

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*На правах рукописи*

**МАЛЮТИНА ЛЮДМИЛА АНАТОЛЬЕВНА**

**ПОЧВЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА В  
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ**

Специальность 06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание ученой степени**

**кандидата сельскохозяйственных наук**

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент

Тиньгаев Анатолий Владимирович

Барнаул – 2017

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	9
1.1 Влияние отходов производства предприятий птицеводства на окружающую среду .....	9
1.2 Технологии подготовки и утилизации птичьего помета для получения органического удобрения .....	17
1.3 Состав, свойства и эффективность использования птичьего помета в сельском хозяйстве .....	21
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	30
2.1 Характеристика объекта исследования.....	30
2.2 Методы проведения исследования.....	34
2.3 Погодно-климатические условия .....	41
ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ И ПОДГОТОВКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	46
3.1 Характеристика птичьего помета .....	46
3.2 Технологический процесс утилизации птичьего помета в сельском хозяйстве .....	49
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО.....	53
4.1 Влияние различных норм птичьего помета на агрохимические показатели почвы в полевом опыте .....	53
4.2 Влияние различных норм птичьего помета на агрохимические показатели почвы в микрополевым опыте.....	67
ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ .....	75
5.1 Результаты полевого опыта с яровой мягкой пшеницей .....	75
5.1.1 Влияние различных доз птичьего помета на урожайность и качество урожая яровой мягкой пшеницы в полевом опыте .....	75
5.1.2 Влияние разных доз птичьего помета на высоту и полегание растений яровой мягкой пшеницы в полевом опыте.....	93

5.1.3 Влияние разных доз птичьего помета на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в полевом опыте.....	97
5.2 Результаты микрополевого опыта с яровой мягкой пшеницей .....	101
5.2.1 Влияние различных доз птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы в микрополевом опыте .....	101
5.2.2 Влияние разных доз птичьего помета на высоту и полегание растений яровой мягкой пшеницы в микрополевом опыте .....	104
5.2.3 Влияние разных доз птичьего помета на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в микрополевом опыте .....	106
ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОПОДЗОЛЕННОМ ПОД ПОСЕВЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ .....	108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	113
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	116
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	117
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	147

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Птицеводство является динамично развивающейся отраслью не только в России, но и во всем мире. Поголовье птицы в мире насчитывает более 23,2 млрд. голов (Анализ рынка., 2016), в России – 547 млн. голов (Российский статистический ежегодник, 2016). Ежегодное увеличение поголовья птицы приводит к росту выхода отходов производства предприятий птицеводства (сточных вод, птичьего помета, технических отходов переработки, газопылевых выбросов), которые составляют в совокупности около 50 млн. тонн отходов в год. Значительную часть в структуре отходов занимает птичий помет – более 17 млн. тонн в год (Рециклинг отходов в АПК, 2015), в т. ч. в Алтайском крае – 337,9 тыс. тонн. (Лысенко В. П., 2013).

Большие объемы отходов птицеводства, различный их видовой и компонентный состав в сочетании с системными проблемами в отрасли (недостаточное количество площадок для хранения, отсутствие очистных сооружений, технологий переработки отходов, нарушение правил транспортирования, хранения, низкий контроль на птицефабриках) приводят к накоплению отходов в местах хранения вблизи птицефабрик. Отходы, при неконтролируемом попадании в окружающую среду, приводят к загрязнению почв соединениями азота, фосфора, тяжелыми металлами, патогенными микроорганизмами, бактериями, семенами сорных растений; к эвтрофированию водоемов, загрязнению атмосферы пылью, аммиаком, двуокисью углерода, что снижает хозяйственное использование территорий, уменьшает их культурно-бытовое значение, приводит к заболеванию людей и животных. В связи с этим в настоящее время для отрасли птицеводства актуальна проблема утилизации отходов.

Перспективным направлением утилизации отходов, в первую очередь птичьего помета, в сельском хозяйстве является их заделка в почву под посевы различных культур. Птичий помет обладает ценными удобрительными

качествами: содержит полезные макро- и микроэлементы, аминокислоты, витамины, органическое вещество. Помет оказывает положительное влияние на свойства почвы, поддерживает (повышает) ее плодородие. Он может использоваться в жидком и твердом состоянии, в чистом виде или в составе компостов и органо-минеральных смесей. Многообразие форм применения помета позволяет выбрать наиболее экономически оправданный вариант для конкретных территорий, выращиваемых культур. Утилизация птичьего помета почвенным методом оправдана в экологическом и агроэкономическом смыслах. Широкое распространение практики утилизации птичьего помета улучшит экологическую обстановку в местах расположения птицефабрик. В связи с этим актуально изучение технологии утилизации птичьего помета сельском хозяйстве в условиях лесостепи Алтайского Приобья.

**Степень разработанности темы.** Интерес к изучению проблемы утилизации отходов птицеводства нашел свое отражение в работах многих российских и зарубежных исследователей. Изучение применения помета в качестве удобрения проводилось на примере помета разных видов птиц, способов обработки, влажности, состава. Так, помет кур рассматривался в работах Лысенко В. П., Фисинина В. И., Тюрина В. Г., Сёмина И. В., Новожилова И. А., Чекаева Н. П., Трифонова А. Ю., Новожилова И. А., Абитовой Б. К., Понятовского Ф. А., Путинцевой Н. Ю., Пунды Н. А. и др.; гусей – в работах Сёмина И. В., Огорокова В. В., Огороковой Л. А.; индюков – в работах Манашова Д. А., Агафонова Е. В., Каменева Р. А. Применение сушеного помета изучено Щёткиным Б. Н., Патриным М. А., Скороходовой Н. В., Новичихиной А. М., Гончаровой Г. В., Балюновой Е. А., Мельником В. А., Поповым А. В. и др.; жидкого бесподстилочного – Чукановым В. И., Сониной Н. А.; твердого подстилочного изучено – Понятовского Ф. А. и др. Удобрительные свойства помета в составе компостов рассматривался Черкасовым А. Н.; Сдобниковым С. С., Фетисовым Г. Ф., Скрыльником Е. В., Товстым Ю. Н. и др. Использование птичьего помета изучалось авторами для разных климатических зон, типов почв, под различные культуры. Несмотря на

многочисленные исследования, разработок по применению перепревшего птичьего помета для лесостепной зоны Алтайского Приобья на черноземах оподзоленных не найдено, в связи с чем данное диссертационное исследование станет дополнительным вкладом в накапливаемый научным сообществом опыт утилизации отходов птицефабрик в сельском хозяйстве.

**Цели и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования является научное обоснование экологически безопасной утилизации отходов птицеводства. Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

1. Дать характеристику птичьего помета и технологии его подготовки.
2. Изучить влияние отходов производства предприятий птицеводства на почву и возделываемую культуру.
3. Дать экономическую оценку эффективности утилизации птичьего помета на черноземе оподзоленном в условиях лесостепной зоны Алтайского Приобья.

**Научная новизна.** Впервые для лесостепной зоны Алтайского Приобья дана оценка технологии утилизации отходов птицеводства методом заделки в почву при весенней обработке почвы. По результатам анализа полевых опытов определены оптимальные экологически безопасные дозы внесения птичьего помета. Установлено влияние отходов птицефабрики на агрохимические свойства чернозема оподзоленного, урожайность и качество урожая яровой пшеницы.

**Практическая и теоретическая значимость работы.** На основе анализа результатов опытов с птичьим пометом рекомендованы эффективные дозы внесения перепревшего помета кур на черноземе оподзоленном под посевы яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Алтайского Приобья. Обоснованные рекомендации по использованию птичьего помета позволят утилизировать накопленные пометные массы в местах расположения птицефабрик.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой диссертации является совокупность использованных методов исследования. Исследования в работе проводились с применением общенаучных (эксперимент,

гипотеза, наблюдение, анализ) и специальных методов (полевой, лабораторный). Агротехнические стационарные опыты заложены по методике Доспехова Б. А. Агрохимические исследования почвы проводились по общепринятым методикам: гумус почвы – методом И.В. Тюрина, массовая доля подвижного фосфора и калия – методом Ф. В. Чирикова, гранулометрический состав почвы – методом Н. А. Качинского, содержание валовых форм азота в почве – по ГОСТ 26107-84, фосфора и калия – по ГОСТ 26261-84. Анализ птичьего помета включал исследования содержания валовых форм азота (ГОСТ 26715-85), фосфора (ГОСТ 26717-85) и калия (ГОСТ 26718-85), рН (ГОСТ 27979-88), влаги и сухого остатка (ГОСТ 26713-85). Качество зерна оценивалось по стекловидности (ГОСТ 10987-76), количеству и качеству клейковины (ГОСТ Р 54478-2011), содержанию белка (ГОСТ 10846-91). Оценка засоренности посевов сорняками осуществлялась глазомерно-численным методом кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА. Для анализа полученных результатов применялись статистические методы, методы анализа в изложении Доспехова Б. А., Плохинского Н. А., Кравченко Н. С., информационно-логический анализ.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Выявленные закономерности изменения свойств чернозема оподзоленного при утилизации отходов птицеводства почвенным методом.
2. Установленная взаимосвязь урожайности и качества зерна яровой мягкой пшеницы от действия и последствий различных доз птичьего помета.
3. Экономическая эффективность утилизации птичьего помета на черноземе оподзоленном.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность результатов диссертационного исследования обеспечивается анализом литературных источников, нормативно-правовых документов, а также результатами агротехнических полевых опытов, проведенных в 2014-2016 гг. В опытах проведены фенологические наблюдения, количественные измерения, лабораторные исследования; выполнен статистический и агроэкономический анализ с использованием компьютерных технологий. Результаты исследования

были представлены и обсуждены на XXIX международной научно-практической конференции «Наука и современность – 2014» (г. Новосибирск, 2014 г.); на IX, X, XI, XII международных научно-практических конференциях «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Барнаул, 2014-2017 гг.); на международной научной конференции «Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения» (Москва, 2016 г.).

