали. При этом фиксировался наклон площадки, наличие удобрений в период посевной и другие факторы, влияющие на содержание йода. Почвы отбирались ручным буром из верхнего слоя мощностью 20 см, послойно: верхние 10 см и нижние 10 см. Картофель отбирался непосредственно в месте отбора почвенной пробы. Содержание йода в почвах и растениях определялось кинетическим роданидно-нитритным методом. Статистическая обработка данных проведена в программе MS Excel. Всего было определено содержание йода в 149 пробах картофеля из 111 населённых пунктов. В почвах, отобранных сопряжённо с картофелем, определено содержание йода в верхних 20 см - 78 проб, в верхних и нижних 10 см - 59-ть проб и без жёсткой фиксации глубины отбора - 12 проб.

Предположив, что содержание йода будет меняться в первую очередь за счёт различия почвенно-геохимических условий, мы ввели в базу данных (БД) классификация тестовых площадок по принадлежности к классам водной миграции и типам почв. БД была разбита на три выборки: ландшафты кальциевого (на серых лесных почвах), кислого (на дерново-подзолистых) и глеевого (на дерново-подзолисто-глеевых) класса. Исследования показали, что наиболее высокие медианные значения йода, были обнаружены в агроландшафтах на серых лесных почвах, как в почве (1,61 мг/кг на 20 см), так и в картофеле (35,35 мкг/кг). Более низкое содержание йода в верхних 10 см почвы, чем в нижних, ландшафтов кислого (0,95/0,99 мг/кг) и глеевого типа водной миграции (0,68/0,8 мг/кг), может быть объяснено потерей йода в молекулярной форме верхними горизонтами. На серых лесных почвах таковых потерь не наблюдается (1,62/1,61 мг/кг). Это может быть связано, с тем, что йод здесь находится в малоподвижной форме, будучи прочно связан с присутствующим в почвенном поглощающем комплексе кальцием и с органическим веществом верхних горизонтов. Даже в ландшафтах кальциевого класса коэффициент корреляции не превышает 0,3, что может быть объяснено влиянием не учтённых в данном исследовании факторов (сорт картофеля, количеством органических удобрений и др.). Выявленный разброс значений содержания йода в почвах и картофеле не может быть объяснён только сменой типов почвообразующих пород и требует более глубокого и детального исследования.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-05-00823.*

## ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЛУГОВ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА

**Болсун В.О.**

*УрФУ им. Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, ИЭРиЖ УрО РАН, Екатеринбург*  
[bolsunv@bk.ru](mailto:bolsunv@bk.ru)

Долговременный мониторинг состояния почв, подвергавшихся химическому загрязнению в течение нескольких десятилетий, актуален в связи с переходом отдельных промышленных предприятий на природосберегающие технологии и значительным сокращением выбросов в атмосферу. Одним из таких предприятий является Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ), расположенный в г.Ревда Свердловской области, сокративший выбросы в атмосферу более чем в 100 раз за последние 20 лет.

С целью изучения динамики состояния почв лесных (суходольных) лугов в период снижения выбросов СУМЗ, проанализированы материалы повторного обследования почв (в 2014г.) на 12 постоянных пробных площадях, заложенных к западу от завода на фоновой (17-30 км), в буферной (4-7 км) и в импактной (1 км от завода) зонах загрязнения и впервые описанных в 2000г. Повторно охарактеризовано морфологическое строение почв, выполнена их диагностика, измерены  $pH_{\text{вод}}$ , гидролитическая кислотность, содержание обменных оснований.

Луга мезофитные, ранее использовались как сенокосы, в настоящее время заброшены. До середины 2000-х годов сенокосение осуществлялось на лугах фоновой и буферной зон, в импактной зоне луга не обкашиваются с начала 1990-х годов. Площадь лугов 800–4000 м<sup>2</sup>. Уровень загрязнения почв тяжелыми металлами (Cu, Zn, Pb, Cd) в 2000 г. на фоновой территории соответствовал допустимому, концентрации металлов были ниже или достигали ПДК (ОДК); в буферной зоне уровень загрязнения почв был умеренно опасным, наблюдалось превышение ПДК (ОДК) металлов в 5-15 раз; в импактной зоне загрязнение почв соответствовало высоко-опасному уровню с превышением значений ПДК (ОДК) в 10-100 раз и более.

Луга развиты на дерново-подзолистых почвах и буроземах типичных, оподзоленных и глееватых, проградированных дерновым процессом. В буферной зоне почвы отнесены к химически-загрязненным, а в импактной зоне – к химически-преобразованным подтипам. В соответствии с WRB-2014 почвы отнесены к группе ретисолей (Reticols).

Изменений строения и мощностей гумусовых и минеральных горизонтов почв лугов в период 2000-2014гг. не выявлено. Морфологические отличия органических горизонтов почв наблюдаются в импактной зоне и выражены в изменении их строения и мощности. Изменения строения касаются формирования на месте оторфованных горизонтов дернины, мощность которой увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2000г.

В 2014г. почвы характеризовались следующими физико-химическими параметрами: актуальная кислотность ( $pH_{\text{вод}}$ ) находится в области кислых и слабо-кислых значений, типичных для дерново-подзолистых почв и

буроземов Среднего Урала. Наиболее гидролитически кислыми являются органические горизонты. Вниз по профилю гидролитическая кислотность снижается. В градиенте загрязнения увеличивается гидролитическая кислотность органических горизонтов в 1.5 раза по сравнению с фоном и снижается содержание обменных оснований. В обменном комплексе кальций резко преобладает над магнием. Наиболее богаты Ca и Mg органические горизонты. Внутрипрофильное распределение обменных оснований имеет органо-аккумулятивный характер с элювиально-иллювиальным перераспределением. Верхние части профиля почв не насыщены ( $V=50-80\%$ ) основаниями, нижние горизонты – насыщены основаниями  $V>80\%$ .

В период 2000–2014гг. закономерных изменений  $pH_{\text{вод}}$  в почвах лугов не произошло, а гидролитическая кислотность органических горизонтов несколько увеличилась, что можно связать с прекращением сельскохозяйственного использования лугов.

В период 2000-2014гг. произошло значимое снижение гидролитической кислотности гумусовых и минеральных горизонтов почв лугов в 1.2-2.0 раза, наиболее ярко выраженное в гумусовых горизонтах почв импактной зоны. Это свидетельствует о восстановлении поглощающего комплекса химически-преобразованных и химически-загрязненных почв после прекращения выбросов СУМЗ в атмосферу сернистого ангидрида.

В настоящее время проводится анализ динамики содержания обменных оснований и кислоторастворимых форм тяжелых металлов в почвах лугов, что позволит оценить скорость изменения химических свойств изучаемых почв.

УДК 631.4

## **ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ В РАЙОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА В ПЕРИОД СНИЖЕНИЯ ЕГО ВЫБРОСОВ**

**Воробейчик Е.Л., Кайгородова С.Ю.**

*ИЭРиЖ УрО РАН, Екатеринбург*

[ev@ipae.uran.ru](mailto:ev@ipae.uran.ru)

В последние десятилетия снижение атмосферных выбросов металлургическими предприятиями стало реальностью во многих странах, что дает возможность анализировать механизмы устойчивости (эластичности) экосистем. Важность изучения закономерностей самоочищения почвы от поллютантов определяется тем, что от этого зависит динамика токсической нагрузки на растительность и почвенную биоту, а также направленность почвенных процессов в химически-загрязненных и химически-преобразованных почвах.

Исследования проведены в районе воздействия атмосферных выбросов Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ), расположенного в 50 км к западу от г.Екатеринбурга. Выбросы предприятия начали снижаться в начале 1990-х: по сравнению с 1980 г. к 2012 г. эмиссия сернистого ангидрида упала более чем в 100 раз, пыли – в 40 раз, меди – более чем в 3000 раз. Постоянные пробные площади (по 5 на удаление, всего 25) были заложены в ельниках-пихтарниках в 1989 г. в фоновой (30 км к западу от завода), буферной (4 и 7



км) и импактной (1 и 2 км) зонах токсической нагрузки. Образцы подстилки и гумусового горизонта (по 5 на пробную площадь) отбирали в 1989, 1999 и 2012 гг. В 1994 г. были выполнены полнопрофильные описания почв с отбором образцов по генетическим горизонтам; повторно образцы по горизонтам отобрали в 2011 г. Таким образом, временной отрезок охватывает более 20 лет, часть из которых пришлась на период до начала снижения выбросов. Кислоторастворимые формы металлов определены методом атомной абсорбции (спектрометр AAS 6 Vario, AnalytikJena).

В почвенном покрове исследуемой территории преобладают буроземы и дерново-подзолистые почвы тяжелосуглинистого состава (группы Retisols по WRB-2014), с разной степенью выраженности элювиального и глеевого процессов. Техногенная трансформация почв, помимо накопления тяжелых металлов и увеличения кислотности, проявляется в усилении элювиально-глеевого процесса, снижении содержания обменных кальция и магния, торможении деструкции органики, формировании мощной оторфованной подстилки, разрушении почвенных агрегатов, изменении гумусового состояния.

Целью работы был анализ многолетней динамики актуальной кислотности и содержания тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Cd) в лесной подстилке и гумусовых горизонтах, а также во всем почвенном профиле в период сокращения выбросов СУМЗ.

Динамика содержания металлов различна в разных частях профиля. Многократное снижение выбросов СУМЗ за 20 лет привело к нормализации кислотности подстилки и гумусового горизонта, уменьшению содержания Cu в подстилке во всех зонах, а вблизи завода – также к уменьшению содержания Cu в гумусовом горизонте. Содержание в подстилке и гумусовых горизонтах других металлов только в ряде случаев было постоянным в течение всего анализируемого периода, а в большинстве – увеличилось во всех зонах нагрузки. Последнее, вероятно, определяется рН-зависимым снижением миграционной подвижности металлов.

В гумусово-элювиальных, элювиальных и субэлювиальных горизонтах концентрации металлов снизились, а в иллювиальных горизонтах остались без изменений (только в импактной зоне – несколько увеличились). То, что самоочищение почв начинается с элювиальных горизонтов, скорее всего, связано с кислой реакцией среды, элювиально-глеевыми процессами и облегченным гранулометрическим составом срединных горизонтов профиля. Отсутствие четко выраженного вымывания металлов в иллювиальные горизонты может свидетельствовать об их выносе из профиля вниз с почвенно-грунтовыми водами в нижележащие позиции ландшафтов.

Отсутствие выноса металлов из подстилки и гумусового горизонта в импактной зоне означает, что токсическая нагрузка, несмотря на многократное снижение выбросов, не только не уменьшилась, но даже увеличилась. Данное обстоятельство можно рассматривать как один из механизмов длительной «консервации» биоты импактного региона в угнетенном состоянии.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 14-05-00686).*

## ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В БУГРИСТЫХ ТОРФЯНИКАХ

**Габов Д.Н., Безносиков В.А., Яковлева Е.В.**

*ФГБУН Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения  
РАН, Сыктывкар  
[gabov@ib.komisc.ru](mailto:gabov@ib.komisc.ru)*

Цель работы – решение фундаментальной проблемы в области изучения закономерностей образования низкомолекулярных органических соединений в тундровых бугристых торфяниках, выявления особенностей накопления и трансформации этих соединений в зоне криогенеза, поиск соединений-маркеров, которые при многолетнем мониторинге возможно использовать для индикации климатических изменений в высоких широтах.

Район исследования расположен в лесотундре и крайнесеверной тайге (бассейн р. Сейда и Интинский район) Республики Коми, на территории распространения массивно-островной многолетней мерзлоты. Исследования проведены в пределах бугристо-мочажинного комплекса на сухоторфяных мерзлотных почвах бугров и почвах оголенных торфяных пятен.

При помощи методов высокоэффективной жидкостной и газовой хроматографии, хромато-масс-спектрометрии выявлены качественные и количественные закономерности формирования низкомолекулярных органических веществ в сезонно-оттаивающих и многолетнемерзлых горизонтах исследуемых бугристых торфяников. Алканы представлены гомологическим рядом C17-C32, с заметным преобладанием длинноцепочечных гомологов (>C21) с нечетным числом атомов углерода. Суммарное содержание насыщенных углеводородов в сухоторфяной мерзлотной почве бугров составляет  $330 \pm 70$  –  $4100 \pm 800$  мкг/г, в почве оголенных мерзлотных пятен –  $410 \pm 80$  –  $3500 \pm 700$  мкг/г. В мерзлых горизонтах содержание алканов C23, C25, C27 и суммы насыщенных углеводородов существенно уменьшается как вследствие как изменения ботанического состава торфа, состоящего из травянисто-древесных остатков, характеризующихся увеличением доли более высокомолекулярных n-алканов C27, C29, так и мерзлотной консервацией образованных ранее углеводородов в периоды голоценового оптимума.

В образцах сухоторфяной мерзлотной почвы бугров массовая доля «легких» 2–4-ядерных полициклических ароматических углеводородов колеблется на уровне 300-400 нг/г как в сезонно-оттаивающих, так и мерзлотных горизонтах. Фракция «тяжелых» 5-6-ядерных ПАУ в СТС изучаемых торфяников более подвержена различной химической трансформации в условиях низкого pH 3,5-3,9 и ее массовая доля на 1-2 порядка меньше содержания 2-4-ядерных ароматических структур. На границе мерзлоты в сезонно-оттаивающих 35-40 см и мерзлотных 40-60 (80) см горизонтах происходит существенное увеличение содержания высокомолекулярных 5,6-ядерных ПАУ до 100-200 нг/г, в том числе аномально высокий прирост массовой доли 6-ядерного бенз[ghi]перилена, достигающий  $4900 \pm 1100$  нг/г в почве оголенных мерзлотных пятен и  $7900 \pm 1700$  нг/г в сухоторфяной мерзлотной почве бугров.

Идентифицирован гомологический ряд насыщенных органических кислот – С<sub>6</sub>–С<sub>29</sub>, их суммарное содержание в горизонтах составляет 600–6700 мкг/г. В результате трансформации органического вещества происходит в основном накопление структур карбоновых кислот с «четным» числом атомов углерода С<sub>22</sub>, С<sub>24</sub>, С<sub>26</sub>, С<sub>28</sub> и их содержание значительно выше, чем «нечетных». На границе сезоннооттаивающих и мерзлотных горизонтов ТЗ 50–60 см наблюдается существенное увеличение массовой доли карбоновых кислот за счет структур с числом атомов углерода С<sub>24</sub>, С<sub>26</sub> и С<sub>28</sub>, высвобождающихся из-за трансформации органических веществ в динамических процессах оттаивания-замерзания на границе многолетней мерзлоты.