**Публикации.** Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 10 научных работах, в том числе в 4 работах в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, библиографического списка, состоящего из 254 источников, приложений. Работа изложена на 146 страницах машинописного текста, содержит 34 рисунка, 21 таблицу, 5 приложений.

Автор выражает благодарность за помощь, оказанную при работе над диссертацией и в организации полевых исследований, д. с.-х. н., директору ООО «АлтайАгроХимСоюз плюс» Воробьевой Р. П., к. с.-х. н., заместителю директора ООО «АлтайАгроХимСоюз плюс» Шепталову В. Б., председателю СПК «Агродар» Зонального района Саночкину Е. И., д.с.-х.н., профессору кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Алтайского ГАУ Пивоваровой Е. Г., директору по технологии ЗАО «Алтайский бройлер» Гулину О. Ю.



## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Влияние отходов производства предприятий птицеводства на окружающую среду

Промышленное птицеводство в России в настоящее время является динамично развивающейся отраслью сельского хозяйства. Интенсификации производства привела к увеличению концентрации поголовья в хозяйствах всех категорий с 341 млн. голов в 2000 г. до 547 млн. голов в 2015 г. (+60,4%), в т. ч. в сельскохозяйственных организациях с 205 млн. голов до 445 млн. голов (+117,1%) соответственно (Российский статистический ежегодник, 2016). Рост объемов основного производства предприятий птицеводства привел, как следствие, к увеличению выхода отходов производства. Ежегодный объем отходов, поступающий от предприятий птицеводства в России, составляет около 50 млн. тонн, что составляет 3,7% всех отходов агропромышленного комплекса России (Рециклинг отходов в АПК, 2015).

На птицефабриках к отходам производства относят сточные воды, технические отходы переработки, птичий помет, газопылевые выбросы, запахи. Количество отходов, образующихся на птицефабрике, зависит от мощности ее производства, производственного профиля и применяемых технологий и оборудования (Эффективные решения..., 2011; Гарзанов А. Л., 2008). Так, объем *сточных вод* в зависимости от мощности птицефабрики составляет от 200 до 3000 м<sup>3</sup> в сутки (Лысенко В. П., 2008); в год – более 1,5 млрд. м<sup>3</sup> (Использование сточных вод..., 1984). Сточные воды по органолептическим показателям отличаются низкой прозрачностью, серым цветом и неприятным специфическим запахом (Лысенко В. П., 1998; Кутровский В. Н., Сидоренко О. Д., 2009); содержат вещества, которые находятся в различном физическом состоянии: твердом, грубодисперсном (размер частиц от 10<sup>-5</sup> м и более), коллоидном (размер частиц менее 10<sup>-6</sup>) и жидком (размер частиц менее 10<sup>-7</sup>) (Лысенко В. П., 2008;

Зубрилов С. П., 1999; Воронов Ю. В., Яковлев С. В., 2006). Сточные воды содержат жиры, белки, аммонийный, нитратный и нитритный азот, фосфаты (Эффективные решения..., 2011; Лобакова Е. С., Соловченко А. Е., 2014), а также поверхностно-активные вещества, волокна пуха, пера, частицы роговых пластинок, клюва, когтей (Ливен И., 2014), помета, механические загрязнения и включения (Лысенко В. П., 2008). По биологическим показателям сточные воды характеризуются наличием патогенных и условно-патогенных микроорганизмов (сальмонелл, протей, стафилококка, синегнойной палочки, патогенных серотипов кишечной палочки) (Методические указания по осуществлению Государственного санитарного надзора..., 1975). Особенности физико-химического и биологического состава сточных вод требуют проведение предварительной очистки, обеззараживания и дезодорации сточных вод перед их дальнейшим использованием (Лысенко В. П., 2008). Сточные воды птицефабрик эффективно применяют для орошения полей (Орлова С. С., Панкова Т. А., 2014; Юсупов Р. М., 2016; Шишкина О. С., 2008).

К *техническим отходам переработки* птицы относят «продукты убоя птицы, не предназначенные для получения пищевых продуктов» (ГОСТ 18292-2012). Отходы переработки включают: перья, пух, кровь, внутренности (кишки, железистые желудки, яйцеводы, яичники, семенники, желчные пузыри, легкие, почки, кутикулы, трахеи) (Файвишевский М. Л., 2000; Мельник В. А., 2013), ветеринарные конфискаты (тушки птицы и их части, непригодные для пищевых целей; павшую птицу, допущенную для изготовления кормов), малоценную продукцию потрошения птицы (Корнева Н., 2009; Лысенко В. П., 1998). На птицефабриках, рассчитанных на 10 млн. голов, выход отходов переработки составляет 6574 т/год, в т. ч. перо – 880 т, кровь – 814 т, костные отходы – 1800 т, отходы переработки, инкубации и павшая птица – 880 т (Эффективное использование вторичного сырья ..., 2011).

Количество получаемых отходов переработки относительно живой массы птицы зависит от:

– применяемого метода переработки: от 15,3% до 18,5% при использовании метода полупотрошения, от 23,7% до 28,3% при переработке методом полного потрошения (Мельник В. А., 2013). Наибольшая доля отходов при использовании метода полного потрошения приходится на кровь и внутренности (12-14%) и пухо-перовые отходы и подкрылки (4-6%) (Микрюкова О. С., 2015; Митрофанов Н. С., 2008);

– вида птицы. В среднем отходы переработки кур составляют 23,8%, цыплят 26,7%, индеек 20,5%, гусей 19,2%, уток 20,8% (Переработка птицы, 1990).

Объем отходов переработки также зависит от количества используемой в процессе переработки воды. Среднее количество сточной жидкости, образуемое на 1 голову, составляет 19 л (Лысенко В. П., 1998; Лёр Р., 1979). Сточные воды, образующиеся в процессе переработки птицы, характеризуются показателями: биологической потребностью в кислороде (БПК<sub>полн.</sub>) – 2500-2800 мг/л, химической потребностью в кислороде (ХПК) – 3000-7000 мг/л, количеством взвешенных частиц – 1000-3000 мг/л, содержанием жира – 1000-2000 мг/л (Панова И., Нойберт И., 2014; Серпокрьлов Н. С., Спиридонова Л. Г., Кулик И. А., 2012), аммонийного азота – 130 мг/л, фосфора общего – 20 мг/л (Давыдов А. С., Алешина Н. И., Шепталов В. Б., 2010), азота общего – 57-92 мг/л, аммиачного азота 3,1-11,6, рН 6,4-8,1 (Лысенко В. П., 1998).

*Газопылевые выбросы*, попадающие в воздух имеют различное агрегатное состояние (газ, пыль, твердые частицы), состав и объем, которые зависят от вида птицы, ее возраста, способа выращивания, содержания (Лысенко В. П., 1998). Так, на предприятиях, рассчитанных на 720 тыс. голов птиц и применяющих вытяжные системы вентиляции, в течение часа в воздух попадает 41,4 кг пыли, содержащей сырой протеин, золу, жиры, углеводы, целлюлозу, а также 174,8 млрд. микроорганизмов, 1490 м<sup>3</sup> двуокси углерода, 13,3 кг аммиака (Титова В. И., Дабахов М. В., Дабахова Е. В., 2002; Лысенко В. П., 1998). Сложный состав выбросов приводит к распространению специфических запахов в зонах расположения птицефабрик.

*Птичий помет* представляет собой серую дисперсную массу влажностью 70-75%, которая образуется в желудочно-кишечном тракте птицы в результате обмена веществ и энергии, и периодически выделяется из организма птицы (Лысенко В. П., 2010; Гриценко В. Л., 2007). Выход птичьего помета от птицефабрики мощностью 400 тыс. кур-несушек или 10 млн. цыплят-бройлеров составляет соответственно 35 и 83 тыс. тонн помета в год (Агеечкин А., 2008). В целом по России ежегодный выход птичьего помета составляет 17 млн. тонн (Рециклинг отходов в АПК, 2015). При этом 90% птичьего помета от его общего накопления приходится на куриный помет (Органические удобрения в интенсивном земледелии, 1984). Наибольшее поступление пометных масс в стране отмечается в Нижегородской области – 897,1 тыс. тонн в год, в Краснодарском крае – 833,9 тыс. тонн, в Свердловской области – 764,9 тыс. тонн. В Сибирском Федеральном округе максимальный выход помета приходится на Иркутскую, Новосибирскую области, Алтайский край (рисунок 1.1.1).

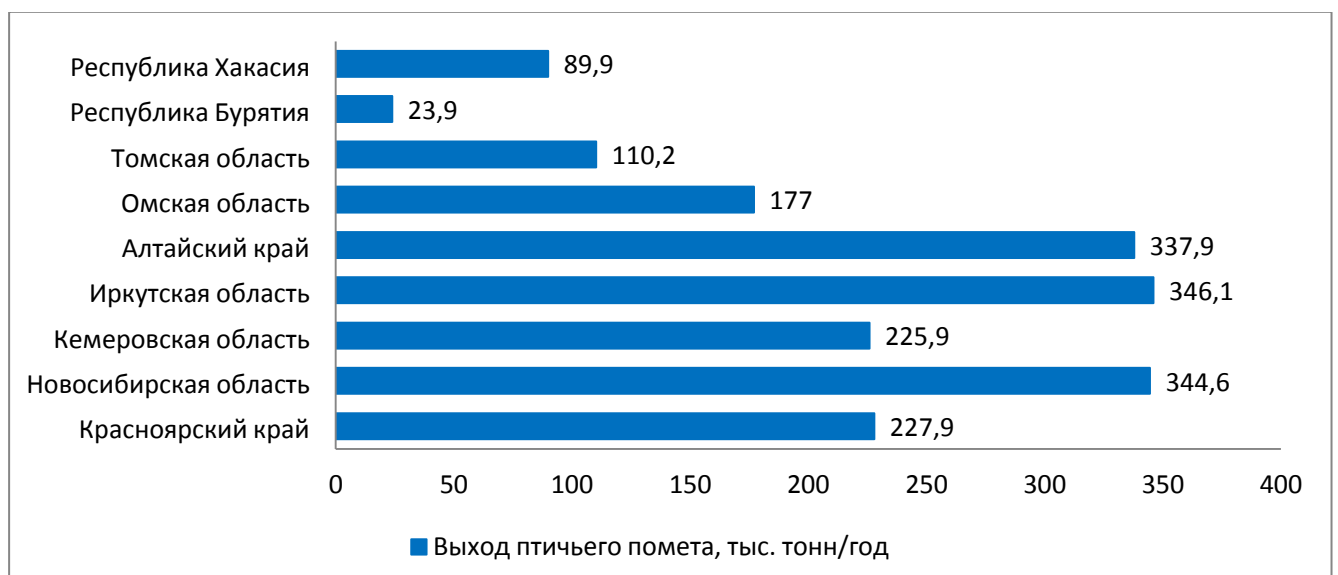


Рисунок. 1.1.1 – Объемы поступления птичьего помета в отдельных субъектах Сибирского Федерального округа РФ (Лысенко В. П., 2013)