Таким образом, неспецифические органические соединения бугристых торфяников в мерзлотных горизонтах находятся в законсервированном состоянии и не подвержены трансформации по сравнению с сезоннооттаивающим слоем. В случае изменения климата будет меняться верхняя граница многолетней мерзлоты, что приведет к трансформации количественных и качественных параметров органических соединений и включение новых слоев торфа в глобальный цикл углерода. В результате динамических процессов оттаивания-замерзания на границе многолетней мерзлоты происходит взаимная трансформация законсервированных растительных остатков, гумусовых веществ и неспецифических органических соединений, происходит существенное изменение содержания органических соединений, которые могут служить индикаторами отклика «вечной» мерзлоты на изменения климатических условий.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-04-31303 мол\_а и № 16-44-110581 р\_а.*

УДК 631.423

## **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ СПЕЦИФИКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОГРЕБЕННЫХ ПОЧВ УРБОЛАНДШАФТОВ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

**Горбов С.Н., Безуглова О.С., Тагивердиев С.С., Скрипников П.Н., Карпушова А.В.**

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*  
[gorbow@mail.ru](mailto:gorbow@mail.ru)

В городских агломерациях изучение гумусного состояния почв представляет интерес с точки зрения возможности сохранения их протекторных и экологических функций в экстремальных условиях. Наряду с изменением общего содержания гумуса происходит и трансформация его состава. Это может влиять на результаты определения его содержания, так как классический метод Тюрина основан на определении окисляемости гумуса, а она может меняться в зависимости от природы естественных или искусственно-привнесенных соединений.

Проведенные исследования состава гумуса показывают, что урбостратоземы степной зоны имеют низкие величины негидролизуемого остатка (20–40 % от общего содержания углерода), характеризующего прочность закрепления гумусовых веществ с минеральной частью почвы. Отличительный при-

знак погребенных и запечатанных почв – резкое снижение содержания нерастворимого остатка. Вероятно, при анализе состав гумуса погребенных почвенных горизонтов мы имеем дело с истинными гуминами – гумусовыми кислотами, наиболее прочно связанными с минеральной частью почвы. В отличие от естественных почв, здесь отсутствуют неполно гумифицированные растительные остатки, как правило, завышающие в первую очередь содержание гуминов. Поэтому гумин, определяемый в ходе анализа состава гумуса, не идентичен по своим свойствам в естественных и погребенных почвах.

При этом тип гумуса погребенных и запечатанных почв существенно не меняется, оставаясь фульватно-гуматным, в редком случае – гуматным. Это объясняет тот факт, что при очень значительном сокращении общего содержания органического вещества с "момента" погребения или запечатывания, групповой состав гумуса остается практически постоянным.

Однако количественный учет такого органического вещества, основанный на косвенном методе по окисляемости гумуса бихроматом калия, может приводить к получению ошибок, как в сторону завышения истинного содержания гумуса, так и в сторону занижения. Именно поэтому возникает необходимость поиска альтернативных способов определения содержания Сорг. в почвах, испытывающих чрезмерную антропогенную нагрузку.

В этой связи выполнен сравнительный анализ методик определения содержания гумуса в почве косвенным методом Тюрина в модификации Симанова и методом высокотемпературного каталитического сжигания на анализаторе общего органического углерода TOC-L CPN Shimadzu.

Исследования показывают, что определение содержания гумуса по методу Тюрина дает несколько заниженные показатели по сравнению с данными, полученными методом прямого сжигания на анализаторе, что вероятно, обусловлено спецификой самого метода, не обеспечивающего полностью окисления исследуемого материала. Не исключено, что занижение результатов скрыто в специфике и особенностях косвенного определения количества углерода по его окисляемости: если окисляемость гумуса, определяемая структурой молекул гумусовых кислот, по каким-либо причинам снижается, то и результат определения гумуса оказывается заниженным.

Принцип определения общего углерода на анализаторе TOC-L CPN основан на прямом сжигании пробы в специализированной трубке, заполненной катализатором окисления, и нагретой до 680 °С. В процессе окисления весь углерод превращается в углекислый газ, который количественно определяется при помощи бездисперсионного инфракрасного детектора. На выходе получается суммарное содержание органических и неорганических форм углерода. Метод определения неорганического углерода основан на измерении двуокиси углерода, выделяющейся в газовую фазу при реакции кислоты с карбонатами и гидрокарбонатами и сравним с методом Шейблера.

Таким образом, инструментальный метод высокотемпературного каталитического сжигания проявил себя как более точный, пригодный для целей научных исследований и в производстве.

*Исследование выполнено в рамках проекта № 213.01-2015/002ВГ с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг» и ЦКП "Высокие технологии" ЮФУ.*

## НАКОПЛЕНИЕ, ТРАНСФОРМАЦИЯ И МИГРАЦИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ В РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ, ТОРЖОКСКИЙ РАЙОН)

**Жидкин А.П., Кошовский Т.С., Геннадиев А.Н.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[gidkin@mail.ru](mailto:gidkin@mail.ru)

Изучение содержания в почвах полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) остается актуальной научной проблемой. В основном изучение ПАУ проводится в районах с техногенным поступлением загрязняющих веществ, при этом особенности поступления и миграции ПАУ в почвах фоновых территорий вне влияния промышленного воздействия остаются исследованными не в полной мере. Работа основана на анализе содержания 11 индивидуальных ПАУ (дифенила, нафталина, флуорена, фенантрена, антрацена, хризена, пирена, тетрафена, перилена, бенз(а)пирена, бенз(ghi)перилена) в почвах и снеге в Торжокском районе Тверской области. Анализ проводился спектрофлуориметрическим методом при температуре жидкого азота. В почвенном покрове преобладают дерново-подбуры, агрозоёмы альфегумусовые, агродерново-подзолистые почвы.

Содержание суммы ПАУ в почвах варьировала от 9 до 770 нг/г. Сумма тяжелых 4-6 ядерных ПАУ существенно ниже суммы легких 2-3 ядерных. Наибольшая концентрация отмечена для фенантрена от 1,2 до 720 нг/г. Сумма ПАУ без фенантрена на исследованных участках оказывается в значительной степени сходной в разных режимах землепользования (от 16 до 29 нг/г). Однако качественный состав ПАУ (без фенантрена) в разных режимах землепользования отличается. В ряду лес / залежь 20-лет / залежь 10 лет / пашня отмечается тренд уменьшения доли 2-х кольчатых ПАУ 92% / 90% / 87% / 84%, при увеличении доли тяжелых 4-х, 5-ти и 6-ти кольчатых ПАУ 4% / 7% / 8% / 14%. Увеличение доли тяжелых ПАУ на освоенных территориях, вероятно, обусловлено их образованием в результате работы сельскохозяйственной техники. Суммарные содержания ПАУ в почвах под лесной растительностью характеризуются поверхностно-аккумулятивным типом распределения, уменьшаясь с глубиной во всех исследованных разрезах. В пахотных почвах отсутствовал четкий тренд приуроченности наибольших значений суммы ПАУ к пахотным или подпахотным горизонтам. В почвах залежи наблюдается повышение содержания ПАУ с глубиной.

На основе проведенных исследований фоновых территорий выделены ассоциации ПАУ, характеризующиеся различными содержаниями, источниками поступления и характером радиального распределения в почвах: к первой и второй группам отнесены ПАУ, чьи запасы в снеге составили менее 20% от запасов в верхнем 30 см слое почв. В эти группы вошли исключительно лёгкие ПАУ: фенантрен, флуорен, дифенил и нафталин. При этом флуорен и фенантрен могут быть отнесены к первой группе с преимущественно глубинно-аккумулятивным типом распределения. Ко второй группе были отнесены дифенил и нафталин с преимущественно поверхностно-аккумулятивным ти-

пом радиального распределения. К третьей группе отнесены тяжелые ПАУ (тетрафен, хризен, перилен, пирен и бенз(а)пирен), чьи запасы в снеге составили 50-70% от запасов в верхних горизонтах почв. ПАУ этой группы характеризуются поверхностно-аккумулятивным типом распределения в 60-85% исследованных почв. Четвертая группа, включающая антрацен и бенз(ghi)перилен, характеризуется высокими темпами поступления ПАУ из атмосферы – их запасы в снежном покрове превосходят запасы в почвах. Они имеют практически повсеместный поверхностно-аккумулятивный тип распределения в почвах (более 85%).

Оценить особенности латеральной миграции тяжелых ПАУ оказалось затруднительно в связи с их небольшими количествами в почвах исследованных территорий. Однако для бенз(а)пирена выявлена корреляция ( $r=0.68$ ) между атмосферным миграционным привносом (запасах в снеге) и запасах в почвах исследованного водосбора. Среди легких ПАУ только фенантрен выявил слабые коррелятивные связи с проявлениями эрозионно-аккумулятивных процессов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ – проект №14-27-00083.*

УДК: 631.445.4:631.412

## **ВЛИЯНИЕ РЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ НА КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЙ ПОТЕНЦИАЛ ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО**

**Калугин Д.В., Цховребов В.С., Никифорова А.М., Марьин А.Н.**  
*ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет,*  
*Ставрополь*  
[stavpocvoved@yandex.ru](mailto:stavpocvoved@yandex.ru)

Применение горных пород является эффективным способом реминерализации почв, подвергшихся процессу деградации. Чернозёмы пахотных угодий отличаются от своих естественных аналогов разомкнутостью биогеоценологической цепи. Элементы питания, пошедшие на формирование биомассы растений, отчуждаются вместе с урожаем. Всё это приводит к обеднению агроценозов. Для улучшения плодородия пахотных почв необходимо проводить процесс омолаживания их минералогического состава.

В результате проведённых исследований установлено, что на контроле рН почвенной среды можно классифицировать как слабокислую, которая ниже, чем на остальных вариантах и составляет 5,8 ед.

При внесении горных пород произошло существенное увеличение кислотно-щелочного потенциала почв. Так при внесении лёссовидного суглинка, который является материнской породой для изучаемых почв, рН вырос на 0,7 и достиг 6,5 ед. При раздельном внесении пород наибольший подщелачивающий эффект обнаружен при внесении известняка-ракушечника в дозе 12 т/га. На этом варианте рН=6,8, что на 1 ед больше, чем на контроле.

При совместном внесении мелиорантов наибольшее подщелачивание на варианте с внесением всех горных пород. Кислотно-щелочной потенциал

имел нейтральные показатели равные 7,0 ед. Произошло подщелачивание почв на 1.1 ед.

При внесении фосфогипса реакция среды не менялась и была такой же как на контрольном варианте.

В соответствии с изменением рН изменяется и гидролитическая кислотность чернозёма выщелоченного. Так наиболее высокой она была на контроле и составляла 5,03 мг-экв/100г. Наибольшее снижение этой величины достигнуто при внесении известняка-ракушечника в дозе 12 т/га и совместном внесении всех используемых горных пород. На обоих вариантах  $H_r=3,12$  мг-экв/100г.

Таблица рН и гидролитическая кислотность чернозёма выщелоченного при внесении различных горных пород.

Вариант опыта	рН	$H_r$ мг-экв/100г
1 Контроль	5,8	5,03
2 Лессовидный суглинок 40 т/га	6,5	3,65
3 Известняк-ракушечник 6 т/га	6,6	3,55
4 Известняк-ракушечник 12 т/га	6,8	3,32
5 Апатит 1,5 т/га	6,3	4,75
6 Апатит 3 т/га	6,3	4,70
7 Фосфогипс 12 т/га	5,9	3,85
8 Известняк-ракушечник 6 т/га + апатит 1,5 т/га	6,7	3,60
9 Известняк-ракушечник 12 т/га + апатит 3 т/га	6,9	3,45
10 Известняк-ракушечник 6 т/га + фосфогипс 12 т/га	6,6	3,30
11 Известняк-ракушечник 12т/га + апатит 3 т/га, фосфогипс 12т/га	6,8	3,25
12 Лессовидный суглинок 40т/га + известняк-ракушечник 12т/га + апатит 3 т/га + фосфогипс 12 т/га	7,0	3,12

Таким образом, при внесении основных, химически богатых горных пород на чернозёме выщелоченном происходит существенное подщелачивание почвы и снижение величины гидролитической кислотности.

УДК 631.41+581.524.34

**КОМПЛЕКСНЫЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ПОЧВЕННО-  
ГЕОБОТАНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЛОКАЛЬНОЙ ЗОНЫ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО  
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА:  
МЕТОДИКА И ИНФОРМАТИВНОСТЬ**

**Кашулина Г.М.**

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина КНЦ  
РАН, Апатиты*

[galina.kashulina@gmail.com](mailto:galina.kashulina@gmail.com)

Изучение влияния техногенных факторов на природную среду и мониторинг состояния окружающей, является одной из важнейших современных

экологических задач. В большинстве случаев для выявления негативных последствий выбросов промышленных предприятий достаточно наблюдение за относительно небольшим числом приоритетных показателей. Комбинат «Североникель» на Кольском полуострове для целей мониторинга представляется довольно уникальным объектом, поскольку это предприятие является источником большого спектра загрязняющих элементов, объемы выбросов велики, а продолжительность воздействия сопоставима со скоростью некоторых почвообразовательных процессов. За 70 лет его деятельности в атмосферу поступило около 20 млн. т.  $\text{SO}_2$  и по 50 тыс. тонн Ni и Cu. Большой спектр других элементов (Ag, Al, As, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, Mg, Mn, Mo, Pb, Sb, Sc, Tl, V, Zn и др.) является сопутствующими загрязнителями. Длительное воздействие выбросов этого предприятия привело не только к экстремально высокому уровню загрязнения всех поверхностных компонентов окружающей среды, но и серьезным нарушениям северотаежных экосистем вплоть до техногенных пустошей. Под воздействием прямых (повышение загрязняющих элементов в почвах) или косвенных (через разрушение растительности, прекращение поступления свежего опада, снижения содержания органического вещества и развития эрозии) в почвах локальной зоны комбината «Североникель» были изменены практически все почвенные показатели, включая морфологическое сложение профилей с изменением классификационного положения почв на уровне типа. Комплексный мониторинг в локальной зоне воздействия комбината «Североникель» был начат в 2001 году. Всего в пределах 20 км от источника выбросов было заложено 20 стационарных площадок, организованных в 6 катен и расположенных на различном расстоянии от источника выбросов и характеризующихся различными ландшафтно-геологическими условиями. Базовое обследование стационарных площадок включало полную морфолого-генетическую и химическую характеристику индивидуальных почвенных разрезов, а также геоботаническое картирование и описание. В комплекс наблюдений за многолетней динамикой входило: изучение химического состава (основные катионы и анионы, а также микроэлементы) атмосферных осадков (снежный покров и смешанные пробы дождя); геоботаническое описание одной большой (5x5 м) и 3-5 маленьких (50x50 см) площадок; замеры приростов побегов и химический состав (зольный состав и кислоторастворимые формы Ni, Cd, Cu, Co, Mn, Pb и Zn) ассимилирующих органов 11 видов растений; отбор смешанных образцов верхних 0-3 см верхнего генетического горизонта почв в основных парцеллах с последующим определением в них физико-химических свойств (рН, гидролитическая кислотность, обменные Ca и Mg, ЕКО и степень насыщенности основаниями), кислотрастворимых форм Ni, Cd, Cu, Co, Mn, Pb и Zn, доступных для растений (А-Л вытяжка) Ca, Mg, K и P, а также потерю при прокаливании. Таким образом, с каждой стационарной площадки мониторинга ежегодно получали значения более ста показателей. Многолетний ряд наблюдений значительно повышает информативность таких исследований. Комплексный характер исследований позволяет не только охарактеризовать экологическое состояние каждой отдельно природной среды, но также вывить более полный спектр факторов воздействия загрязнения на свойства и современную динамику всех основных компонентов окружающей среды.



## ПОГЛОЩЕНИЕ МЕДИ ПОЧВОЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА «ЭКСТРА»

**Киселева В.А., Барсова Н.Ю., Мотузова Г.В., Завгородняя Ю.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[motuzova@mail.ru](mailto:motuzova@mail.ru)

В условиях растущего роста площадей почв, загрязненных тяжелыми металлами (ТМ), все более актуальной задачей становится детоксикация таких почв. Довольно часто это обеспечивается внесением гуминовых препаратов. Для живых систем механизм детоксикации заключается в связывании тяжелых металлов в комплексы с водорастворимыми органическими веществами, привнесенными с гуминовым препаратом (ГП) или в снижении концентрации ТМ в жидкой фазе почв за счет поглощения их твердофазным органическим веществом ГП. Второй механизм предпочтительнее, т.к. он еще и ограничивает миграцию ТМ в сопредельные среды.

Для исследования влияния гуминового препарата «Экстра» (гумат калия) на абиотическое поглощение меди почвой было проведено два лабораторных опыта. Искусственная почва была приготовлена в первом опыте из компонентов, имеющих слабощелочную реакцию (рН суглинка - 8.25; песка - 8.36; вермикомпоста - 7.33); во втором опыте – из компонентов с кислой и нейтральной реакцией (рН суглинка - 5.34; торфа - 5.50, песка - 7.4). Почву инкубировали неделю с добавлением воды (контроль) и гуминового препарата. После высушивания, просеивания, навески почвы приводили в равновесие с растворами сульфата меди с концентрациями 50 и 250 мг/л. После 12-часового настаивания в фильтрах определяли рН, оптическую плотность, содержание углерода по Тюрину, общую концентрацию и активность меди, содержание основных катионов и анионов. Кроме смешанного образца, имитировавшего верхний горизонт почвы, по аналогичной схеме был поставлен опыт с кислым суглинистым подзолистым горизонтом.

Для почвы, имеющей слабощелочную реакцию статистически значимого влияние гуминового препарата на поглощение меди почвой, не было выявлено. Концентрация меди в растворе с рН около 8.0 ограничена в первую очередь осаждением трудно растворимых соединений металла.

Влияние гуминового препарата проявляется на почве со слабокислой реакцией, и зависит от исходной концентрации добавленного раствора меди. При добавлении к почве раствора с концентрацией  $\text{Cu}$  50 мг/л присутствие гуминового препарата снижает поглощение меди почвой. Добавление ГП увеличивает содержание водорастворимого органического углерода на порядок, оно удерживает медь в растворе в виде комплексов. Концентрация меди в равновесном растворе для варианта с ГП оказывается выше в 6 раз по сравнению с контрольным вариантом. Повышение же величины рН равновесного раствора с 6.20 до 6.50, вызванное внесением щелочного ГП, не оказывает влияния на поглощение меди почвой в такой ситуации.

При добавлении высокой концентрации металла (250 мг/л) к почве со слабокислой реакцией происходит, хоть и небольшая, иммобилизация меди в присутствии ГП. В равновесных растворах при этом устанавливаются низкие

значения рН (около 4.95), снижается растворимость органических веществ. Содержание углерода в равновесных растворах варианта с ГП выше, чем в контрольном варианте всего в два раза. Так как гуминовый препарат «Экстра» содержит много фосфатов, возможно при высокой концентрации меди часть металла осаждается с ними.

Опыты, проведенные на кислом суглинистом подзолистом горизонте, с низким содержанием органического вещества показали аналогичную закономерность, только с более значительной разницей между контрольными вариантами и вариантами с внесением ГП. Внесение гуминового препарата «Экстра» может и увеличивать поглощение меди почвой и снижать его, в зависимости от сочетания ведущих факторов: рН, содержания водорастворимого органического вещества, состава почвенного раствора.

УДК 631.415.12:631.44.551.432

## **БУФЕРНОСТЬ ВОДНЫХ И СОЛЕВЫХ ВЫТЯЖЕК ГОРНЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «БАССЕГИ» К ОСНОВАНИЮ**

**Кондратьева М.А.**  
*Пермская ГСХА, Пермь*  
[Kf.pochv.pgsh@yandex.ru](mailto:Kf.pochv.pgsh@yandex.ru)

Буферные свойства вытяжек по отношению к основанию определяются содержащимися в них кислотными компонентами - водородом и алюминием, источники которых в почвах весьма разнообразны. Изучение вытяжек дает представление о природе почвенной кислотности и позволяет судить о потенциальной геохимической устойчивости почв.

Объект исследования - почвы низкогорных ландшафтов заповедника «Бассеги», обладающие выраженными кислотными свойствами. Буферные свойства вытяжек горных почв изучены на примере двух разрезов, заложенных в пределах горно-лесного и подгольцового (субальпийского) поясов западного склона горы Северный Бассег на высотах 353 и 646 м соответственно. В соответствии с классификацией 2004 г. почвы определены как бурозем оже-лезненный и серая метаморфическая. Почвообразующей породой служит щебнистый элювио-делювий метаморфических пород - хлоритовых сланцев и песчаников.

Почвы имеют небольшой по мощности слабодифференцированный профиль. Его толща прокрашена гумусом, содержание которого в верхних горизонтах составляет 4,5 %, в перегнойном горизонте бурозема до 12 %. В составе гумуса преобладают фульвокислоты 55-72 % от  $C_{\text{общ}}$ . В составе обменных катионов высока доля  $H^+$  и  $Al^{3+}$ , степень насыщенности ППК серой метаморфической почвы 10-23%, в буроземе возрастает до 33-40%. Обменная кислотность 3,8 - 6,0 ммоль/100 г, доля алюминия в ее составе 90 % в минеральных горизонтах и 50 % - в органогенных. Гидролитическая кислотность 10-48 ммоль/100 г. В целом серая метаморфическая почва имеет более высокую кислотность как актуальную, так и потенциальную.

Водные и КСІ-вытяжки из генетических горизонтов почв готовили в трехкратной повторности в соотношении почва : раствор 1:2,5, в органоген-

ных горизонтах 1:25. Время взаимодействия элюатов с почвой 1 час. Титрование производили 0,02 н раствором NaOH до значений pH 10 с интервалом в 2 минуты. Для интерпретации результатов титрования определялось также содержание водорастворимого органического вещества (ВОВ).

Кислотность H<sub>2</sub>O-вытяжек бурозема ожелезненного снижалась вниз по профилю с 4,5 до 6,0 единиц pH. Количество щелочи, пошедшей на титрование, составило в подстилке 160 ммоль/100 г, в минеральных горизонтах 42-18 ммоль/100 г почвы. В целом общее содержание кислотных компонентов в вытяжке согласуется с количеством ВОВ.

Значения pH вытяжек из горизонтов серой метаморфической почвы ниже: в подстилке 3,7, в минеральных горизонтах 4,1-3,6 с минимумом в гор. С. Подкисление вытяжек в нижней части профиля, вероятно, связано с реакциями окисления пирита в составе материнской породы. Буферность H<sub>2</sub>O-вытяжек 28-38 ммоль/100 г, в горизонте подстилки 190 ммоль/100 г. В структуре буферности 30-50% приходится на интервал pH 9-10. Доля данного интервала, представленного наименее слабыми кислотными компонентами, возрастает с увеличением исходных значений pH вытяжки. Наименьшие значения буферности 5-7 % отмечаются в интервалах pH 5 – 8 единиц.

Значения pH KCl-вытяжек 3,2-3,9, в подстилке 4,7. В буроземе ожелезненным кислотность вытяжек возрастает вниз по профилю в соответствии со значениями обменной кислотности. На титрование вытяжек из минеральных горизонтов бурозема израсходовано 129-300 ммоль/100 г щелочи, серой метаморфической 310-340 ммоль/100 г. Буферность KCl-вытяжек из подстилок не превышает 14 ммоль/100 г. В структуре буферности минеральных горизонтов выделяется область pH 4-5, на титрование которой расходуется более 50 % от объема щелочи. Доли прочих интервалов 6-12 %. В вытяжках из подстилок максимумы буферности приходятся на интервалы pH 5-6 и 8-10 по 20 и 40% соответственно.

УДК 550.47

## **К ВОПРОСУ О ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЙ**

**Коробова Е.М.**  
*ГЕОХИ РАН, Москва*  
[korobova@geokhi.ru](mailto:korobova@geokhi.ru)

Геохимическую структуру современных биогеохимических провинций предлагается рассматривать как следствие двуслойной организации ноосферы, которая, в отличие от первичной биосферы, представляет собой объект, сформированный процессами как природного, так и техногенного генезиса. В структурном отношении она состоит из мощного естественно-природного основания, сложившегося в ходе исторического взаимодействия биоты с геологическим субстратом, и сравнительно тонкого слоя антропогенных отложений, повсеместно позиционированных поверх природного субстрата. Геохимическая неоднородность природного фона ноосферы климатически дифференцируется на уровне природных зон, внутри которых выделяются геологи-

чески обособленные субрегионы, которые в пределах ЛГС далее дифференцируются процессами почвообразования. Главная особенность техногенного загрязнения состоит в том, что его результатом является формирование разно-размерных аномалий моноцентрической или реже полицентрической структуры, которые легко поддаются идентификации и математической интерпретации. Отсюда следует, что, используя структуру почвенного покрова в качестве маркера природной неоднородности геохимического фона и имея возможность с достаточной точностью воспроизвести структуру поля загрязнения по минимально достаточному числу измерений, можно не только независимо охарактеризовать каждую из составляющих двуслойной структуры ноосферы, но и оценить экологический результат сочетанного воздействия природного и техногенного факторов.

Данная операция может быть выполнена путем взаимного наложения двух картографических слоев с последующим анализом полученной интерференционной картины, позволяющей с высокой точностью воспроизвести конфигурацию зон риска возникновения отдельных заболеваний геохимической природы. Предлагаемый подход может рассматриваться и в качестве методологической основы для усовершенствования системы биогеохимического районирования в части выявления биогеохимических провинций, различающихся по степени благоприятности для проживания и производства сельскохозяйственной продукции.

Подход апробирован на примере анализа структуры йодных биогеохимических провинций, сформировавшихся в зоне аварии на ЧАЭС. Путем анализа пространственной структуры йододефицита в почвах и «йодного удара» была создана карта риска заболеваемости раком щитовидной железы, обусловленного сочетанным воздействием обоих указанных факторов.

УДК 631.415

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭРОЗИОННО-ЭЛЮВИАЛЬНОЙ ЗОНЫ СТАВРОПОЛЬСКОГО ПЛАТО**

**Лысенко В.Я., Марьин А.Н., Калугин Д.В.**

*Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь*  
[stavpochvoved@yandex.ru](mailto:stavpochvoved@yandex.ru)

Эрозионно-элювиальную ландшафтную зону Центрального Предкавказья занимает Ставропольское плато, которое представляет собой невысокое складчатое поднятие, достигающее в своей юго-западной части высоты 832 м (г. Стрижамент), в юго-восточной - 692 м (г. Брык). Плоские поверхности плато расчленены сетью глубоких котловин, балок, оврагов. В центральной части Ставропольское плато расчленено долиной реки Калаус на два крупных района - Ставропольский и Закалаусский. Река Калаус служит местным базисом эрозии и основной водной артерией, принимающей воды паводкового и ливневого стока.

Степень эрозионного расчленения исследуемого региона характеризуется следующими показателями; в центральной части Ставропольского поднятия на 1 км площади приходится 0,3-0,4 км длины овражно-балочной сети при

глубине местных базисов эрозии до 300 м и более, а на периферии на 1 км 0,2-0,3 км овражно-балочной сети с уменьшением глубины базисов эрозии до 75-100 метров.

Густая и глубокорасчлененная овражно-балочная дренажная сеть обеспечивает устойчивый вынос растворенных веществ с нисходящими и поверхностными потоками влаги из почвенного покрова плато, что привело к формированию элювиального ландшафта, неумолимому снижению его производящего потенциала с течением времени. Естественно, что это в первую очередь отражается на функциональных свойствах почвенного покрова, а через них на условиях жизни растений, животных и человека.

Геологическое строение Ставропольского плато отличается многообразием состава слагающих его пород. Самые возвышенные участки плато сверху прикрыты слоем известняков-ракушечников; под которыми лежат слабосцементированные песчаники и глины, отложенные Сарматским морем. Местами в эрозионных понижениях они выходят близко к поверхности и являются почвообразующими (элювий) или подстилающими породами почвенного покрова, где они сверху перекрыты четвертичными лессовидными суглинками. Мощность последних невелика и колеблется от 0,3 до 2-3 метров. Толща чередующихся известняков, песчаников, конгломератов с прослоями глинистых сланцев и глин Ставропольского плато отличается спорадическим распространением подземных вод трещинно- и трещинно-пластового характера, приуроченных к определенным водонепроницаемым линзам глинистых пород.