Птичий помет по своему негативному воздействию на окружающую среду относится к III-IV классам опасности (Лысенко В. П., 2011). К III классу относят

умеренно опасные отходы (свежий помет), но, тем не менее, отходы этого класса вызывают нарушение экологического равновесия, для восстановления которого потребуется не менее десяти лет. Нарушенное экологическое равновесие от неконтролируемого использования помета IV класса требует не менее трех лет на восстановление. Помет содержит патогенную микрофлору, тяжелые металлы, бактерии, семена сорных растений, обладает неприятным запахом, поэтому при попадании в почву, водоемы, атмосферу, помет становится источником загрязнения.

Таким образом, в результате производственной деятельности птицеводческих предприятий образуются различные по объему, составу и воздействию на окружающую среду отходы.

#### *Загрязнение отходами птицеводства почв*

Нарушение технологий хранения и утилизации отходов птицеводства приводит к загрязнению почв тяжелыми металлами, большая часть которых относится к I классу (Hg, Pb, Zn, Cd) и II классу опасности химических веществ (Co, Cu, Cr, Ni, Mo) (ГОСТ 17.4.1.02-83). Высокая концентрация тяжелых металлов уменьшает численность микроорганизмов в почве, изменяет видовой состав и структуру микробоценоза почвы, снижает доступность некоторых микроэлементов для растений, оказывает токсическое воздействие на живые организмы по пищевым цепочкам (Титова В. И., Дабахов М. В., Дабахова Е. В., 2002; Система применения удобрений, 2011). При сильном загрязнении тяжелыми металлами происходит изменение содержания гумуса, кислотности почвы, структуры почвы, что может привести к деградации почв (Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И., 2004).

Попадание в почву избыточных доз азота с отходами птицеводства приводит к накоплению различных его форм – нитратов ( $NO_3^-$ ), нитритов ( $NO_2^-$ ), аммонийного ( $NH_4^+$ ) и аммиачного азота ( $NH_3$ ) (Трещов А. Г., 1992; Ступин Д. Ю., 2009). Нитратные и аммонийные формы азота легко усваиваются и накапливаются растениями. Накопление нитратного азота в растениях не причиняет им вреда (Агрохимия, 1989; Михайлова Л. А., 2015), но при

превышении предельно допустимой концентрации в сельскохозяйственной продукции оказывает токсичное воздействие на животных и человека, вызывая различные заболевания (Смирнов П. М., Муравин Э. А., 1977). Нитратные формы азота легко мигрируют по почвенным горизонтам и загрязняют грунтовые воды (Флесс Н. А., 2007). Избыточное поступление и накопление аммонийного азота в растениях при складывающихся неблагоприятных условиях (недостаток углеводов, кислой реакции среды, недостаток микроэлементов) приводит к так называемому «аммиачному отравлению» растений (Михайлова Л. А., 2015; Агрохимия, 1989), что замедляет процесс фотосинтеза в растениях и приводит к их повреждению и гибели (Выращивание растений без почвы, 1960; Jones, J. Benton, 2005). Повышенные дозы азота также усиливают развитие патогенной микрофлоры в почве, что снижает устойчивость сельскохозяйственных культур к заболеваниям (Система применения удобрений, 2011).

Попадание в почву больших объемов отходов птицеводства приводит к перенасыщению почв фосфором. Фосфор, согласно данным Шконде Э. Н., в отходах птицеводства содержится в органической (53,7%) и минеральной (46,3%) формах (цит. по Агафонову Е. В., 2015). Органические соединения фосфора со временем минерализуются, изменяют подвижность под действием кислотности почвы, почвенных микроорганизмов, органических веществ, влажности, температуры и переходят в более доступные для растений соединения. Часть соединений фосфора усваивается растениями, часть иммобилизуется и фиксируется почвой (Агрохимия, 1989). Перенасыщение почв фосфором приводит к увеличению скорости роста растений, более раннему созреванию, что снижает общую урожайность культуры. Соединения фосфора могут вымываться из почвы и попадать с поверхностным и почвенным стоком в водоемы.

#### *Загрязнение отходами птицеводства водоемов*

Сброс неочищенных или плохо очищенных сточных вод птицефабрик, смывы удобрений на основе птичьего помета в водоемы, просачивание в грунт жидкой фракции помета при хранении приводят к загрязнению водных объектов, в первую очередь к интенсификации процессов эвтрофикации (Хрисанов Н. И.,

1993; Лысенко В. П., 2008): Эвтрофикация водоемов происходит вследствие повышения концентрации в воде биогенных веществ – фосфора и его солей, азота и нитратов (Цианобактериальное «цветение» воды..., 2011; Колмаков В. И., 2016). Это стимулирует биологическую продуктивность водоемов – усиливает размножение фитопланктона (цианобактерий, диатомовых, динофитовых водорослей) (Экологически безопасные методы..., 2000; Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х. Р., 1990; Стрелков К. Е., Лушкин И. А., Филенков В. М., 2014), зоопланктона и зообентоса (Гольд З. Г., Гольд В. М., 2013; Овсянников Ю. А., 2000) с одновременным сокращением их видового разнообразия (Садчиков А. П., Котелевцев С. В., 2012; Овсянников Ю. А., 2000), а также способствует зарастанию водоемов прибрежно-водной растительностью (осокой, камышом, тростником, рогозом и др.), которая усугубляет процесс эвтрофикации водоема (Садчиков А. П., Кудряшов М. А., 2004; Hammer, Mark J., Hergemader, Gary L., 1973). Рост биомассы приводит к дефициту кислорода, преобладанию анаэробных процессов в придонных горизонтах водоемов, сопровождающихся выделением метана, сероводорода, аммиака и его производных, углекислого газа (Овсянников Ю.А., 2000; Лукьяненко В. И., 1987). Вода приобретает неприятный запах, изменяет свой цвет и вкус. Изменение кислородного режима и продуцируемые некоторыми видами водорослей (преимущественно цианобактериями) токсичные вещества (органические кислоты, аминокислоты, пептиды, кетоны, летучие кислоты, альдегиды и др.) (Садчиков А.П., Котелевцев С. В., 2012; Лукьяненко В. И., 1987) становится причиной гибели бентосных растений, массового замора рыб, гибели водоплавающих птиц и животных, питающихся растениями, рыбой из эвтрофированного водоема (Стрелков К. Е., Лушкин И. А., Филенков В. М., 2014; Садчиков А. П., Котелевцев С. В., 2012; Цианобактериальное «цветение» воды ..., 2011; Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х. Р., 1990).

Изменение физико-химических и органолептических показателей воды делает ее непригодной для использования человеком в качестве источника питьевой воды. Вода эвтрофированных водоемов представляет опасность для жизни и здоровья человека, может стать причиной многих заболеваний: Гаффской

болезни (Цианобактериальное «цветение» воды..., 2011; Гольд З. Г., Гольд В. М, 2013; Снакин В. В., 2000), конъюнктивитов (Гольд З. Г., Гольд В. М, 2013), аллергических, онкологических (Садчиков А.П., Котелевцев С. В., 2012; Экологическая химия, 2001), желудочно-кишечных заболеваний (Овсянников Ю. А., 2000; Кульский Л. А., 1983), привести к смерти человека (Гольд З. Г., Гольд В. М, 2013; Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х. Р., 1990; Стрелков К. Е., Лушкин И. А., Филенков В. М., 2014; Селезнев А. В., 2008).

Эвфтрофирование снижает рыбохозяйственную и культурно-бытовую ценность водоемов, создает помехи при работе гидротехнических сооружений (Лушкин И. А., Стрелков Д. А., Немнонова М. А., 2012; Лукьяненко В. И., 1987; Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х. Р., 1990; Стрелков К. Е., Лушкин И. А., Филенков В. М., 2014).

Основными причинами, приводящими к загрязнению и изменению объектов окружающей среды, являются:

- увеличение концентрации поголовья на птицеводческих комплексах и, как следствие, увеличению выхода отходов и их накапливанию в местах хранения (Орлов О. Д., 2002; Использование птичьего помета в земледелии, 2013; Мерзлая Г. Е., 1991);
- отсутствие на птицефабриках очистных сооружений, хранилищ и площадок для компостирования (Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Попов П. Д., 1988);
- различный видовой и компонентный состав отходов птицефабрик, что требует применения различных методов очистки, обеззараживания, утилизации, переработки отходов;
- недостаточный инженерно-технический и лабораторный контроль на птицефабриках;
- неэффективная работа очистных сооружений и их технический износ (Yetilmezsoy K., Turkdogan-Aydinol I., Gunay A., Ozis I., 2011);
- нарушение технологий транспортирования, хранения, применения в качестве удобрений (Минеев В. Г., 2004).



Таким образом, отходы птицеводства являются источником загрязнения природных объектов, представляют опасность для здоровья людей и животных, являются причиной вывода из хозяйственного оборота значительных площадей угодий, водоемов, что требует поиска эффективных направлений утилизации отходов.

## **1.2 Технологии подготовки и утилизации птичьего помета для получения органического удобрения**

В сельскохозяйственных предприятиях наиболее распространенными способами утилизации птичьего помета, позволяющими впоследствии использовать помет в качестве органического удобрения, являются прямое внесение нативного помета в почву, внесение помета после предварительного хранения в буртах, компостирование и сушка.