Формирование различных подтипов черноземов Ставропольского плато и многие их свойства испытывают на себе огромное влияние почвообразующей и, часто, подстилающей горной породы, что связано с химическим составом, сложением, мощностью и структурой той или иной почвообразующей породы.

Выполненный нами валовой анализ химического состава элювия известняков-ракушечников свидетельствует о высоком содержании в них окиси кальция, магния, натрия и фосфора. Высокий карбонатный потенциал способствовал формированию на элювии известняков-ракушечников карбонатного чернозема легкого гранулометрического состава. Запас карбонатов кальция в элювии лессовидных суглинков и сарматских глин изначально был значительно меньше, а окиси кремния и алюминия выше, чем в известняках, что способствовало достаточно быстрому эволюционному переходу первичных карбонатных черноземов в разряд типичных, выщелоченных и солонцеватослитых. По гранулометрическому составу эта группа черноземов в основном относится к тяжелосуглинистым и глинистым разновидностям.

Другой особенностью почвообразующих пород плато является их малая (0,5-3,0 м) мощность, которая способствует сквозному промачиванию почв обильными атмосферными осадками, следовательно, вымыванию из почвенной толщи подвижных продуктов почвообразования. В целом можно отметить, что геоморфологические, геологические и гидрологические особенности Ставропольского плато обуславливают преобладание геохимического выноса над биологической аккумуляцией биогенных элементов.

Климат территории Ставропольского плато характеризуется как умеренно влажный с ГТК 1,1-1,3. За год в среднем выпадает 623 мм осадков. Максимальное их количество приходится на июнь (90 мм), а минимальное - на

февраль (27 мм). Годовой и среднемесячный ход выпадения атмосферных осадков подвержен сильному колебанию.

УДК:631.4

## **ВАЛОВОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ И ПОДВИЖНЫЕ ПОЛУТОРНЫЕ ОКИСЛЫ**

**Мадримов Р.М.**

*Национальный Университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан*  
[gulchekhra-nabieva@rambler.ru](mailto:gulchekhra-nabieva@rambler.ru)

Валовой химический состав серо-бурых почв изучался многими исследователями. Авторы указывают на постоянство в содержании  $R_2O_3$  по профилю, так и на перемещение полуторных окислов. Последние чаще всего связывают с солонцеватостью почв. В большинстве работ высказывается взгляд об однотипности минералогического состава почв пустынной зоны с преобладанием в крупнодисперсной части кварца, а в тонкодисперсной – алюминия – хлорит-гидрослюдистой ассоциации с примесью смешаннослойных образований типа слюда-монтмориллонит. Последним сопутствуют сепиолит-пальгорскиты, высокодисперсный кварц, кристаллические полуторные окислы и аморфные вещества (Д.Р. Исматов, М. Назиров, Р. Файзиев, 1975; Р. Файзиев, 1981).

Валовой химический состав и подвижные полуторные окислы серо-бурых почв Устюрта изучены А.М. Разаковым (1983), М.М. Гринбергом (1984); Маликчуля – Т. Абдурахмановым (1987), С.П. Михайловым (1994). Для типичных серо-бурых почв Ташсакинского плато характерно высокое содержание окиси кремния, алюминия, железа, магния, биогенное накопление титана, марганца, обедненность силикатным кальцием, при умеренной окарбоначенности и насыщенности основаниями.

В целом, для всех вариантов серо-бурых почв, целинных и орошаемых свойственен однотипный характер распределения окислов по профилю.

В целинной типичной серо-бурой почве содержание кремнезема по профилю составляет 66,67-88%, окиси алюминия – 13,60-14,75%, окиси железа – 6,20-6,75% (табл.1). Горизонтам морфологического оглинения и ожелезнения соответствует повышенное содержание глинозема, окиси железа и алюминия, окиси магния, окиси калия, окиси натрия. Молекулярные отношения полуторных окислов свидетельствуют о наибольшей оглиненности в горизонтах их скопления, т.е. в слоях 1-8 и 8-21 см. Расширение отношения  $Al_2O_3:Fe_2O_3$  свидетельствует об оглинении этого горизонта за счет окиси алюминия. Орошение, изменившее морфогенетику серо-бурых почв, создало условия некоторой для передислокации процессов оглинения средней части профиля в верхнюю.

В орошаемой серо-бурой почве (разрез 2) молекулярные отношения  $SiO_2:Fe_2O_3$  в верхних горизонтах, т.е. в пахотном Ап и нижележащем гумусовом В более сужены, чем в нижележащем ВС горизонте. При повышенном содержании  $Fe_2O_3$  в этих горизонтах оглинение происходит за счет окислов алюминия, на что указывают более узкие величины их молекулярных отношений – 3,32-4,06 против 6,68 в горизонте ВС.

В орошаемой серо-буро-луговой почвы молекулярные отношения полуторных окислов, если их сравнивать в целом по профилю, более узкие, чем у целинной серо-бурой почв и они соответствуют молекулярным отношениям в орошаемой серо-бурой почве. Дифференциации в оглинении и выветривании в этих почвах не наблюдается.

В содержании подвижных полуторных окислов у целинной серо-бурой почвы наибольшие величины их приходятся на горизонт В<sub>1</sub> – 8-21 см в пересчете от валового – R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4,456%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,788%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 5,013%.

В орошаемых серо-бурых и серо-буро-луговых почвах подвижные полуторные окислы имеют тенденцию накопления в пахотном и нижележащем гумусовом горизонтах. Их величины составляют у R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,630-0,739%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,196-0,213%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,480-0,543% от навески.

Орошение и усиление гидроморфности серо-бурых почв создало условия для процессов оглинения выражающиеся в сравнительно узких величинах молекулярных отношений полуторных окислов и тенденции накопления подвижных их форм в гумусо-аккумулятивной части профиля.

УДК 631.417

## **ЛИТОГЕННЫЙ ФАКТОР И ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВАХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ: СПЕЦИФИКА ВЛИЯНИЯ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ**

**Надпорожская М.А., Шаяхметова А.Ф., Якконен К.Л., Рюмин А.Г.,  
Пигарева Т.А.**

*СПбГУ, Санкт-Петербург*  
[m.nadporozhskaya@spbu.ru](mailto:m.nadporozhskaya@spbu.ru)

Лесные подстилки (органогенные горизонты почв со свободным дренажем) принято считать только источниками «агрессивных» гумусовых кислот и индивидуальных органических кислот, участвующих в формировании значимых диагностических признаков минеральных и органоминеральных горизонтов. Между тем сквозное промачивание поверхностных органогенных горизонтов происходит только в периоды таяния снега и сильных дождей. В остальное время лесные подстилки либо средне увлажнены (для сосняков: 20-40-60 % от полной влагоемкости), и тогда биохимические взаимодействия идут преимущественно на месте, либо иссушаются, что приводит к дополнительному закреплению продуктов трансформации опада. В качестве сорбционных комплексов в лесных подстилках выступает детрит, т.е. растительные остатки на разных стадиях разложения. Модифицируют поглотительную способность детрита компоненты золы, освобождающиеся при разложении органического вещества. Наличие органических и минеральных компонентов обуславливает специфику сорбции в органогенных горизонтах. Итог сорбционной аккумуляции будет определяться скоростью разложения и гумификации опада, формирования свободных органических соединений и освобождения зольных элементов. Работа посвящена изучению влияния литогенного фактора на формирование форм гумусового профиля и динамике азота альфегумусовых почв (подзолов и подбуров) сосновых лесов Ленинградской области. Цель работы – выявить особенности аккумуля-

ляции соединений азота в органогенных горизонтах в зависимости от содержания полуторных оксидов ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Проверляли предположение о том, что дефицит полуторных оксидов в подзолах на кварцевых песках может приводить к формированию лесных подстилок олиготрофного типа, где нет относительного накопления азота по стадиям трансформации опада в подгоризонтах L-F-H (слаборазложенных, ферментированных и гумифицированных). Нами выдвинута гипотеза о том, что соединения железа и алюминия, как наиболее активные агенты образования и осаждения альфегумусовых комплексов, могут оказывать влияние на стабилизацию гумусовых веществ и связанных с ними соединений азота непосредственно в лесных подстилках подзолов (ключевые участки Толмачево и Молодежное) и подбуров (Нижнесвирский и Кузнечное). Изученные подзолы и подбуры по мезоморфологическим и физико-химическим свойствам являются типичными, соответствующими своим классификационным признакам. В лесных подстилках преобладали аммонийные формы азота, следовательно, доминировали процессы аммонификации. Формы гумусового профиля, представленные совокупностью лесных подстилок и органоминеральных горизонтов, соответствовали аккумуляции грубого гумуса, мора. Подбур Кузнечного отличался наибольшим содержанием полуторных оксидов ( $\text{SiO}_2$  60-70%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  17-25%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  4-7%), подзол Толмачево наименьшим ( $\text{SiO}_2$  97%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1-2%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,5%). Почвы Молодежного и Нижнесвирского бедны соединениями железа, но богаты соединениями алюминия ( $\text{SiO}_2 > 80\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8-9%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1%). Для подгоризонтов H лесной подстилки нами выявлена обратная линейная зависимость между  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (валовым и подвижным) и C/N ( $r = -0,936$ ;  $p = 0,064$ ). Связь между  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и C/N не выявлена. Относительное накопление валового азота по подгоризонтам L-F-H лесных подстилок было выражено на всех участках, кроме Толмачево. Подобные данные для подзолов на кварцевых песках под сосновыми лесами были получены в Голландии (Emmer, 1996; Nierop, 1999). Полагаем, что подзолы на кварцевых песках ( $\text{SiO}_2 > 97\%$ ) могут быть выделены в особую таксономическую категорию как по количественным признакам аккумуляции алюможелезо-гумусовых соединений в иллювиальных горизонтах (Забоева, 1975, Тонконовгов, 1977), так и по степени олиготрофности лесной подстилки (C/N 37-43) и особенностям трансформации органического вещества.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 15-04-08707.*

УДК 631.46

## **НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПОЧВЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ, ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ И ТЕХНОГЕННОГО УПЛОТНЕНИЯ**

**Накаряков А.В.**  
ПГНИУ, Пермь  
[nararyakov@mail.ru](mailto:nararyakov@mail.ru)

Кислотность почв – главный ограничивающий фактор земледелия нечерноземной зоны. За годы реформ ситуация ухудшилась. В материалах последних съездов нет ни одного доклада на эту тему.



Автору есть что обобщать, знакомство с темой состоялось в учхозе сельхозтехникума в 1959 «по черепку» вручную разбрасывал сульфат аммония и известь. Потом известкование сотен га в колхозе, в должности агронома. Важен личный дачный опыт, - органолептическое определение необходимости известкования и его эффект.

3 45 лет НИР лично и под руководством автора исследованы более восьми тысяч образцов. Методики использованы стандартные (рНс, рНв, ОК, ГК, S) и уточняющие (ГК с ацетатом кальция и с экстракцией ацетатом натрия, ОК по Гедройцу, полный анализ ППК).

Усвоение темы студентами отслежено в процессе 25 лет чтения курсов почвоведения и агрохимии в университете. Приводимые в учебниках столбиковые или кружковые диаграммы статичны, затрудняют понимание динамики и взаимосвязей форм и типов кислотности.

Новизна концепции в том, что определяемые в анализах актуальная, обменная и гидролитическая типы-формы трактуются как фракции единой кислотности почвы (термин «гидролитическая» требует уточнения, с ацетатом кальция рН<sub>6,5</sub> величины получаются больше на 10-40% во всём диапазоне зольности от 5% в торфах до 96% в безгумусных материнских породах, чем с ацетатом натрия рН<sub>8,2</sub>). Ацидогенные ионы характеризуются широким диапазоном энергии связи в ППК и соответствующим диапазоном активности диссоциации. Графически это отображается графиком вида параболы-гиперболы. Вертикаль отображает энергию связи ионов с ППК, их близость к поверхности потенциалопределяющего слоя гранул. Горизонталь отображает активность диссоциации ионов. Обе характеристики пропорциональны квадрату удаленности от гранул в соответствии с законом Кулона. Между собой энергия связи и активность диссоциации обратно-пропорциональны.

Известкование – это «титрование порошка почвы порошком извести». Из методики определения ГК количество реагента эквивалентно дозе 600 т/га CaCO<sub>3</sub>, при идеальном перемешивании в процессе часового взбалтывания. Для полной оценки ГК применяется коэффициент 1,75. Отсюда химический к.п.д. не более 50%.

В поле перемешивание («взбалтывание») ничтожно. Частицы извести прилипают к очень малой доле поверхности агрегатов. 1 см<sup>3</sup> почвы имеет поверхность частиц 6-9х10<sup>5</sup> см<sup>2</sup>, а известь высыпается на 1 см<sup>2</sup>. К.п.д. по визуальным наблюдениям автор оценивает «не более 5% площади комков пахотного слоя».

В общепринятых исследованиях «эффект» известкования де-факто определяется не свойствами почвы в образцах, а растворением частичек извести в пробах, которые «известкуют» почву уже в процессе взбалтывания в анализе.

Внесенная известь вызывает повышает долю водопрочной структуры, а коагуляция кальцием почвенных агрегатов и стенок пор «запечатывает» ацидогенные позиции внутри агрегатов и капилляров.

Зафиксирован рост кислотности подпахотных горизонтов производственных полей. К-700 пашет на 20 см, а трамбуется на 80 см. Техногенное уплотнение и подкисление взаимно усиливаются. Застаивается вода и затягивается период анаэробнозиса весной и после дождей. Повышается выход органических кислот. Подобно тому, как нейтральное богатое кальцием молоко даёт кислоту простоквашу.

Из модели следует, что резкое и полное устранение кислотности за счет повышения дозы извести неизбежно увеличивает ее бесполезное вымывание в форме бикарбоната. Рациональнее выглядит контролируемое по рНс известкование малыми дозами, около 0,5 ГК, через 3 – 6 лет. На каждую т вносимых минеральных удобрений нужно сыпать минимум 3 т извести.

Без известкования слоя 20-40 современные урожаи получить невозможно, вкладывать бессмысленно, инвестиции не окупятся.