Внесение в почву нативного помета, т. е. в чистом необработанном виде, широко применяется как быстрый способ утилизации в случаях отсутствия или переполненности помехохранилищ. Свежий помет отличается высокой влажностью, липкостью, сильным запахом, содержит меньше питательных веществ на единицу масс, по своему воздействию на окружающую среду относится в III классе токсичных веществ (Лысенко В. П., 1998; 2011). С одной стороны, данный способ позволяет оперативно утилизировать образующиеся в больших объемах пометные массы, с другой стороны, применение этого способа утилизации повышает риск перенасыщения содержащимися в помете веществами близлежащих к птицефабрике сельскохозяйственных угодий, что может привести к деградации почвы, усилению эрозионных процессов, загрязнению гельминтами, патогенными микроорганизмами, семенами сорных растений, нитратами и т. д. (Эрнст Л., Злочевский Ф., Ерастов Г., 2011).

При наличии территорий для хранения помета (в первую очередь подстилочного), его предварительно выдерживают в буртах, которые формируют в помехохранилищах или в полевых условиях, чтобы сократить впоследствии затраты на транспортировку помета на поля (Утилизация навоза/помета..., 2012). Помет в таких буртах может храниться без уплотнения, что создает аэробные условия внутри бурта; рыхло-плотном состоянии (рыхлая укладка до разогрева массы до плюс 50-60°C, затем проводится уплотнение); при плотной укладке, при которой температура в бурте в среднем составляет около 35°C (Применение органических удобрений..., 2015). Срок хранения помета в таких буртах может составлять от 3 до 6 месяцев. Данный способ получения органического удобрения из помета является более безопасным, чем прямое использование нативного помета, поэтому активно используется предприятиями при больших выходах помета, отсутствии помехохранилищ.

Для получения удобрений из помета также широко распространено его предварительное компостирование. Компостирование может быть пассивным (например, длительное компостирование в буртах, технология анаэробного сбраживания) и активным (например, аэробная твердофазная ферментация, биотермический метод) (Суховеркова В. Е., 2016). При компостировании, основанном на аэробных процессах, происходит окисление органического вещества с использованием атмосферного кислорода; анаэробное компостирование происходит при отсутствии кислорода.

Для компостирования оптимальная влажность помета должна составлять около 55% (Кинз Т. Ф., 2016). Так как птичий помет большей своей частью имеет более высокую влажность, то для компостирования к помеху добавляют органические наполнители (торф, солому, лигнин, кору деревьев, опилки). В процессе компостирования в пометной смеси погибает патогенная микрофлора, яйца гельминтов, личинки насекомых, смена растений. Пометная масса становится более сыпучей, не прилипает к рабочим органам машин, удобна для транспортировки.

Пассивное компостирование предполагает формирование пометных буртов под открытым небом на специально отведенных для этого территориях. Нередко компостирование осуществляют на грунтовых площадках или на полях, на которые предполагается внесение изготавливаемого компоста (Лозановская И. Н., 1987). Пометные бурты формируют ворошилковыми машинами из тщательно перемешанной смеси отходов птицеводства и наполнителя высотой 1,5-2 м (Кинз Т. Ф., 2016). При отсутствии таких машин в хозяйствах составляющие компоста перемешивают и укладывают с помощью бульдозеров. Параметры бурта: ширина около 3-4 м, минимальная длина – 6-8 м, общая масса компостной смеси – не менее 100 т (Лысенко В. П., 1998; Практическое руководство..., 2005). В пометном бурте при оптимальной концентрации микроорганизмов-аэробов и кислорода происходят окислительные процессы органического вещества. Температура внутри пометного бурта увеличивается, что приводит к гибели патогенной микрофлоры, семян растений, а также к распаду белков, жиров, углеводов. По мере перепревания компостной смеси температура в бурте снижается. Для снижения влажности, повышения рыхлости пометный бурт рыхлят. Длительность компостирования при температуре воздуха около плюс 5°C составляет 30 дней, выше плюс 10°C – от 30 до 90 дней; при низких температурах до минус 20°C – 60 дней и более (Кинз Т. Ф., 2016; Лысенко В. П., 1998). Пассивное компостирование является более дешевым способом компостирования по сравнению с активным, но обладает недостатками: необходимость выделения больших площадей, особенно при больших объемах выхода помета, долгий срок компостирования, высокий риск сохранения патогенной микрофлоры, высокая вероятность попадания вредных веществ в окружающую среду (Компостирование помета, 2017).

Активное компостирование предполагает проведение всего процесса в специальных теплоизолированных устройствах – биоферментаторах, в которых помет обогащается кислородом, что приводит к ускорению процессов распада органических веществ. При активном компостировании длительность процесса составляет одну неделю (Нормы технологического проектирования..., 2001).

Компостирование также имеет и определенные недостатки: необходимость использования дополнительных компонентов и затрат на эти компоненты; сложность технологии; низкая концентрация питательных веществ, необходимость больших площадей для производства компоста; высокие транспортные расходы (Ферберов И. А., 1997).

Одним из вариантов компостирования является вермикомпостирование, которое предполагает переработку помета с помощью специализированных навозных червей *Eisenia fetida (foetida)* (Максимова С. Л., Шаванова Т. М., Мухин Ю. Ф., 2008). Технология вермикомпостирования предполагает прохождение отходов через кишечник червей, в результате чего происходит изменение биохимических свойств помета, обогащение его ферментами, микроорганизмами, снижается зараженность патогенной микрофлорой. Вермикомпостирование можно осуществлять круглогодично в закрытых помещениях, что требует затрат на содержание помещений, их обогрев, подготовку субстратов.

Сушка птичьего помета. Сушка – это процесс удаления жидкости из твердых, жидких и газообразных тел, в результате которого сохраняются физико-химические свойства материалов (Большая советская энциклопедия, 1978). Сушка помета дает ряд преимуществ перед другими способами утилизации отходов: высокую концентрацию, возможность экономного расходования, снижение затрат на транспортировку. Сухой помет отличается от нативного более концентрированным содержанием питательных элементов, которые хорошо растворяются в воде и легкодоступны для усвоения растениями. В сухом помете также присутствуют биологически активные вещества, способные значительно повысить жизнеспособность почвенной микрофлоры. Высушенный помет используют как удобрение и как кормовую добавку в рационы жвачных животных.

Сушка птичьего помета может быть низкотемпературной, высокотемпературной и вакуумной. При низкотемпературной сушке помет обезвоживается, но не обеззараживается. Вред от использования такого помета

может быть сопоставим с полезным эффектом от его внесения, поэтому такой способ сушки менее распространен в практике утилизации отходов птицеводства.

Более широкое применение получила высокотемпературная сушка (термическая) птичьего помета, которая осуществляется при температуре свыше 800°C. В отличие от низкотемпературной сушки, термическая обработка обеззараживает помет, что повышает его ценность как удобрения. Минусом использования высокотемпературной сушки помета являются значительные затраты топлива на термическую обработку (до 80-100 кг/т условного топлива на 1 т испаряемой влаги) и высокая стоимость оборудования (Мельник В. А., 2013).

Вакуумная сушка происходит в специальных камерах с температурой до 125°C и давлением 5-25 кПа, с параллельным удалением через систему насосов влаги и выделяемых в процессе сушки газов (Патент РФ № 2042657, 1992). В процессе сушки пометная масса перемещается для равномерного прогрева, затем измельчается, отправляется на хранение. Вакуумная сушка позволяет сохранить наибольшее количество полезных веществ, полностью обеззараживает помет, но является дорогостоящим способом утилизации помета – по оценкам себестоимость сухого помета в пять раз выше стоимости помета, полученного пассивным компостированием (Кинз Т. Ф., 2016).

### **1.3 Состав, свойства и эффективность использования птичьего помета в сельском хозяйстве**

Состав, свойства и объемы выхода помета зависят от вида птицы, ее возраста, технологии содержания, способа удаления пометных масс из птичников (Использование птичьего помета в земледелии, 2013; Рекомендации по использованию птичьего помета..., 1988; Лысенко В. П., 1998; Васильев В. А., Филиппова Н. В., 1988; Лозановская И. Н., 1987; Boland N. S. et al., 2010).

Птичий помет, согласно ГОСТу 31461-2012 в зависимости от способа содержания, вида птицы и ее возраста классифицируют на: подстилочный помет; помет, поступающий от выращивания молодняка; помет от взрослой птицы.

По способу выращивания в России получили распространение две основные системы: клеточная (клеточно-батареяная) и напольная (Кочиш И. И., Петраш М. Г., Смирнов С. Б., 2004). При клеточном содержании птицы получают бесподстилочный помет, при напольном – помет с подстилкой.

Выход подстилочного помета зависит от вида подстилки, в качестве которой используют опилки, стружку, резаную солому, стержни кукурузы, торф, подсолнечную лузгу или их смеси, а также от объемов воды, попадающей в подстилку из поильников или при уборке помета из птичников (Кидин В. В., 2012; Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Попов П. Д., 1988). Объемы поступления помета с подстилкой также зависят от вида птицы, ее возраста и продолжительности содержания (рисунок 1.3.1).