УДК 631.81.0,95.337 : 632.116 : 421.3

## **ПОСТУПЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ С АТМОСФЕРНЫМИ ОСАДКАМИ, ИХ ИНФИЛЬТРАЦИЯ И МИГРАЦИЯ ИЗ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ И ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ (1981–2012 гг.)**

**Пироговская Г.В.**

*РУП Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь*  
[brissa\\_pir@mail.ru](mailto:brissa_pir@mail.ru)

Исследования проводились в период с 1981 по 2012 гг. на лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии», расположенной в южной части г. Минска. Станция включает 48 насыпных лизиметра, цилиндрической формы из сборных железобетонных колец. Внутренний диаметр лизиметров 2,0 м, площадь – 3,14 м<sup>2</sup>, глубина почвенного профиля – 1,0 м (24 лизиметра) и 1,5 м (24 лизиметра).

Объекты исследований – дерново-подзолистые почвы разного гранулометрического состава и торфяные, атмосферные осадки, инфильтрационные воды, катионно-анионные составы почвенных растворов. Методы исследований – визуальный, химический, системный, статистический.

В центральной части Республики Беларусь (г. Минск) за последнее 30-летие средняя температура воздуха увеличилась в целом за год (на 0,7 °С), и составила 6,5 °С, при среднемноголетнем – 5,8 °С, в том числе в весенний период – на 0,1 °С, летний – на 0,7, осенний – на 0,3 °С, а в зимний период снизилась на 1,6 °С. Количество атмосферных осадков уменьшилось за год на 92 мм (на 13,2 %), за весенний период – на 21, летний – 50, осенний – 18, зимний – на 3 мм, по сравнению с 1961-1990 гг. Поступление химических элементов с атмосферными осадками в среднем за 1981-2012 гг. составило: азота – 25,8 (нитратного – 10,2, аммонийного – 14,9) кг/га, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 0,8, К<sub>2</sub>О – 9,0, Са – 34,0 (СаО – 47,6), Mg – 4,1 (MgO – 6,8) и SO<sub>4</sub> – 54,7 (S – 18,3) кг/га. Максимальное количество химических элементов с осадками поступало во влажные по степени увлажнения годы (269,5 кг/га), далее в слабозасушливые (207,2 кг/га), оптимальные по степени увлажнения годы – 178,1 кг/га, в засушливые – 144,1 и очень засушливые – 134,9 кг/га.

В пахотных почвах Республики Беларусь при одном и том же количестве выпадающих атмосферных осадков, температурном режиме, одинаковом уровне применения удобрений под культуры севооборотов общий объем инфильтрации осадков в среднем за год (1981-2012 гг.) составлял: на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве – 90,9 л/м<sup>2</sup>, на той же

легкосуглинистой, хорошо окультуренной почве (агроем) – 83,7 л/м<sup>2</sup>, почвообразующей породе – лессовидный суглинок (из глубины 1,5-3,0 м) – 115,2 л/м<sup>2</sup>, легкосуглинистой, подстилаемой с глубины 0,75 м моренным суглинком – 143,4, легкосуглинистой, подстилаемой с 0,50 м рыхлым песком – 126,6 л/м<sup>2</sup>, связносупесчаной, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком и рыхлосупесчаной, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлыми песками – 146,3 л/м<sup>2</sup>, песчаных – 212,1 и торфяной (в севообороте) – 82,1 л/м<sup>2</sup>.

По обобщенным многолетним данным среднегодовые потери элементов питания при вымывании с 1 га пахотных почв (слой 1,0-1,5 м) составили: для дерново-подзолистых суглинистых – Нобщ – 16 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,13, K<sub>2</sub>O – 10, CaO – 70, Mg – 20, SO<sub>4</sub> – 22 кг/га; для дерново-подзолистых суглинистых и связносупесчаных, развивающихся на связных породах – Нобщ – 26 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,16, K<sub>2</sub>O – 10, CaO – 110, Mg – 25, SO<sub>4</sub> – 25 кг/га; для дерново-подзолистых супесчаных, развивающихся на рыхлых породах – Нобщ – 29 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,10, K<sub>2</sub>O – 29, CaO – 78, Mg – 33, SO<sub>4</sub> – 24 кг/га; для дерново-подзолистых песчаных – Нобщ – 41 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,14, K<sub>2</sub>O – 41, CaO – 97, Mg – 34, SO<sub>4</sub> – 31 кг/га; для торфяных в севообороте – Нобщ – 42-73 кг/га, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,1, K<sub>2</sub>O – 10, CaO – 122, MgO – 17, серы – (SO<sub>4</sub>) – 37 кг/га.

УДК 631.423.3

## **ДИНАМИКА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ВЕРХНИХ ГОРИЗОНТАХ ПОЧВЫ ЧЕРНОЗЕМОВ ОБЫКНОВЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**Подколзин А.И., Чернов В.А.**  
ФГБУ ГЦАС «Ставропольский», Михайловск  
[stavhim@mail.ru](mailto:stavhim@mail.ru)

Использование поверхностных обработок почвы, без применения вспашки, привело к проблеме распределения подвижного фосфора в корне-обитаемом слое почвы, при внесении его с минеральными удобрениями.

Исследования проводились на черноземах обыкновенных карбонатных мощных и среднемощных слабогумусированных и малогумусных тяжело- и среднесуглинистых. Наблюдения были проведены в течении 2013-15 гг., в двух севооборотах, на трех полях в каждом, по трем фазам развития сельскохозяйственных культур. Определение подвижного фосфора по методу Мачигина.

Содержание подвижного фосфора по всем фазам наблюдения в слое почвы 0-30 см находилось в пределах 17-37 (среднее 25) мг/кг, из этого в слое 0-10 см - 22-63 (среднее 44) мг/кг, 10-20 см - 9-34 (среднее 19) мг/кг, 20-30 см - 9-17 (среднее 13) мг/кг. Общие запасы подвижного фосфора в слое 0-30 см находились в пределах 66-135 кг/га, из этого распределение его по слоям следующая: в слое 0-10 см - 44-63 (среднее 54) %, 10-20 см - 17-40 (среднее 26) %, 20-30 см - 13-31 (среднее 20) % от общего количества в этом слое. В слое 0-20 см запасы подвижного фосфора находились в пределах 45-

114 (среднее 71) кг/га, из этого в слое 0-10 см - 51-77 (среднее 67) %, 10-20 см - 23-49 (среднее 33) %.

Результаты исследований показали, что при поверхностной обработке почвы (дисковании) наибольшее содержание подвижного фосфора отмечено в верхнем обрабатываемом слое почвы, куда он поступает с минеральными удобрениями. Поверхностная обработка почвы с доуглублением до 30 см не повлияла на распределение подвижного фосфора по профилю.

Наблюдения за динамикой содержания подвижного фосфора проводились по озимым пшенице и ячменю в фазы: осеннего кущения, выхода в трубку, налива зерна; по подсолнечнику: второй пары настоящих листьев, началу цветения, уборки. Результаты наблюдений показали, что как по озимым зерновым, так и по подсолнечнику наибольшее содержание подвижного фосфора было отмечено в начальные периоды роста и развития растений. В эти фазы развития содержание подвижного фосфора в слое 0-20 см было в пределах 38-48 (среднее 42) мг/кг. В фазы интенсивного роста и развития растений содержание подвижного фосфора уменьшалось и составило 19-40 (среднее 30) мг/кг, далее ближе к уборке содержание фосфора составило 21-27 (среднее 24) мг/кг.

Динамика содержания по слоям составила: в 0-10 см начальные стадии развития - 59 мг/кг, интенсивного роста - 36 мг/кг, к уборке - 36 мг/кг, в 10-20 см соответственно - 26, 20, 12 мг/кг, в 20-30 см соответственно - 12, 15, 11 мг/кг. Наибольшее потребление фосфора было отмечено в слое 0-10 см, всего 23 мг/кг, из них в период интенсивного потребления 20 мг/кг. В слое 10-20 см потребление составило 14 мг/кг и было равномерно в течение периода роста растений, в слое 20-30 см содержание фосфора изменялось незначительно.

Результаты по динамике содержания подвижного фосфора показали, что его содержание в почве зависит от вида культуры и фаз ее развития. Отмечено наибольшее его количество в начальные стадии развития растений и значительным уменьшением в период интенсивного роста растений, и не значительным снижением к уборке.

УДК 631.41 631.6

## **ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ**

**Савич В.И.<sup>1</sup>, Гукалов В.В.<sup>2</sup>, Поветкина Н.Л.<sup>1</sup>, Селиванова А.Г.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>*РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва,* <sup>2</sup>*Кубанский ГАУ, Краснодар*  
[savich.mail@gmail.com](mailto:savich.mail@gmail.com)

Кислотно-основное состояние почв является интегральным показателем протекающих в почвах процессов, генезиса и плодородия почв.

При использовании почв для разных хозяйственных целей оптимальны и свои оптимумы кислотно-основного состояния почв; разные пути оптимизации, селективные способы расчета доз извести. Указанные параметры отличаются для разных компонентов ландшафта и зависят от состояния всех компонентов ландшафта.

Оптимальные значения рН должны быть выше в почвах более тяжелого гранулометрического состава, избыточного увлажнения, загрязненных тяжелыми металлами и радионуклидами. На оптимальный уровень рН влияет также обеспеченность почв калием и фосфором. Значительно влияет на оптимум рН степень гумусированности почв.

Оптимумы кислотно-основного состояния отличаются также для отдельных горизонтов почв, в разных частях парцеллы, катены, зависят от климатических условий и уровня интенсификации производства. Они отличаются в зависимости от степени деградации, в т.ч. загрязнения почв и не только для отдельных видов культур, но и для различных сортов. Наряду с оптимумом рН для выполнения почвами своих экологических функций, необходимо оптимальное соотношение Са:Мг; Са:К; Са:Н; Мг:Н,  $\Delta\text{Al}/\Delta\text{pH}$ ;  $\Delta\text{Mn}/\Delta\text{pH}$  и т.д.

С нашей точки зрения, состояние ионов  $\text{H}^+$  в почве характеризуется факторами емкости, интенсивности, мобильности, буферности и буферной емкости, кинетики. В проведенных исследованиях показана целесообразность характеристики кислотно-основного состояния почв по буферной емкости в разных интервалах рН, скорости перехода ионов Са, Мг, Н из твердой фазы почвы в раствор, депонирующей способности почв к  $\text{H}^+$ , Са, Мг, суспензионному эффекту, дзета-потенциалу, изменению рН на единицу изменения влажности и температуры почв, изменению содержания подвижных катионов и анионов в растворе на единицу изменения рН (в разных интервалах рН).

По полученным данным, в гидроморфных почвах в ППК входит до 50%  $\text{Fe}^{2+}$ , и обмен Са из мелиоранта осуществляется не только на  $\text{H}^+$  из ППК, но и на Fe, Mn, Al из ППК.

Необходимые поправки к расчету доз извести при нейтрализации кислых почв обусловлены следующими причинами: 1) изменением растворимости  $\text{CaCO}_3$  от рН,  $\text{pCO}_2$ , ионной силы раствора, влажности, температуры, комплексообразующей способности лигандов почвенного раствора; 2) обменом Са не только на  $\text{H}^+$ , но и в гидроморфных почвах на  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ; 3) последовательностью протекающих реакций; 4) синергетическим путем изменения свойств почв; 5) влиянием рН не только на свойства почв, но и протекающие процессы и режимы с проявлением прямых и обратных связей; 6) комплексообразующей способностью почвенного раствора, изменяющей константы обмена  $\text{Ca}^{2+}$  на  $\text{H}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  на  $\text{Fe}^{2+}$  и т.д.; 7) разной скоростью протекания реакций в отдельных почвах; 8) разной депонирующей способностью ионов к  $\text{H}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  в отдельных почвах; 9) неодинаковой буферной емкостью отдельных почв в кислотно-основном интервале и в разных интервалах рН; 10) влиянием на константы обмена  $\text{H}^+$  на  $\text{Ca}^{2+}$  величины Eh, температуры, влажности, ионной силы раствора, степени гумусированности и минералогического состава почв; 11) отличием рН в разных горизонтах, в элементах структуры почвенного покрова, в отдельных слоях структурных отдельностей, в почве и в прикорневой зоне; 12) неаддитивностью показателей рН при взятии смешанных образцов; 13) необходимостью учета зависимостей  $\Delta\text{Eh}/\Delta\text{pH}$ ;  $\Delta\text{Fe}/\Delta\text{pH}$ ;  $\Delta\text{P}_2\text{O}_5/\Delta\text{pH}$ ;  $\Delta\text{X}_i/\Delta\text{pH}$ ; 14) влиянием на кислотно-основное состояние почв загрязнения почв тяжелыми металлами (подкислением и подщелачиванием в зависимости от типа почв); 15) влиянием на величину рН комплексообразования органических лигандов с 2-х и 3-валентными катионами; 16) влиянием на величину рН почвообразовательных процессов (дернового, подзолистого, глеевого); 17)

влиянием на величину рН антропогенных факторов, системы применения удобрений.

При оценке оптимума рН и кислотно-основного равновесия для отдельных сельскохозяйственных культур эффективным оказался способ с использованием систем обратной связи: введение  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в суспензию почв, идентификация параметров фотосинтеза растений, находящихся в этой суспензии, поиск экстремума.

В полевых опытах показано, что оптимизация кислотно-основного состояния почв достигается усилением развития дернового процесса почвообразования, применением Ca-сберегающих технологий выращивания с/х продукции, разработкой приемов по уменьшению интенсивности промывного типа водного режима, по уменьшению интенсивности поглощения Ca, Mg, K растениями из почв в обмен на  $\text{H}^+$ , выделяемый корневой системой.

УДК 631.4

## **СОДЕРЖАНИЕ ПАУ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИИ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ВЛИЯНИЮ ВЫБРОСОВ НОВОЧЕРКАССКОЙ ГРЭС**

**Саламова А.С.**

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского  
Южного федерального университета, Ростов-на-Дону*  
[snsushkova@sfedu.ru](mailto:snsushkova@sfedu.ru)

Главным маркером загрязнения почв полициклическими ароматическими углеводородами, подлежащим обязательному контролю во всем мире, является бенз(а)пирен (БаП), канцероген и мутаген 1 класса опасности. Главным предприятием-гигантом энергетической отрасли в Ростовской области по количеству атмосферных выбросов является филиал ОАО "ОГК-2" Новочеркасская ГРЭС (НчГРЭС). Ежегодный объем выбросов НчГРЭС составляет более 90 тысяч тонн в год, из них около 10% приходится на долю ПАУ. Цель работы: оценить содержание БаП в почвах зоны влияния НчГРЭС с 2012 по 2015гг.

Для мониторинговых исследований на расстоянии 1-20км от НчГРЭС было заложено 10 мониторинговых площадок для отбора почвенных образцов. Часть приурочена к точкам единовременного отбора проб воздуха (точки № 1, 2, 3, 5, 6, 7), расположенных в радиусе 1-3км вокруг источника загрязнения. Мониторинговые площадки № 4, 5, 8, 9, 10 были заложены в соответствии с линией преобладающего направления розы ветров. Образцы почв отбирались с глубины 0-5 и 5-20 см ежегодно в период с 2012 по 2015гг. В отобранных образцах почв определяли БаП методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе (Agilent 1260 Germany 2014) с флуориметрическим детектированием. Почвенные образцы подготавливались для химического анализа в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.4.02-84. Извлечение БаП из почв и растений исследуемых объектов проводилось методом экстракции субкритической водой.

Максимум накопления поллютанта приходится на площадки мониторинга, наиболее приближенные к источнику эмиссии в С-З направлении, сов-

падающем с преобладающим направлением розы ветров на местности за исследуемый период. Содержание БaП в 5-см слое почв площадки мониторинга №4, расположенной в 1,6км на С-З от источника загрязнения, является максимальным в зоне исследования и составляет от 279,3 до 335,6нг/г за период исследований и от 115,3 до 175,4 нг/г в 5-20 см слое почв. Превышение значений ПДК для почв данной площадки составляет от 14 до 17 ПДК в 5-см слое почв и от 6 до 9ПДК в 5-20см слое почв. Содержание БaП почв мониторинговой площадки №8, расположенной в 5 км на С-З от источника эмиссии составляет до 6ПДК в 5-см слое и до 2ПДК в 5-20см слое. В почве мониторинговых площадок № 9 и №10, расположенных в 15 и 20км от НчГРЭС, соответственно, содержание БaП в 5-см слое почв составляет от 5 до 7ПДК в течение периода наблюдений. Содержание БaП в почвах мониторинговых площадок № 1, 2, 3, 5, 6, 7, расположенных в радиусе 1-3км вокруг источника загрязнения составляло от 1,5 до 3ПДК. Главным фактором накопления и распределения БaП а почвах данных площадок являлись физико-химические свойства почв. Тенденции накопления БaП в почвах мониторинговых площадок, расположенных вокруг НчГРЭС, на протяжении многих лет остаются преимущественно неизменными. Основными тенденциями в период с 2012 по 2015гг. становится постепенное накопление БaП в зоне мониторинга.

Таким образом, территория распространения наиболее густого дымового шлейфа, содержащего БaП, составляет до 20км в северо-западном направлении, а основной объем выбросов предприятия приходится на территорию в радиусе до 5км. Это приводит к накоплению поллютанта в почвах и увеличению их загрязнения БaП по мере близости к предприятию.

*Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ № МК-6827.2015.4, РФФИ № 16-35-00347 мол\_а, 15-35-21134.*

УДК 546.65(440.318)

## **РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ ЭРОЗИОННЫХ СИСТЕМ ЗОНЫ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ (СМОЛЕНСКО-МОСКОВСКАЯ ВОЗВЫШЕННОСТЬ**

**Самонова О.А.**

*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[oasamonova@mail.ru](mailto:oasamonova@mail.ru)

Распределение редкоземельных элементов: La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu (РЗЭ) в различных почвах, корреляционная связь с физико-химическими свойствами почв, почвообразовательными процессами изучается многие десятилетия, однако их поведение в бассейновых системах не исследовано. Это обуславливает актуальность анализа дифференциации содержаний РЗЭ в почвах малых эрозионных форм – в овраге и балке – локальных ландшафтно-геохимических системах, которые можно представить как модели бассейновых систем микроуровня.

Овраг и балка расположены на левом берегу р. Протва, они отличаются морфологическим обликом, имеют разный возраст. Эрозионные формы рассматривались как единые системы, в которых склоны, днище, конус выноса

находятся в тесном взаимодействии между собой и с окружающей водосборной областью. В образцах гумусовых горизонтов почв, отобранных на водосборах, правых бортах, днищах, конусах выноса оврага и балки (по 11 в каждой форме) определено: валовое содержание РЗЭ,  $C_{орг}$ , гранулометрический состав, рН. Выборки для статистической обработки сформированы в соответствии с принадлежностью почвенных проб к водосборной области, склонам, днищу, конусу выноса. Для оценки латерального распределения РЗЭ и гранулометрических фракций в почвах использован коэффициент латеральной дифференциации (L), равный отношению среднего содержания элемента в данной выборке (склон, днище и т.д.) к его содержанию в почвах водосбора.

В овраге и балке, в системе: водосбор – склоны – днище, распределение мелкопесчаной и илистой фракций имеет общий характер, поведение фракций 1-0,25 мм и пылеватых различное. В обеих эрозионных формах вдоль днища, от верховьев к низовьям, проявляется линейный тренд увеличения содержания песчаных фракций и снижения – крупной и средней пыли.

Среднее содержание в общей, для оврага и балки, выборке составляет (мг/кг): La–29,2; Ce–61,8; Sm–4,9; Eu–1,0; Tb–0,6; Yb–2,0; Lu–0,3. Вариабельность содержаний РЗЭ изменяется от 9% для Eu до 14% для La. Почвы водосбора балки содержат на 2-7% РЗЭ больше, чем водосбора оврага. Данные значения лежат в интервале вариабельности, однако такое превышение характерно для всех изученных РЗЭ. Вероятно, это связано с более высоким содержанием фракции крупной пыли (на 5%), коэффициент корреляции с которой для Lu, La и Yb превышает 0,85, для остальных элементов также характерна положительная статистически надежная связь. В почвах внутренней части балки (склоны, днище) выявлено более высокое, чем в овраге (в среднем на 20%), содержание La, Ce, Sm, Yb, Lu. Содержание крупнопылевой фракции в почвах внутренней части балки также на 25% больше, чем в аналогичной выборке для почв оврага. По содержанию Eu и Tb почвы оврага и балки не различаются. На склонах оврага и балки, относительно водосбора, наблюдается снижение содержаний La, Sm, Yb, Lu ( $L=0,9$ ); в овраге к этой группе присоединяется Ce, а в балке – Eu и Tb ( $L=0,9$ ). В днище оврага относительно склонов уменьшается содержание La, Ce, Eu, Tb, Yb, Lu ( $L=0,8$ ), что вероятно, объясняется ростом содержания мелкопесчаной фракции, имеющей тесную отрицательную связь с содержанием РЗЭ, не изменяется содержание Sm ( $L=0,9$ ). В днище балки содержание всех изученных элементов (кроме Ce, имеющего равномерное распределение) возрастает относительно склонов, но не отличается от величин, характерных для почв водосбора ( $L=1,0$ ). По днищу оврага, от верховьев к низовьям, наблюдается слабое снижение содержания La, Ce, Sm, которое, однако, статистически не достоверно ( $r=-0,9$  при  $p>0,05$ ); по днищу балки линейные тренды распределения РЗЭ не выявлены.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского Научного Фонда № 14-27-00083.*



**МОНИТОРИНГ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННЫХ  
КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ТЕХНОГЕННОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ УГЛЕРОДА И  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АГРОЭКОСИСТЕМ В ЛЕСОСТЕПИ  
БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ**

**Семенова Ю.В., Помазкина Л.В., Симакова А.А., Кириллова Н.Н.**  
*ФГБНУ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН,*  
*Иркутск*  
[agroeco@sifibr.irk.ru](mailto:agroeco@sifibr.irk.ru)

Интерес к изучению трансформации углерода в агроэкосистемах обусловлен необходимостью оценки воздействия современных факторов среды в разных регионах России. В многолетнем (1997 - 2015 гг.) агроэкологическом мониторинге в лесостепи Байкальской Сибири на фоне климатических изменений исследовали влияние техногенного загрязнения фторидами (6 ПДК) на трансформацию углерода и режимы функционирования агроэкосистем на агросерой почве с посевом яровой пшеницы. Сопряженные измерения скорости эмиссии  $\text{CO}_2$  из почв и содержания углерода микробной биомассы (С мик) проводили в течение вегетации. Изменения гидротермических показателей в мониторинге за вегетацию сравнивали с «климатической нормой» (1961 – 1990 гг.), согласно WMO (2008 г.). В течение мониторинга выявлен тренд повышения температуры воздуха и существенное колебание осадков, что влияло на показатели влагообеспеченности (ГТК). Изменения в отдельные годы оценивали в близкие к норме (1997 и 2010 гг.) и аномальные годы (2002, 2004, 2013 и 2015 гг.). На фоне климатических изменений оценивали влияние загрязнения на трансформацию углерода. Выявлено, что в агроэкосистемах на загрязненной почве скорость эмиссии  $\text{CO}_2$  повышалась, что связано с откликом почвенного микробного комплекса на повышение температуры воздуха ( $r = 0.51$ ). В близком к норме 1997 г. на загрязненной почве в пару суммарная за вегетацию эмиссия С- $\text{CO}_2$  оказалась выше, чем на незагрязненной (соответственно 225 и 120 г/м<sup>2</sup>). В аномальном 2004 г. на загрязненной почве показатель также был выше, по сравнению с незагрязненной (152 и 125 г/м<sup>2</sup>, соответственно). Среднемноголетняя суммарная эмиссия С- $\text{CO}_2$  в атмосферу за вегетацию на незагрязненной почве в пару составляла 127 г/м<sup>2</sup>, а на загрязненной - 148 г/м<sup>2</sup>. Впервые полученные репрезентативные данные длительного мониторинга свидетельствуют, что техногенное загрязнение является антропогенным фактором, способствующим повышению эмиссии  $\text{CO}_2$  в атмосферу, которое сопровождалось деструкцией органического вещества в пахотных почвах. Выявленное отсутствие достоверного воздействия факторов среды на содержание С мик, независимо от загрязнения почвы, позволяет предположить, что колебание показателей обусловлено функционированием микробного сообщества, которое адаптировано к региональным почвенно-климатическим условиям.

Использование методологии системного анализа и ранее предложенного способа интегральной оценки, согласно которому рассчитывали суммарную эмиссию С- $\text{CO}_2$  и содержание С мик, учитывая объемный вес почвы, позво-

лило оценить соответственно потоки нетто-минерализованного (Н-М) и (ре)иммобилизованного (РИ) углерода. Функционирование агроэкосистем и нагрузку оценивали по соотношению Н-М:РИ. Согласно экспериментально разработанным критериям, в большинстве лет мониторинга, на загрязненной почве формировался режим резистентности, вследствие повышения Н-М:РИ, а в аномальные годы - адаптационного истощения (нагрузка «критическая»). В неблагоприятных гидротермических условиях режим функционирования на загрязненной почве менялся за счет повышения потока Н-М углерода. Выявлено, что формирование устойчивости агроэкосистем в неблагоприятных условиях среды происходит за счет повышения потока РИ углерода, который способствует формированию активного пула углеродсодержащих веществ в почве.

Таким образом, в условиях неблагоприятных современных изменений климатических факторов агроэкосистемы на незагрязненной агросерой почве функционировали в режиме резистентности («предельно допустимая» нагрузка), в то время как на техногенно загрязненной фторидами алюминиевого производства в режиме адаптационного истощения («критическая» нагрузка).

УДК 631.42

## **ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ КУЗБАССА: ПОВЕДЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА**

**Середина В.П.<sup>1</sup>, Шайхутдинова А.Н.<sup>1</sup>, Овсянникова С.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск,*

<sup>2</sup>*Кузбасский государственный технический университет им. Н.Ф. Горбачева,  
Кемерово*

[seredina\\_v@mail.ru](mailto:seredina_v@mail.ru)

Химическое загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) в результате техногенного воздействия является одной из актуальных проблем экологии. Наиболее сильное техногенное воздействие испытывают территории, прилегающие к крупным промышленным производствам, к ним относятся и Кузбасс, почвенный покров которого подвергается значительному антропогенному воздействию со стороны горнодобывающей промышленности, вызывающей развитие в почвах деградиционных процессов, способствующих химическому загрязнению почвенных экосистем.

На примере целинных и агрогенных почв (дерново-подзолистая глееватая, агродерново-подзолистая, агросерая, серая, темно-серая, чернозем глинисто-иллювиальный, агрочернозем глинисто-иллювиальный), приуроченных к опорным пунктам экологического мониторинга Кузбасса, установлено внутрипрофильное распределение валовых и подвижных форм ТМ (Pb, Cd, Zn, Co, Cu, Ni, Mn, Cr), рассчитан коэффициент суммарного загрязнения и оценена их буферная способность по отношению к загрязнителям.

На основе коэффициента радиальной дифференциации выявлено, что для Pb, Cd, Mn характерны биогенно-аккумулятивный и биогенно-аккумулятивно-иллювиальный типы распределения, для Cr, Ni и Co – элюви-

альный, Cu – биогенно-аккумулятивный и элювиально-иллювиальный, для Zn – биогенно-аккумулятивный тип или отсутствие заметного перераспределения по почвенному профилю. Следовательно, характер распределения ТМ определяется биоклиматическими условиями, положением почв в системе геохимического ландшафта, интенсивностью и направлением почвообразовательного процесса и степенью антропогенной нагрузки. Анализ поведения ТМ показал, что аккумуляция основной части загрязняющих веществ наблюдается преимущественно в гумусово-аккумулятивном горизонте почв, где они связываются алюмосиликатами, несиликатными минералами, органическим веществом за счет различных реакций взаимодействия.

Отрицательные экологические последствия загрязнения почв главным образом связаны с подвижными соединениями ТМ. Среди подвижных форм исследуемых элементов в условиях окислительной геохимической обстановки лесостепного типа ландшафта удалось выделить три ассоциации ТМ: неподвижные (Pb, Mn), слабоподвижные (Pb, Cu, Co, Cr, Ni, Cd, Mn) и подвижные (Zn). Установлено, что подвижность ТМ в исследуемых почвах, относящихся к стволу постлитогенных, в основном зависит от кислотно-основных и окислительно-восстановительных условий, наличия геохимических барьеров, представленных биогенно-аккумулятивными, карбонатными и иллювиальными горизонтами. Часть ТМ удерживается этими компонентами прочно и не только не участвует в миграции по почвенному профилю, но и не представляет опасности для живых организмов.