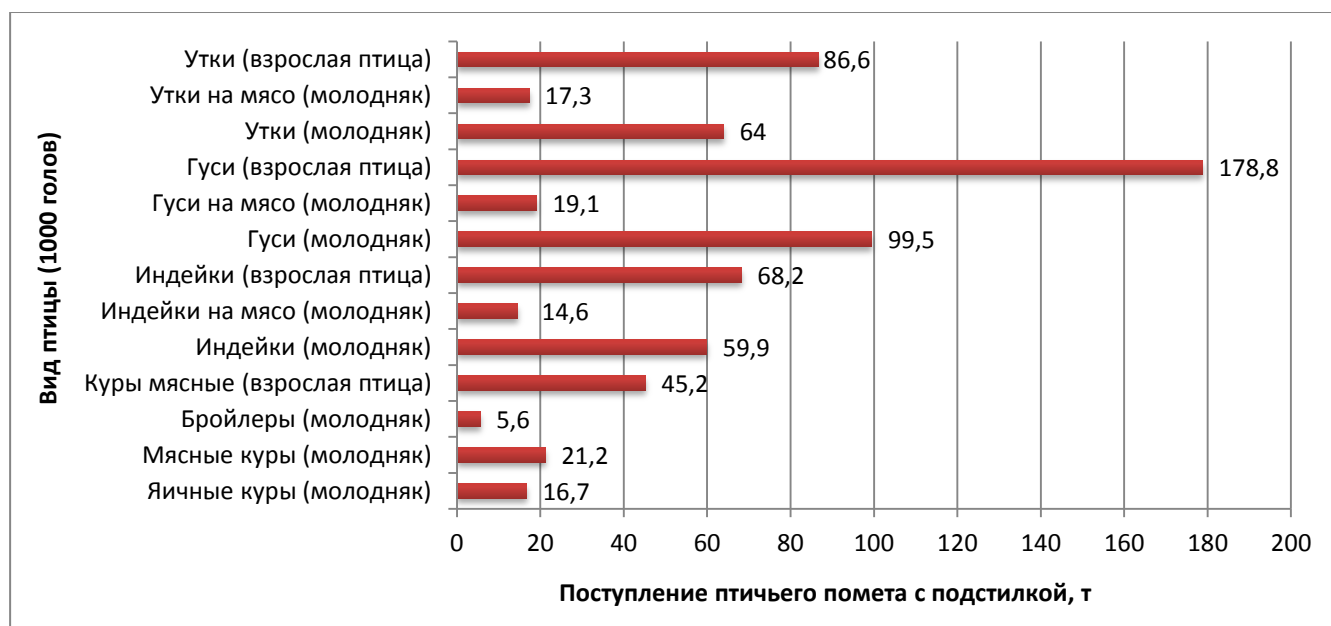


Рисунок 1.3.1 – Поступление помета подстилкой при напольном содержании птицы (Лысенко В. П., 1998)

Наибольшее количество птичьего помета с подстилкой получают при выращивании гусей, уток и индюков; при выращивании кур наибольший выход помета дают куры мясного направления. Продолжительность содержания

молодняка в среднем составляет около 27 недель, взрослой птицы – 32 дня.

Подстилочный помет имеет более низкую влажность – от 18 до 45-60%, является сыпучим по консистенции (Титова В.И., Седов Л.К., Дабахова Е.В., 2004; Технологии и технические средства..., 2011), что делает его более удобным для транспортировки и заделывания в почву. Также этот вид помета отличается высокой степенью гумификации (Лях Т. Г., 2015). Использование подстилочных материалов уменьшает влажность и количество выделяющихся газов в птичниках, уничтожает паразитов, а также способствует консервации питательных элементов в помете.

Бесподстилочный (нативный) помет составляет около 60% всего поступающего помета в России (Птичий помет..., 2015). Поступление помета в зависимости от вида и возраста птицы при клеточном содержании составляет (Лысенко В. П., 1998; Использование птичьего помета..., 2013):

- от взрослых кур – 150-160 г/сутки, от молодняка кур – 100-110 г/сутки;
- от индеек взрослых – 260 г/сутки, от молодняка индеек – 231 г/сутки;
- от гусей взрослых – 392 г/сутки, от молодняка гусей – 200 г/сутки;
- от уток взрослых – 340 г/сутки, от молодняка уток – 280 г/сутки.

Нативный помет имеет более высокую влажность по сравнению с подстилочным пометом, что влияет на его консистенцию: 93-97% – жидкий помет, до 93% – полужидкий помет, 60-75% – твердый помет (Кудряшов В.Л., 2016). Помет высокой влажности содержит меньше питательных веществ, обладает сильным специфическим запахом.

По своему химическому составу птичий помет содержит макро- и микроэлементы (Титова В.И., Седов Л.К., Дабахова Е.В., 2004; Минеев В. Г., 2004; ГОСТ 31461-2012), аминокислоты (Технологии и технические средства..., 2011), витамины (Кудряшов В. Л., 2016).

Содержание питательных элементов в помете различных видов птиц неодинаково (рисунок 1.3.2):

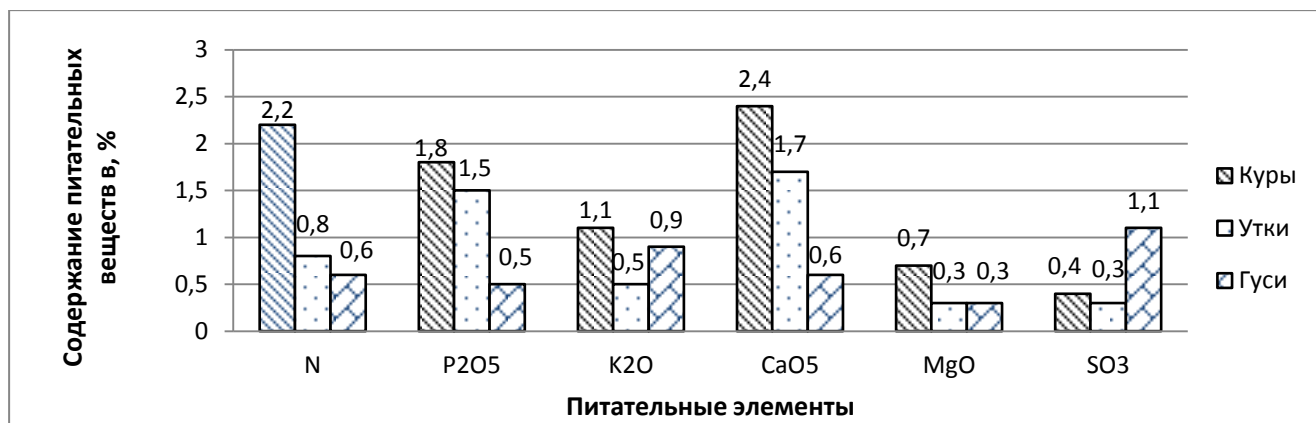


Рисунок 1.3.2 – Содержание питательных элементов в птичьем помете различных видов птицы, % от сырой массы (Агрохимия, 1989)

Наибольшее количество макроэлементов в птичьем помете содержится в помете кур. Валовое содержание азота (N) в курином помете в 2,8 раза превышает содержание азота в помете гусей, в 3,7 раза – уток. Азот в помете содержится большей частью в виде мочевой кислоты, которая составляет 3-3,2% птичьего помета (Лазуревский Г. В., Терентьева И. В., Шамшурин А. А., 1961; Гетероциклические..., 1964). Мочевая кислота под действием бактерий разлагается до мочевины (карбамида), затем до углекислого аммония, который впоследствии превращается в аммиак. Потери азота в свежем помете могут достигать 30-60% (Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Попов П. Д., 1988; Агрохимия, 1989).

Содержание фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) близко по значениям в помете кур (1,8%) и уток (1,5%), наименьшая концентрация фосфора в гусяном помете – в 3,6 меньше, чем в курином и в 3 раза меньше, чем в утином. Фосфор в птичьем помете в большей мере представлен органическими соединениями, которые слабо закрепляются в почве и, тем самым, становятся более доступными для растений (Титова В.И., Седов Л.К., Дабахова Е.В., 2004).

Содержание калия в помете ниже, чем азота и фосфора. По содержанию калия (K<sub>2</sub>O) близкими по значениям являются помет кур (1,1%) и гусей (0,9%), помет уток содержит 0,5% калия. Так как содержание K<sub>2</sub>O в помете невысокое, то



в почву дополнительно вносят калийные удобрения (Васильев В. А., Филиппова Н. В., 1988).

Куриный помет также отличается меньшим содержанием влаги (56%) против 60% влажности утиного и 80% гусиного помета, что связано с особенностями кормления птицы.

В составе птичьего помета также в микродозах содержатся элементы: Zn – 0,004-0,056%, Fe – 0,01-0,04%, Mg – 0,019-0,044%; Mn – 0,005-0,01%; Cu – 0,0025-0,0094% (Кочиш И. И., Петраш М. Г., Смирнов С. Б., 2004; Технологии..., 2011; Гриценко В. Л., 2007). Значительная часть элементов питания в птичьем помете находится в водорастворимой легкодоступной для растений форме (Минеев В. Г., 2004).

В помете содержатся витамины (А, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, D, Е, К, РР), а также аминокислоты, необходимые для построения белков (Водолажченко С. А., 2005; Лысенко В. П., 1998; Кудряшов В.Л., 2016).

Помет является источником различных бактерий (нитрифицирующих, денитрифицирующих, термофильных), возбудителей болезней (сальмонеллы, кишечной палочки, протей), плесневых грибов, дрожжей (Лысенко В. П., 1998; Лысенко В. П., 2014; Седых В. А., Норовсурэн Ж., Филиппова А.В., 2011).

Благодаря многокомпонентному составу и свойствам птичий помет может использоваться в качестве источника сырья для производства органических удобрений. Это позволит восполнить отчужденные растениями с урожаем микро- и макроэлементы; обеспечить растения углекислотой, которая способствует улучшению воздушного питания растений, образованию подвижных форм фосфора (Михайлова Л. А., 2015; Брюханов А.Ю., Шалавина Е.В., 2015; Мерзлая Г. Е., 2005; Агрохимия, 1989). Систематическое применение органических удобрений также способствует снижению кислотности почвы (Семендяева Н. В., 2011; Михайлова Л. А., 2015); улучшению ее буферности, влагоемкости, скважности, водопроницаемости (Органические удобрения..., 1984; Минеев В. Г., Применение органических..., 2015; Агрохимия, 1989).

Органические удобрения на основе птичьего помета имеют богатую микрофлору, которая усиливает биологическую активность почвы, способствует минерализации и гумификации органических остатков (Михайлова Л. А., 2015; Хабаров А. В., Яскин А. А., 2001).

Положительное влияние птичьего помета на почву и растения рассматривалось в работах многих исследователей: Бачило Н. Г. (1972); Пунды Н. А. (1985), Лозановской И. Н. (1987), Орлова Д. С. (1987), Попова П. Д. (1988), Черкасова А. Н. (1992), Белякова А. Н., (2000); Лысенко В. П. (1998, 2007, 2013), Тюрина В. Г. (2007), Чекаева Н. П. (2009), Понятовского Ф. А. (2006), Фисинина В. И. (2011), Манашова Д. А. (2015), Агафонова Е. В. (2015), Каменева Р. А. (2015), Мельника В. А. (2013), Титовой В. И. (2002, 2004), Седова Л. К. (2004), Дабаховой Е. В. (2004), Трифонова А. Ю. (2001), Новожилова И. А. (2004), Путинцевой Н. Ю. (2006), Попова А. В. (2010), Лицукова С. Д. (2012), Титовской А. И. (2012), Глуховченко А. Ф. (2012), Карабутова А. П. (2012), Абитовой Б. К. (2013), Новичихина А. М. (2015), Гончарова Г. В. (2015), Каскина К. К. (2015), Рябкова В. В. (2015), Анисимова Т. Ю. (2015), Балюнова Е. А. (2015), Скрыльник Е. В. (2016), Товстого Ю. Н. (2016), Сёмина И. В. (2016) и др.

Птичий помет можно вносить практически под любые культуры: зерновые, пропашные, овощные, однолетние и многолетние травы и др. Рассмотрим некоторые результаты исследований применения птичьего помета.

Опыты с озимой пшеницей на среднесуглинистых обыкновенных черноземах (исследования А.М. Новичихина, Г.В. Гончарова, Е.А. Балюнова, 2015) показали прибавку урожайности от 2,1 до 4,1% при внесении сухого гранулированного помета в различных дозах. При этом максимальная доза внесения 1000 кг/га гранулированного помета дала минимальную прибавку урожайности – 2,1%, и наоборот, минимальная доза сухого помета 300 кг/га, способствовала получению максимальной урожайности.

В работе К. К. Каскина, В. В. Рябкова, Т. Ю. Анисимовой (2015) отмечается повышение урожайности ячменя на 21-27,8% при внесении птичьего помета в дозе 8 т/га, а также отмечено положительное последствие птичьего помета на

посевах тритикале, урожайность которого увеличилась с 14,8 ц/га до 19,7-21,4 ц/га.

Применение перепревшего индюшиного помета на черноземах обыкновенных под подсолнечник, изученное в работе Агафонова Е. В., Каменева Р. А., Манашова Д. А. (2014), выявило максимальную прибавку урожайности подсолнечника 53% при внесении помета в дозе 15 т/га при проведении дискования и 52% – при вспашке.

В работе А. В. Беззубцева и А. Г. Шмидта (2013) отмечается значительное увеличение урожайности яровой мягкой пшеницы (на 61-62%) при ежегодном внесении птичьего помета в дозе 30-31 т/га на черноземах обыкновенных; при разовых внесениях помета прирост урожайности меньше – 37,4-38,7%.

Попов А. В (2010; 2011), Золотухин А. И. (2010) отмечали, что применение сухого гранулированного помета под посевы озимой пшеницы на темно-каштановых почвах в дозах 3,6 и 5,4 т/га приводят к улучшению качества зерна, содержание белка в зерне увеличилось в 1,6-1,7 раза.

Исследования Степанова А. И., Федорова А. Я., Прибылых Е. И., Иванова Э. И. (2011) показали наибольшую прибавку (43,8%) урожайности клубней картофеля на мерзлотных почвах центральной Якутии при применении в качестве удобрения навозно-пометного компоста в дозе 40 т/га+NPK<sub>90</sub> (по сравнению с навозно-пометно-опилочным компостом и навозно-пометно-опилочной смесью с дополнительным обогащением биопрепаратом).

Скрыльник Е. В., Товстый Ю. Н. (2016) в опытах на черноземе оподзоленном с нативным пометом кур и компостом из помета с добавлением соломы и подсолнечной лузги определили, что применение птичьего помета в дозе 10 т/га под посевы кукурузы на зеленую массу снижает подвижность гумуса в почве и улучшает процессы разложения и гумификации.

Увеличение урожайности при использовании помета и компоста на базе помета на черноземах типичных тяжелосуглинистых в Белгородской области при различных способах обработки почвы отмечали Лицуков С. Д., Титовской А. И, Глуховченко А. Ф., Карабутова А. П. (2012). Наибольшая прибавка урожайности

(+20,2%) наблюдалась при вспашке (по сравнению с безотвальной и мелкой обработкой), которая составила при внесении органо-минеральной смеси из 20 т/га помета и  $N_{60}$  при посеве.

Опыты Кураченко Н. Л., Ульяновой О. А., Луганцева М. В., Бабаева М. В. (2008) выявили достоверную прибавку урожайности яровой пшеницы 0,5-0,7 т/га с пометом в дозе эквивалентной содержанию  $N_{52}$  на черноземе выщелоченном.

Исследования Патрина М. А. по изучению влияния сухого гранулированного помета под посевы озимой пшеницы подтвердили увеличение урожайности на 0,47-0,55 т/га при дозе внесения помета 1,2 т/га; повышение уровня гумуса почвы с 1,6% до 5,4%; нитрификационной способности почвы с 6,6 мг/кг почвы до 9,6 мг/кг (Патрин М. А., 2009).

В работе Понятовского Ф. А. рассматривалось влияние птичьего помета кур на подстилке из подсолнечной лузги на черноземах обыкновенных под посевы сахарной свеклы. Было выявлено повышение биологической активности почвы на участках с внесением помета, повышение выделения углекислого газа. Также отмечено с ростом дозы внесения помета (до 120-150 кг/га) происходило увеличение подземной и надземной части растений, в большую сторону изменилось содержание питательных веществ в растениях (Понятовский Ф. А., 2006).

Трифонов А. Ю. в опытах с птичьим пометом установил, что наибольшая урожайность кормовых культур получена после 3-4 лет внесения помета в почву, средняя урожайность по годам увеличилась на 11%. Помет повлиял на содержание тяжелых металлов – увеличилось содержание кадмия, свинца и меди, но не оказал большого влияния на содержание в растениях питательных элементов (Понятовский Ф. А., 2006).

Таким образом, многочисленные исследования доказывают положительное влияние птичьего помета, компостов и смесей на его основе на урожайность сельскохозяйственных культур. Дозы вносимого птичьего помета подбираются в зависимости от вида и потребностей растений в питательных веществах, выноса элементов культурой, планируемого урожая, почв, вида помета. Наибольшие дозы

подстилочного помета вносятся под кукурузу (50-70 т/га), картофель (40-50 т/га), меньше – под зерновые (20-25 т/га), однолетние травы (20-40 т/га). Аналогичное соотношение доз внесения отмечается для бесподстилочного навоза: под озимые зерновые 0,12-0,14 т/га, под картофель 0,12-0,20 т/га, под кукурузу 0,24-0,32 т/га, под многолетние злаковые и бобово-злаковые смеси 0,24-0,32 т/га, под однолетние травы – 0,12-0,13 т/га (ГОСТ Р 53117-2008).

Сроки внесения птичьего помета также могут быть различными: весеннее допосевное, предпосевное или рядковое внесение удобрений, осеннее внесение удобрений под зяблевую вспашку, летнее – под паровые поля; в качестве подкормки (послепосевное). В зимний период помет не вносят, чтобы избежать потерь питательных веществ при таянии снега (Основы агрономии, 2003; Мязин Н. Г., 2009). Сроки внесения также зависят от способов их использования.

## ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Характеристика объекта исследования

Исследования проводились в Зональном районе Алтайского края на землях сельскохозяйственного производственного кооператива (СПК) «Агродар». Территория Зонального района находится в юго-восточной части края, в правобережной зоне реки Оби, которая представляет собой плоско-увалистую равнину с сильно разветвленной речной, балочной и овражной сетью (Агроклиматические ресурсы..., 1971; Решение..., 2012; Тиньгаев А. В., и др., 2015). Зональный район относится к Бие-Чумышской природной зоне. Почвообразующими породами на данной территории служат средние и легкие лёссовидные суглинки. Преобладающими почвами района являются выщелоченные суглинистые среднегумусные среднемоштные черноземы; на склонах грив, холмов – маломощные легкосуглинистые выщелоченные черноземы; по днищам балок, ложбин, речным долинам – лугово-черноземные почвы, в местах с большим увлажнением – лугово-болотные почвы (Почвы Алтайского края, 1959). Средневзвешенное содержание элементов питания в пахотных почвах Зонального района Алтайского края составляет: рН – 5,3, гумус – 4,9%,  $P_2O_5$  – 176 мг/кг,  $K_2O$  – 103 мг/кг,  $N-NO_3$  – 7 мг/кг (Мониторинг..., 2012).

Объектом исследования является технология почвенной утилизации птичьего помета в лесостепной зоне Алтайского Приобья.

В работе проводились исследования по утилизации помета кур клеточного содержания с откормочных площадок ЗАО «Алтайский бройлер» на черноземах оподзоленных. Подробная *характеристика птичьего помета* представлена в главе 4 данной работы.

#### *Характеристика почвы*

Почва – чернозем оподзоленный маломощный среднегумусный, среднесуглинистый, слабо (средне) смытый (по данным д.с.-х.н. Пивоваровой Е.Г.).

Макрорельеф участка – слабоволнистая равнина, мезорельеф – склон юго-восточной экспозиции, микрорельеф – ровный. Проявление эрозии на участке не выражено. Крутизна склона 2-3°, протяженность поля с северо-востока на юго-запад  $\approx 0,9$  км, с северо-запада на юго-восток  $\approx 2,3$  км.

Результаты химического анализа почвы представлены в таблице 2.1.1:

Таблица 2.1.1 – Агрохимический анализ почвы из почвенного разреза, 2014 г.