Сопоставление содержания ТМ в почвах со значениями предельно-допустимых концентраций (ПДК), а также расчеты коэффициентов суммарного загрязнения свидетельствуют о том, что в настоящее время, несмотря на высокую антропогенную нагрузку на почвенные экосистемы Кузбасса, загрязнения их подвижными формами ТМ не наблюдается.

Для экологической оценки почв важно учитывать их устойчивость по отношению к загрязнителям, базирующейся на прогнозной оценке их буферной способности по отношению к ТМ. На основе расчетных данных, включающих содержание гумуса, физической глины и pH среды, установлено, что исследованные почвы мониторинговых площадок обладают достаточным запасом прочности по отношению к загрязнению ТМ. Степень буферности к элементам, подвижным в щелочной среде, в ряду изученных автоморфных почв оценивается как повышенная, средние показатели буферной способности характерны для дерново-подзолистых глееватых почв (30,0), высокие - темно-серых почв (41,0). Показатели буферности для элементов, подвижных в кислой среде, возрастают в ряду от дерново-подзолистых глееватых почв к агрочерноземам глинисто-иллювиальным и изменяются в диапазоне от 22,5 до 38,5 баллов. Поскольку почва служит депонирующей средой для поллютантов, аккумуляция поступающих в нее загрязняющих веществ может происходить в течение долгого времени, постепенно приближаясь к предельно допустимым концентрациям.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА УРБАНОЗЕМОВ г. ЯКУТСКА

**Сивцева Н.Е.**

*Институт прикладной экологии Севера СВФУ им. М.К. Аммосова, Якутск*  
[sivnatalia81@mail.ru](mailto:sivnatalia81@mail.ru)

Общеизвестно, что городские почвы значительно отличаются от почв внегородских территорий по физическим, химическим и физико-химическим свойствам.

Территория города Якутска характеризуется формированием специфических типов урбаноземов, сильно отличающихся от фоновых типов почв, которыми в долине Туймаада (где расположен г. Якутск) являются мерзлотные палевые почвы, со спецификой высоких содержаний в них таких элементов как марганец и медь.

Анализ основных морфологических и физико-химических свойств урбаноземов выявил сильное изменение строения профиля, высокую степень деградации и загрязненность. Урбаноземы характеризуются супесчаным механическим составом, с примесью бытового и строительного мусора до 20%.

В результате природно - климатических особенностей и особенностей зональных почв, урбаноземы г. Якутска отличаются высокой щелочностью и наличием карбонатных слоев. Вследствие тех же причин и антропогенного загрязнения, отмечается высокое поверхностное засоление сульфатного и сульфатно-хлоридного характера, содержание токсичных солей достигает 2%. Распределение реакции среды по профилю урбанозема в основном равномерное, имеет слабощелочную и щелочную  $pH=8-9$ . Насыпной органогенный слой присутствует в окультуренных, озелененных участках города и в погребенных слоях, на разных глубинах. Содержание гумуса – низкое и очень низкое (<4%), в зависимости от характера насыпного материала и функциональной зоны.

Микроэлементный состав урбаноземов весьма мозаичен как в латеральном распределении так и внутри профиля. Наиболее часто встречающимися, вносящим интенсивный внос в загрязнение территории являются свинец, медь, цинк, марганец и кадмий. Полиэлементные карто-схемы распределения подвижных форм микроэлементов по территории города выявили определенные районы локального возмущения – в основном это промышленные районы и автотранспортные узлы с высокой проходимостью. Внутрпрофильное распределение элементов также носит неравномерный характер, основную роль в фиксации элементов играют такие факторы как содержание органического вещества и реакция среды. Превышение норм ПДК для подвижных форм установлено по свинцу до шести раз, по меди до пяти раз. Суммарный показатель загрязнения почвенного покрова ( $Z_c$ ) на территории города находится в основном в допустимой категории загрязнения, с увеличением площади умеренной категории загрязнения и появлением в 2014 году локальной точки с опасной категорией загрязнения.

Таким образом, урбаноземы города Якутска испытывают антропогенное загрязнение связанное с воздушным переносом в промышленных районах и с помощью автотранспорта.

УДК 624.131.5(571.56-25)

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ АГРОСЕРЫХ ПОЧВ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЯ ПО ОТНОШЕНИЮ К ФОСФОРУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМОЙ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ**

**Старокошко Н.А.<sup>1,2</sup>, Рогова О.Б.<sup>1</sup>, Карпова Д.В.<sup>2</sup>, Егорова З.Н.<sup>1</sup>,  
Коротаева В.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва*

[nataly\\_starok@mail.ru](mailto:nataly_starok@mail.ru)

Исследования проводились в условиях полевого опыта на агросерых почвах Владимирского ополя. Используется следующий севооборот: однолетние травы ( вико-овсяная смесь), озимая пшеница, овес с подсевом трав, травы 1 г.п., травы 2 г.п., озимая пшеница, ячмень. Для исследования мы выбрали 7 вариантов опыта: 1) контроль, 2) известь (фон), 3) ф+NPK, 4) ф+2NPK, 5) ф+навоз, 6) ф+навоз+NPK, 7) ф+навоз+2NPK. Образцы отбирались с глубин 0-20 и 20-40 см методом конверта с помощью бура в 3 несмежных повторностях. Применяемые удобрения: навоз КРС (60 т/га), двойной суперфосфат (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, одинарная доза 340 кг/га за ротацию, двойная – 680 кг/га), калийная соль (KCl, 360 кг/га и 720 кг/га за ротацию), аммиачная селитра (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 340 кг/га и 680 кг/га за ротацию).

Сорбционную способность почв по отношению к фосфат-ионам изучали с помощью метода сорбционных кривых (изотерм сорбции). Метод основан на определении сорбции и десорбции фосфатов, добавленных в слабосолевые почвенные вытяжки. Количество сорбированных или десорбированных фосфатов ( $\pm\Delta P$ ) определялось по разности между концентрацией фосфора в исходном и в равновесном растворе. Навески почвы заливали раствором 0,01 М нитрата кальция в соотношении 1:10 с концентрацией фосфора от 0 до  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л в виде монофосфата кальция, в течение часа взбалтывали на ротаторе, после чего центрифугировали и в полученном растворе определяли концентрацию фосфора калориметрически. По полученным данным строились изотермы сорбции типа Лэнгмюра и рассчитывались максимальная емкость (Q<sub>m</sub>), константа адсорбции (b) и энергия связи фосфатов с почвой ( $\Delta G$ ).

В слое 0-20 см наилучшей буферной способностью по отношению к фосфору обладали образцы вариантов «контроль», «NPK» и «известь». Чуть хуже поддерживали концентрацию фосфора на постоянном уровне почвы вариантов «навоз» и «навоз+NPK». И, наконец, наименьшей буферностью обладали почвы вариантов с внесением 2NPK (с навозом и без). В целом, за 20 лет ведения полевого опыта, во всех вариантах с применением удобрений произошло снижение буферной способности почв по отношению к фосфору. В слое 20-40 см наблюдалась похожая картина: наилучшей буферностью обла-

дали почвы вариантов «контроль», «известь» и «NPK». Наименьшей – «навоз+2NPK» и «навоз».

Максимальная емкость  $Q_m$  по отношению к фосфат-ионам в среднем была выше в поверхностном слое. В подповерхностном горизонте  $Q_m$  варьировала слабо, а в слое 0-20 см была наибольшей в варианте «Навоз+2NPK» (6,93 мМ/кг) и «2NPK» (5,87 мМ/кг). А варианты с внесением одной дозы NPK или навоза обладали более низкой максимальной емкостью (4,6-4,8 мМ/кг), чем контрольный вариант (5,3 мМ/кг).

Энергия связи фосфатов с почвой в слое 20-40 см была в среднем на 3-5 кДж/моль выше, чем в поверхностном горизонте. В подповерхностном горизонте наибольшей энергией связи обладали почвы вариантов «контроль» и «NPK» (29 и 28,9 кДж/моль соответственно), наименьшей – варианты с внесением 2NPK (27 и 25 кДж/моль) и вариант «навоз» (26,6 кДж/моль). В слое 0-20 см максимальная энергия связи фосфатов с почвой наблюдалась в вариантах «контроль», «известь» и «NPK» (24,2, 25,2 и 24,9 кДж/моль), а наименьшая в варианте «навоз+2NPK» (20,4 кДж/моль).

Таким образом, варианты с внесением 2NPK (с навозом и без) характеризовались низкой буферностью, большой емкостью и низкой энергией связи фосфатов с почвой. Варианты же «контроль», «известь», «навоз», «NPK», «навоз+NPK» обладали сравнительно высокой буферностью, низкой фосфатной емкостью почвы и высокой энергией связи.

УДК 631.4

## **ФИТОТОКСИЧНОСТЬ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**Сушкова С.Н., Тюрина И.Г., Минкина Т.М., Нефедова А.В.**

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского  
Южного федерального университета, Ростов-на-Дону*

[snsushkova@sfedu.ru](mailto:snsushkova@sfedu.ru)

Поведение поллютантов в системе почва-растение складывается из ряда процессов: аккумуляция поверхностным слоем почв, миграция вниз по почвенному профилю, поглощение корнями растений. Особенно важным является исследование такого опасного органического поллютанта, как бенз(а)пирен (БаП) – канцерогена и мутагена 1 класса опасности, характеризующего загрязнение системы почва-растения полициклическими ароматическими углеводородами. Цель работы - изучить содержание БаП в черноземе обыкновенном и его влияние на морфобиометрические показатели ярового ячменя в условиях искусственного загрязнения почв.

Исследования проводили в условиях вегетационного опыта, заложенного в 2011 г. Исследуемая почва – чернозем обыкновенный карбонатный среднеспособный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидных суглинках, отобранный на целинном участке почвенного природного заповедника «Персиановский», со следующими свойствами (слой 0-20 см): содержание физ.глины - 52%, ила - 30%, гумуса - 4,2%, рН - 7,5, CaCO<sub>3</sub> - 0,4%, ЕКО - 33

смоль(+)/кг. Образцы почвы подвергали предварительной пробоподготовке: 2 кг воздушно-сухой почвы помещали в специальные тарированные вегетационные сосуды общей емкостью 4 л. Повторность опыта – трехкратная. Внесение БаП в сосуды проводилось по следующей схеме: Контроль; Ацетонитрил; 1 ПДК; 10 ПДК; 20 ПДК; 40 ПДК. ПДК БаП в почве составляет 20 нг/г. Тест-культура – ячмень яровой сорта «Одесский-100». Высев растений производился в 2012, 2013 и в 2014 гг. в первой половине апреля в количестве 30 зерен на сосуд. Полив осуществлялся дистиллированной водой по рассчитанной норме полива на заданный объем почвы. Для оценки влияния поллютанта на продуктивность ярового ячменя определены его основные морфобиометрические показатели по методике В.В. Церлинг (1990) в фазу полной спелости: высота растений, длина стебля и колоса. Извлечение БаП из почв было проведено методом экстракции субкритической водой.

Содержание БаП в контрольных образцах модельного эксперимента меньше и в течение 3-х летнего периода постепенно снижается от 5 до 45%.

Уменьшение количества поллютанта наблюдается также в почвенных образцах, загрязненных различными концентрациями БаП. Происходит интенсивный вынос БаП растениями. С увеличением содержания БаП в почве вынос его растениями возрастает. За период вегетации ячменя ярового в 2012 и в 2013 годах содержание БаП в почве снижается от 20 до 50%.

Установлено, что морфобиометрические показатели ярового ячменя на контроле и на варианте с внесением ацетонитрила в почву в течение трех лет исследования варьировали незначительно. Внесение БаП в почву в первый год произрастания ячменя ярового оказало угнетающее действие на рост и развитие растения. Высота растения с увеличением дозы внесения поллютанта имела тенденцию к уменьшению. Загрязнение почв БаП оказывает отрицательный эффект на рост и развитие ячменя ярового. Увеличение содержания БаП в почве приводит к угнетению развития растений ячменя ярового. Отрицательный эффект БаП на рост и развитие растений наблюдается на протяжении всего периода исследований до тех пор, пока содержание БаП в почве не достигает значений ПДК. За весь период исследований токсическое воздействие БаП на растения снизилось в среднем на 45%.

*Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ № МК-6827.2015.4, РФФИ № 16.35.60051, 15-35-21134.*

УДК 631.416.9: 631.445.4(470.6)

## **СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПОДТИПАХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**Фаизова В.И., Цховребов В.С., Никифорова А.М., Новиков А.А.**  
*ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет,  
Ставрополь*  
[nikiforova2013@mail.ru](mailto:nikiforova2013@mail.ru)

Обеспеченность почв микроэлементами служит одним из основных диагностических признаков уровня почвенного плодородия, поэтому целью наших исследований было провести сравнительную характеристику содержа-

ния в различных подтипах черноземных почв Центрального Предкавказья таких микроэлементов как бор, марганец, медь, цинк, кобальт и молибден. Исследования проводились в 2004-2012 годах на ключевых участках целины и сопряженной пашни на черноземах южных, обыкновенных карбонатных, обыкновенных обычных, выщелоченных, солонцеватых и солонцевато-слитых. На пашне возделывалась озимая пшеница, а участки целины были заняты разнотравно-злаковой ассоциацией дикорастущих растений.

Почвы района исследований не испытывают недостатка в боре. Источником его поступления служит минерал турмалин, который в большом количестве присутствует в почвах всех изучаемых подтипов. Содержание бора колеблется в пределах 2,27-3,30 на карбонатных почвенных разностях, 2,70-3,50 мг/кг на выщелоченных и 3,29-4,56 мг/кг на солонцеватых.

Количество подвижного молибдена в черноземных почвах изучаемого региона, как на целине, так и на пашне низкое. Тем не менее лучше других почв этим элементом питания обеспечена целина чернозема южного, где его количество составляет в среднем за все годы исследований 0,072 мг/кг. Наименьшее количество молибдена обнаружено на черноземе солонцевато-слитом – 0,039 мг/кг. Аналогична ситуация на пашне, где на черноземе южном содержится 0,063 мг/кг, а на солонцевато-слитом – 0,026 мг/кг.