Наименование показателей	Глубина взятия образца, см					
	0-8	8-20	20-32	32-72	72-97	97 и более
pH солевая	5,2	5,1	5,0	4,8	4,75	4,8
pH водная	6,7	6,9	6,9	7,0	7,1	7,2
Массовая доля подвижного фосфора, мг/кг	227,5	259,26	318,65	354,1	328,32	351,87
Массовая доля подвижного калия, мг/кг	119,8	81,98	60,34	69,98	50,09	43,82
Содержание гумуса, %	4,6	4,7	4,2	0,1	Не обн.	Не обн.
Азот общий, %	0,187	0,165	0,162	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Фосфор общий, %	0,188	0,188	0,188	0,144	0,192	0,136
Калий общий, %	2,27	2,27	2,4	2,5	2,27	2,4

Пахотный слой почвы (0-20 см) характеризуется нейтральной реакцией среды (pH водная 6,7-6,9), высоким содержанием подвижного фосфора (227,5-259,26 мг/кг), повышенным содержанием обменного калия (81,98-119,8 мг/кг).

Содержание азота и фосфора в почве в горизонте 0-20 см сопоставимо с общими данными по содержанию валовых форм для черноземов оподзоленных средней лесостепи на Бие-Чумышской равнине – менее 0,2% и 0,1% соответственно (Бурлакова Л. М., Рассыпнов В. А., 1990).

Почва характеризуется средним содержанием гумуса в слое 0-20 см (4,6-4,7%). Содержание гумуса вниз по почвенному профилю снижается с 4,6-4,7% до 4,2% в слое 0-32 см, практически отсутствует в нижних слоях (от 0,1% и менее). Гумусовый горизонт участка является маломощным (около 32 см). Гумусовый горизонт содержит кремнеземистую присыпку, которая придает горизонту белесоватый оттенок.

Содержание гумуса в почве опытного участка со временем снижается: в 2005 г. количество гумуса в пахотном слое составляло 6,5%, в 2011 г. – 6,4%

(Агрохимическое обследование почв..., 2012; Тиньгаев А. В., Малютина Л. А., 2016). Процесс дегумификации почвы говорит о некомпенсируемой минерализации гумуса, что может быть связано с обработкой почвы без использования органических удобрений, преобладанием в севообороте зерновых и пропашных культур (Снакин В. В., 2000; Куликова Е. В., 2006).

Сложение профиля в верхнем слое (0-8 см) рыхлое (плотность менее 1 г/см<sup>3</sup>), ниже по профилю – уплотненное (плотность 1,2-1,3 г/см<sup>3</sup>) (приложение 1). Плотность почвы в пределах 1,3 г/см<sup>3</sup> в горизонтах А<sub>пах</sub>-АВ является оптимальной для черноземов среднесуглинистых для большинства растений (Вальков В. Ф. и др., 2004; Терпелец В. И., Слюсарев В. Н., 2010).

По гранулометрическому составу, согласно классификации Качинского Н. А. (1965), почва является среднесуглинистой – сумма почвенных фракций менее 0,01 мм составляет от 29,96 до 38,48% (таблица 2.1.2).

Таблица 2.1.2 – Механический состав почвы опытного участка по генетическим горизонтам, 2014 г.

№ п/п	Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций (% от абсолютно-сухой почвы)						
			1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	сумма фракций менее 0,01 мм
1	А <sub>пах</sub>	0-8	1,17	28,75	34,92	11,04	11,48	12,64	35,16
2	А	8-20	0,22	35,30	32,72	9,00	10,80	11,96	31,76
3	АВ	20-32	0,14	30,38	39,52	7,64	10,00	12,32	29,96
4	В	32-72	0,10	32,30	33,76	5,12	8,24	20,48	33,84
5	ВС	72-97	2,98	17,98	40,56	5,96	9,8	22,72	38,48
6	С	97 и более	0,78	18,66	45,64	6,60	7,96	20,36	34,92

По размеру преобладающих фракций почва опытных участков является песчано-крупнопылевой: песок мелкий (размер фракций 0,25-0,05 мм), составляет в слое 0-20 см в среднем 32,03% и пыль крупная (размер фракций 0,05-0,01мм) – 33,82%. Данные фракции близки по минералогическому составу и обладают схожими характеристиками: не набухают (или слабо набухают), не пластичны, обладают невысокой поглотительной способностью (Терпелец В. И., Слюсарев В. Н., 2010).



Гранулометрический показатель структурности, показывающий соотношение различных механических фракций, составляет 53,5%, что говорит «о потенциальной способности почвы к оструктуриванию» (Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А., 1986; Терпелец В. И., Слюсарев В. Н., 2010)

Почва опытного участка по результатам анализа водной вытяжки классифицируется как незасоленная согласно величине плотного (сухого) остатка, который варьирует в почвенном профиле от 0,059 до 0,087% (Мамонтов В.Г. и др., 2012) (таблица 2.1.3). Содержание солей в почве порога токсичности не превышает.

Таблица 2.1.3 – Результаты водной вытяжки почвы опытного участка по генетическим горизонтам, 2014 г.

Горизонт	Плотный остаток, %	рН водная	Анионы и катионы*								Сумма анионов и катионов, %
			CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
А <sub>пах.</sub>	0,080	6,7	0	0,0092	0,0052	0	0,0050	0,0012	0,0012	0,0004	0,0222
			0	0,150	0,15	0	0,250	0,100	0,05	0,01	
А	0,087	6,9	0	0,0092	0,0063	0	0,005	0,0012	0	0,0002	0,219
			0	0,150	0,18	0	0,250	0,100	0	0,005	
АВ	0,080	6,9	0	0,0076	0,0056	0,0005	0,003	0,003	0	0,0004	0,0174
			0	0,125	0,16	0,01	0,150	0,025	0	0,010	
В	0,059	7,0	0	0,0076	0,0063	0	0,005	0,0012	0	0,0002	0,0203
			0	0,125	0,18	0	0,250	0,100	0	0,005	
ВС	0,086	7,1	0	0,0079	0,0081	0	0,002	0,0036	0	0,0002	0,218
			0	0,130	0,23	0	0,100	0,300	0	0,005	
С	0,064	7,2	0	0,0070	0,0181	0,0150	0,0015	0,0009	0	0,0002	0,0427
			0	0,115	0,30	0,310	0,075	0,025	0	0,005	

\* в числителе содержание в %, в знаменателе – в мг-экв./100 г. почвы

Реакция почвы в слое 0-72 см нейтральная (рН 6,7-7,0), в слоях ниже 72 см – слабощелочная (рН 7,1-7,2) (Мамонтов В.Г. и др., 2012). По анионному составу почве преобладает содержание хлоридов (Cl<sup>-</sup>) и гидрокарбонатов (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>); по катионному составу – Ca<sup>+</sup> и Mg<sup>+</sup> с незначительным присутствием катионов Na<sup>+</sup> в слое 0-8 см, а также катионов K<sup>+</sup> по всему профилю.

Обеспеченность почвы подвижными формами микроэлементов различная: бором – высокая (1,54 мг/кг), молибденом и медью – средняя (0,121 и 0,43 мг/кг соответственно), марганцем и кобальтом – низкая (7,2 и 0,12 мг/кг

соответственно). Содержание валовых форм тяжелых металлов в почве находится в пределах допустимых значений и не превышают ПДК: Cu – 20,4 мг/кг, Co – 0,12 мг/кг, Zn – 51,2 мг/кг, Pb – 8,3 мг/кг, Cd – 0,27 мг/кг, Hg – 0,018 мг/кг (Агрехимическое обследование почв..., 2012).

Таким образом, рельеф опытного участка, состав, свойства почвы в целом являются оптимальными для выращивания типичных для данного района сельскохозяйственных культур и проведения полевых опытов. Также необходимо обратить внимание на начавшийся процесс деградации почвы, связанный со снижением гумуса в почве.

## **2.2 Методы проведения исследования**

Исследования в работе проводились с использованием общенаучных (эксперимент, гипотеза, наблюдение, анализ) и специальных методов (полевой, лабораторный) (Основы опытного дела..., 2009).

Агрехимические исследования почвы, птичьего помета, зерна пшеницы проводились на базе Научно-исследовательского института химизации и агроэкологии сельского хозяйства ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» и в аккредитованной испытательной лаборатории ФГБУ Центр агрохимической службы «Алтайский». Бактериологические и гельминтокопрологические исследования птичьего помета проведены КГБУ «Алтайская краевая ветеринарная лаборатория».

Лабораторные анализы почвы проводились по следующим показателям и методикам:

- определение гумуса почвы – по методу И. В. Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91);
- содержание валовых форм азота в почве определялось в соответствии с методикой ГОСТ 26107-84, фосфора и калия – по ГОСТ 26261-84;

- массовая доля подвижного фосфора и калия в почве – методом Ф. В. Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91);
- содержание нитратов почве – ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86);
- рН солевой вытяжки – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85); рН водной вытяжки – по ГОСТ 26423-85.
- анализ водной вытяжки по горизонтам почвенного разреза проводился по ГОСТ 26423-85-ГОСТ 26428-85.
- гранулометрический состав почвы по генетическим горизонтам почвенного разреза определялся методом Н. А. Качинского (Качинский Н. А., 1958);
- гранулометрический показатель структурности рассчитывался по методике, предложенной Вадюниной А. Ф. (Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А., 1986).

Анализ птичьего помета включал исследования:

- содержание общего азота (ГОСТ 26715-85), общего фосфора (ГОСТ 26717-85), общего калия (ГОСТ 26718-85);
- рН солевой и водной вытяжки в соответствии с методикой ГОСТ 27979-88;
- определение золы птичьего помета – ГОСТ 26714-85;
- определение влаги и сухого остатка птичьего помета – ГОСТ 26713-85;
- содержание тяжелых металлов – по Методическим указаниям по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства» (Методические указания..., 1992);
- бактериологические и гельминтокопрологические исследования на содержание гельминтов, яиц глистов, сальмонеллы.

Уровень влагообеспеченности вегетационных периодов определялся по гидротермическому коэффициенту (ГТК) Селянинова Г. Т. (Довлетярова Э.А. и др., 2008; Переведенцев Ю.П., 2011).