Содержание подвижного кобальта в почвах всех ключевых участков также низкое. Исследуемые величины на целине разных подтипов находились в пределах от 0,059-0,078 мг/кг. На пашне данный показатель в среднем ниже на 0,008-0,022 мг/кг. Лучше других этим элементом обеспечены черноземы выщелоченные и обыкновенные обычные.

Содержание меди в почвах различных подтипов неодинаково. Наибольшее ее количество обнаружено в целинных черноземах обыкновенном карбонатном, выщелоченном, солонцеватом и солонцевато-слитом, где степень обеспеченности почв соответствует среднему уровню (0,21-0,26 мг/кг). Почвы остальных подтипов низко обеспечены этим элементом питания растений (0,16-0,19 мг/кг). На пашне выщелоченного и солонцеватого черноземов содержание подвижной меди среднее и составляет соответственно 0,22 мг/кг и 0,23 мг/кг, в то время как обеспеченность других подтипов черноземов классифицируется как низкая (0,13-0,19 мг/кг).

Установлено, что содержание подвижного цинка в почвах района исследования низкое. На целине и пашне чернозема южного количество подвижного цинка минимально по сравнению с показателями на других подтипах соответственно (0,67 мг/кг и 0,060 мг/кг), а на черноземе выщелоченном максимально (0,98 мг/кг и 0,92 мг/кг).

Количество подвижного марганца в целинных черноземных почвах среднее (11,11-17,15 мг/кг) на различных подтипах, за исключением чернозема выщелоченного, где его можно классифицировать как высокое (22,11 мг/кг). Содержание изучаемого элемента в почве пашни на черноземе выщелоченном также высокое (20,36 мг/кг), на черноземе обыкновенном карбонатном низкое (8,31 мг/кг), а на остальных подтипах среднее (10,26 -16,52 мг/кг).

Таким образом, в результате исследований установлено, что пахотные и целинные черноземные почвы Центрального Предкавказья по-разному обеспечены микроэлементами. Отличия установлены как в пределах одного подтипа между целиной и пашней, так и между подтипами.



## КИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ КАК БАЗОВЫЙ РЕГУЛЯТОР ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

**Шамрикова Е.В.**

*ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар*  
[shamrik@ib.komisc.ru](mailto:shamrik@ib.komisc.ru)

Кислотность почв представляет собой фундаментальную характеристику. Протолитический баланс определяет процессы выветривания одних минералов и синтез других; регулирует миграционную способность соединений в ландшафтах и биологическую доступность элементов питания; обуславливает видовое разнообразие экосистем и стабильность протекания основных физиологических процессов в организмах; оказывает непосредственное влияние на плодородие почв и продуктивность биоценозов.

Таким образом, познание природы кислотности почв имеет общебиологическое и теоретическое значение и позволяет определить процессы функционирования наземных экосистем и их устойчивость.

Интерес к изучению кислотно-основного состояния почв не ослабевал в течение всей истории развития почвоведения как науки. Актуально данное направление и в настоящее время. Формулируются предложения по изменению принятого в России терминологического аппарата; появляются новые понятия, такие как “биогенная кислотность”, “трехмерное поле кислотности”, “кислотный след”; существенно расширяется набор методов и подходов к исследованию данного явления на всех уровнях организации почвенного покрова – от ионно-молекулярного до ландшафтного. Изучение закономерностей мобилизации/миграции/аккумуляции соединений алюминия (III) в почвах способствует развитию аградационной теории образования почвенных хлоритов; идентификация низкомолекулярных метаболитов кислотной природы перспективна в связи со становлением новой области исследований – метабономики, а выявление специфики кислотных свойств в ризосфере – пониманию механизмов формирования почвы как биокосного тела.

Наиболее привлекательными объектами для изучения характера кислотно-основных равновесий являются почвы с контрастным кислотным профилем (например, почвы, у которых разница значений pH в пределах профиля достигает 2.5-3 единицы). Сложность строения подобных профилей обеспечивает сочетание, либо чередование условий почвообразования, поэтому источники, определяющие кислотность близлежащих горизонтов, существенно различаются. В частности, возможны казусные случаи, когда буферная способность к кислоте относит один горизонт к карбонатной или силикатной буферным зонам (диапазон pH соответственно выше 6.2 и 5.0-6.2), а соседний – к железистой или алюминиевой (ниже 3.2 и 3.2-4.2), минуя катионообменную буферную зону (4.2-5.0). В то время как обычно в профиле имеет место последовательная смена буферных зон.

Почвы с контрастным кислотным профилем широко распространены на Крайнем Севере, однако, в значительной мере не изучены в силу своей труднодоступности. Данные территории в первую очередь оказываются ареной экосистемных конфликтов, связанных с трансформацией климата, продвиже-

нием в высокие широты бореальных видов, усиливающимся антропогенным влиянием. В зависимости от условий экогенеза и характера циклов саморазвития контрастный кислотный профиль почв, на наш взгляд, может иметь различный вид: “многослойный пирог” (маршевые почвы) – чередование слоев с разнонаправленным изменением кислотности; профили с последовательным резким повышением значений рН с глубиной (карбонатные почвы); профили с двухчленным строением (мерзлотные торфяники – сезонноталые слои и многолетнемерзлотная толща) и др.

*Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-04-00749 “Кислотный профиль как базовый регулятор почвообразовательных процессов (на примере арктических экосистем)”.*

УДК 631.4

## **ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ**

**Шешукова А.А., Матинян Н.Н., Бахматова К.А.**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*  
[geosoil@mail.ru](mailto:geosoil@mail.ru)

Почвенный покров северо-западного региона России характеризуется чрезвычайной пестротой и сложностью. На фоне относительно однородных биоклиматических условий именно литологический фактор является определяющим в формировании свойств почв, а также их вещественного состава. Предметом исследования явился химический состав рыхлых осадочных почвообразующих пород (озерно-ледниковых песков и супесей, флювиогляциальных песков, озерно-ледниковых суглинков, морен, карбонатных морен, ленточных глин и аллювиальных отложений) из разных геоморфологических районов северо-западного региона России и Карелии. Всего был проанализирован 81 образец. Общее содержание микроэлементов (Ba, Be, Co, Cr, Cu, Mo, Nb, Ni, Pb, Sr, V, Zn, Zr) определялось в HF-вытяжке методом ICP-MS. Макроэлементы определялись рентгеноспектральным флуоресцентным методом. Математическая обработка данных проводилась с использованием обобщенной функции желательности Харрингтона.

Проведенное исследование показало, что элементный состав изученных пород отличается от аналогичного состава осадочных пород Русской плиты (Ронов, Мигдисов, 1996). Так, ленточные глины северо-западного региона России по сравнению с глинами Русской плиты содержат несколько повышенные количества  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  и в то же время обеднены  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  и  $\text{K}_2\text{O}$ . Пески изучаемой территории относительно песков Русской плиты обеднены большинством макроэлементов ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) и имеют относительно повышенные содержания  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ . При сравнении макроэлементного состава всего многообразия осадочных пород северо-западного региона России между собой выяснено, что близким макроэлементным составом обладают карбонатные морены и ленточные глины, причем относительно остальных пород они содержат повышенные количества  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ . Самыми бедными являются аллювиальные отло-

жения и озерно-ледниковые пески, выделяясь среди остальных пород повышенным содержанием  $\text{SiO}_2$  (88, 89% и 84,19% соответственно). Морена, флювиогляциальные пески, озерно-ледниковые супеси и суглинки занимают промежуточное положение между ними. Сравнение микроэлементного состава всех осадочных почвообразующих пород северо-западного региона России с составом пород Русской плиты показало, что последние содержат большие количества микроэлементов, за исключением Ва (среднее содержание элемента в глинах северо-запада России 591 мг/кг, а в глинах Русской плиты 415 мг/кг) и Cr (среднее содержание элемента в песках северо-запада России 67 мг/кг, а в песках Русской плиты 43 мг/кг). Сравнивая почвообразующие породы северо-западного региона России между собой по микроэлементному составу, следует отметить, что наиболее богатыми породами по содержанию большинства элементов (Ba, Be, Co, Cr, Cu, Nb, Ni, Sr, V, Zn, Zr) являются ленточные глины. Далее по убыванию количества микроэлементов следуют морены (бескарбонатные и карбонатные) и озерно-ледниковые суглинки, затем породы песчаного гранулометрического состава. Проведенное исследование выявило, что по элементному составу почвообразующие породы северо-западного региона России можно объединить в следующие группы: 1-породы, наиболее богатые химическими элементами - ленточные глины (индекс желательности Харрингтона  $> 0,63$ ); 2 - породы, содержащие элементы в количествах, близких к фоновым значениям – бескарбонатные и карбонатные морены и озерно-ледниковые суглинки (индекс желательности Харрингтона  $0,63-0,37$ ); 3 – породы, несколько обедненные относительно фоновых значений – флювиогляциальные пески (индекс желательности Харрингтона  $0,37-0,20$ ); 4 - породы, сильно обедненные химическими элементами – озерно-ледниковые пески и супеси, аллювиальные отложения (индекс желательности Харрингтона  $< 0,20$ ).

УДК 631.452

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ПАХОТНОЙ, ЗАЛЕЖНОЙ И ЦЕЛИННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Яшин М.А.<sup>1</sup>, Когут Б.М.<sup>1</sup>, Семенов В.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва,

<sup>2</sup> Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения,

Пушино

[mixalih86@mail.ru](mailto:mixalih86@mail.ru)

Объектом исследования были дерново-сильнопodzолистые слабоглееватые супесчаные почвы целинных, залежных и пахотных земель. Образцы ненарушенного строения отбирали с вариантов длительных стационарных опытов Всероссийского научно-исследовательского института органических удобрений (Владимирская область). Воздушно-сухие структурные отдельности выделяли ситовым методом по Саввинову. Далее воздушно-сухие агрегаты размером 2-1 мм, как наиболее представительную фракцию, имеющую наибольший выход по массе и самую большую долю вклада в общее содержание углерода, подвергали мокрому просеиванию (Хан, 1969). Лабильные гу-

мусовые вещества (Слаб) извлекали из проб почв и структурных отдельностей 0.1 М раствором  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  (рН 7.0). Содержание органического углерода (Сорг) химически экстрагируемых фракций определяли по методу Тюрина со спектрофотометрическим окончанием. Общий органический углерод в почве и в структурных отдельностях определяли методом «сухого» сжигания. Для корректного пересчета с одного метода определения Сорг на другой использовали ранее найденный коэффициент 1.26 (Когут, Фрид, 1993).

Наибольшим содержанием органического углерода отличались воздушно-сухие структурные отдельности размером <0.25, 3-2, 2-1 и 5-3 мм, а наименьшим – агрегаты >10 мм и 1-0.5 мм. В почве под лесом и залежью самым высоким содержанием Сорг характеризовались фракции 3-2 мм, тогда как во всех обрабатываемых почвах – <0.25 мм. Вклад структурно-агрегатных отдельностей размером 2-1 мм в общие запасы Сорг в гумусовом горизонте был в 1.3-4.2 раза больше, чем таковой отдельностей других размеров. Установлено, что обработка почвы и внесение органических удобрений сопровождаются существенным перераспределением Сорг между физическими фракциями, с убылью в одних и накоплением в других.

Доля извлекаемого нейтральной пиррофосфатной вытяжкой Слаб в общем пуле Сорг почвы в структурно-агрегатных отдельностях. Содержание Слаб достоверно коррелировало с Сорг как в цельных образцах, так и в выделенных структурно-агрегатных фракциях.

Водоустойчивость структуры и содержание Слаб в почве и в наиболее агрономически ценных водоустойчивых агрегатах 2-1 мм были достоверно выше на вариантах с регулярным поступлением растительных остатков и навоза по сравнению с таковыми бессменного чистого пара. Установлено наличие тесной связи показателей содержания общего Сорг и Слаб с типом землепользования и размером агрегатов различной водоустойчивости: доли влияния этих факторов и их взаимодействия составили соответственно 37-44%, 28-35%, 26% от общего варьирования.

Самая низкая доля активного органического вещества ( $C_0$ ), определяемого с помощью биокинетического фракционирования, обнаружена в почве бессменного чистого пара (5.4-6.6% от Сорг), а самая высокая (9.5-11.6% Сорг) – в почве залежи. В почве леса и залежи повышенным содержанием  $C_0$  характеризовались фракции 3-2, 2-1 и 5-3 мм, а в пахотной почве – <0.25, 3-2, 2-1 мм. Содержание  $C_0$  во всех структурно-агрегатных отдельностях достоверно коррелировало с количеством  $C_0$  в цельных смешанных образцах исследуемых вариантов. В гумусовом горизонте дерново-подзолистой почвы разноразмерные структурно-агрегатные отдельности по своему вкладу в общие запасы  $C_0$  располагались в следующей последовательности: (2-1) > (0.5-0.25) > (<0.25) > (5-3) > (3-2) мм. Вклад остальных физических фракций не превышал 4-7%.

Содержание потенциально доступной для разложения и чувствительной к агрогенным воздействиям части гумуса (Странс) (Кёршенс, 1992) в цельных образцах целинной и пахотной дерново-подзолистой почвы менялось от 0.26 до 1.02% от массы, что соответствует 41-74% от Сорг. Пределы варьирования Странс в составе органического вещества разных структурно-агрегатных фракций были более выраженными, чем в целом образце, составляя от 31 до 82% от Сорг.

*Работа выполнена при поддержке РНФ, проект № 14-26-00079.*

*Научное издание*

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ – ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ**

Тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева  
и Всероссийской с зарубежным участием научной конференции

Белгород, 15–22 августа 2016 г.

Часть I

В авторской редакции

Компьютерная верстка: Н.В. Савицкая, А.Н. Оберемок

Обложка: Ю.Г. Чендев, П.В. Голеусов, А.Н. Петин

Подписано в печать 29.07.2016. Формат 60×90/16.  
Гарнитура Times New Roman. Усл. п.л. 27,8. Тираж 680 экз. Заказ 186.  
Оригинал-макет подготовлен в ИД «Белгород» НИУ «БелГУ» 308015  
г. Белгород, ул. Победы, 85. Тел.: 30-14-48

Отпечатано в типографии ООО «КОНСТАНТА»  
308519, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Северный, ул.  
Березовая, 1/12.  
Тел./факс (4722) 300-720, [www.konstanta-print.ru](http://www.konstanta-print.ru)