Оценка засоренности посевов яровой пшеницы сорняками осуществлялась глазомерно-численным методом кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА (Мазиров М. А., 2009).

Урожай яровой пшеницы оценивался по методике в изложении Доспехова Б. А. (Доспехов Б. А., 1985).

Оценка качества зерна пшеницы проведена в соответствии с требованиями:

- органолептические показатели по ГОСТ 10967-90;
- стекловидность – ГОСТ 10987-76;
- количества и качества клейковины – ГОСТ Р 54478-2011;
- содержание белка – ГОСТ 10846-91.

Расчет статистических показателей осуществлялся по методике в изложении Доспехова Б. А. (1985), Кравченко Н. С. (2011), Плохинского Н. А. (Алгоритмы биометрии, 1980) с использованием пакета анализа в программе MS Excel со специализированной надстройкой AgCStat (Гончар-Зайкин П.П., Чертов В. Г., 2003).

Информационно-логический анализ проведен с использованием программы «Alі» по методике в описании Бурлаковой Л. М., Рассыпнова В. А., Овцинова В. И. (Бурлакова Л. М., Рассыпнов В. А., 1990; Овцинов В. И., 2007; Рассыпнов В. А., 1987; Бурлакова Л. М., 1990).

Стационарные полевой и микрополевой опыты закладывались по методике, описанной Доспеховым Б. А. (1985).

### **Методика проведения полевого опыта**

Полевой опыт по изучению утилизации отходов птицеводства (птичьего помета) был проведен с 2014 по 2016 гг. на территории СПК «Агродар» Зонального района Алтайского края (рисунок 2.2.1).

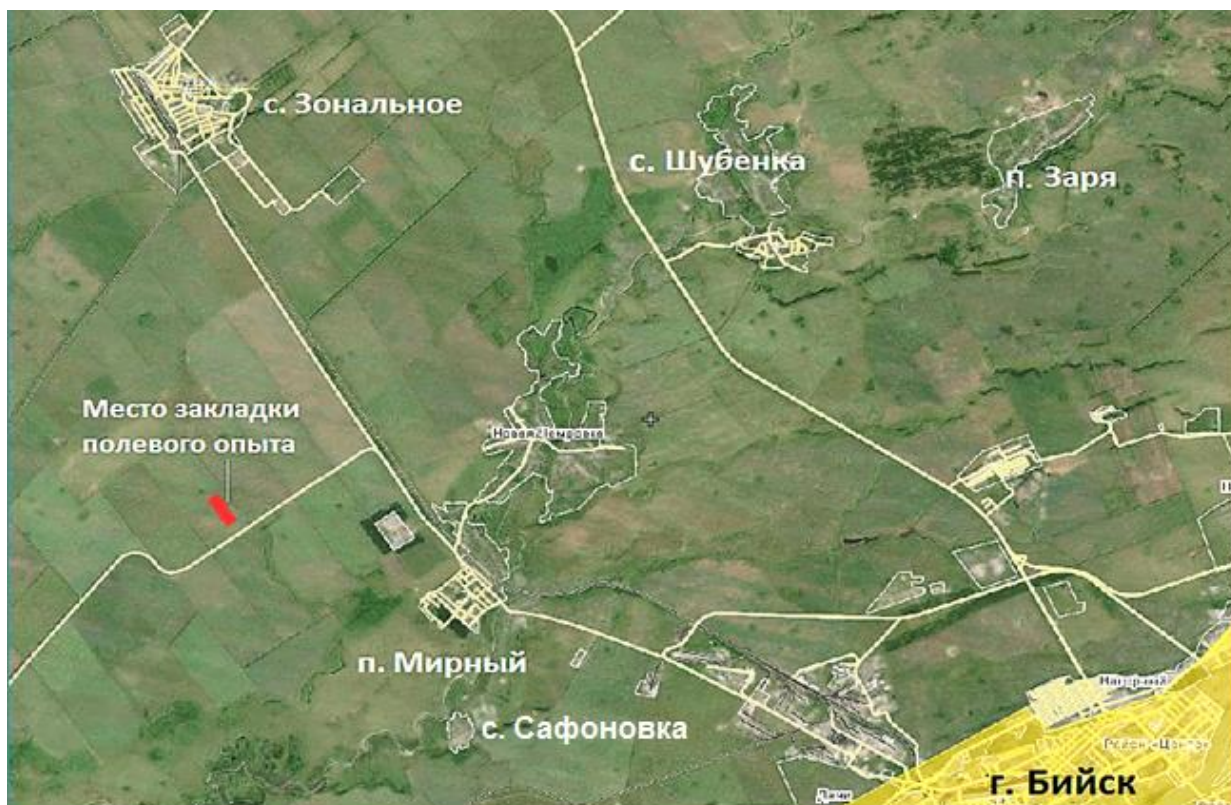


Рисунок 2.2.1 – Место расположения опытного участка, Зональный район Алтайского края (космический снимок по данным сайта <http://wikimapia.org>)

Полевой опыт закладывали в 5 вариантах и 3-х-кратной повторности.

Варианты полевого опыта:

- 1 вариант: внесение 5 т/га птичьего помета (ПП, 5 т/га)
- 2 вариант: внесение 10 т/га птичьего помета (ПП, 10 т/га)
- 3 вариант: внесение 15 т/га птичьего помета (ПП, 15 т/га)
- 4 вариант: внесение 20 т/га птичьего помета (ПП, 20 т/га)
- 5 вариант: контрольный (без внесения птичьего помета)

Способ размещения повторений – сплошной; метод размещения вариантов – систематический. Площадь делянок составила  $50 \text{ м}^2$ ; размер –  $5 \times 10 \text{ м}$ ; форма – прямоугольная; направление делянок – длинной стороной перпендикулярно к лесополосе.

Защитные полосы: между делянками – 3 м, между повторностями – 3 м, концевые защитные полосы – 3 м, между лесополосой и делянками – 30 м, расстояние до дороги – 300 м (рисунок 2.2.2).



Рисунок 2.2.2 – Общая схема полевого опыта

Полевой опыт был заложен с яровой мягкой пшеницей сорта «Омская 28». Сорт среднепоздний (вегетационный период 82-104 дня), устойчив к полеганию, обладает средней засухоустойчивостью. Сорт включен в список сортов сильной пшеницы (по данным Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений).

Предшественник – соя. Сев пшеницы произведен в 2014 г. 16 мая, в 2015 г. – 17 мая, в 2016 г. – 16 мая. Норма высева семян составила 3,5-4 млн. шт./га.

Семена пшеницы обрабатывались перед посевом комплексным фунгицидным протравителем семян зерновых культур «ВиалТрасТ» (0,4 л/т семян) и стимулятором роста «Гуминатрин» (2 л/т семян). Посевы обрабатывались в фазе кущения гербицидом системного действия для зерновых культур «Триатлон М» (200 л/га).

В полевом опыте применялся перепревший в бурте в течение 12 месяцев смешанный птичий помет от разновозрастных кур с откормочных площадок с клеточным содержанием ЗАО «Алтайский бройлер». Ранее на данном участке органические удобрения не применялись.

Птичий помет из бурта к месту расположения делянок доставляли в день закладки опыта в мешках (рисунок 2.2.3).

Помет на делянки вносился поделяночно перед посевом культуры вручную. Помет отвешивался на поле десятичными весами и в ведрах переносилось на опытные делянки. Перед внесением птичий помет перемешивался до однородности по структуре, степени разложения, влажности.



Рисунок 2.2.3 – Закладка полевого опыта, 2014 г.

Заделка птичьего помета в почву проводилась механизированным способом на следующий день после внесения средствами фермерского хозяйства.

Птичий помет в первый год исследования вносили на всю площадь делянок. Во второй и третий годы исследования делянки были разделены на 2 части (рисунок 2.2.4).

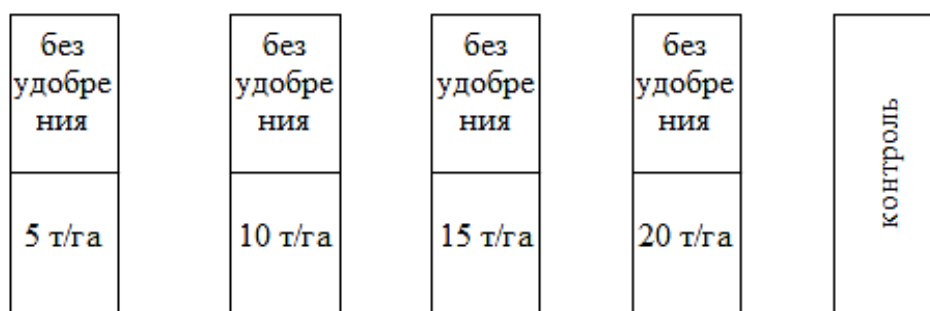


Рисунок 2.2.4 – Схема разделения делянок для изучения действия и последствия птичьего помета

В одну часть помет вносили по норме, во вторую часть не вносили с целью изучения влияния последствий птичьего помета, внесенного в первый год, на урожайность.

Посев осуществлялся механизированным способом средствами фермерского хозяйства. Норма высева семян 3,5-4 млн. шт./га. Посев производился поперек делянок.

В течение вегетации производились замеры в фазах выхода в трубку и созревания (перед уборкой урожая). Также измерялась высота растений, количество растений на делянке, оценивалась засоренность посевов.

Уборка урожая проводилась в фазе полной спелости зерна. Учет урожая осуществлялся методом учета пробных площадок. Каждая делянка проходила по диагонали рамками со стороной по 0,5 м. Снопья срезались вручную серпами, перевязывались, маркировались, помещались в мешки для транспортировки. Снопья просушивались при естественной температуре воздуха. Обмолот просушенных снопов проводился вручную. После обмолота определялась масса зерна, а также разница между массой снопа до обмолота и массой зерна.

### **Методика проведения микрополевого опыта**

Микрополевой опыт по изучению утилизации отходов птицеводства (птичьего помета) проведен в 2015-2016 гг. параллельно с полевым опытом. Микрополевой опыт был заложен в 6 вариантах и 3-х-кратной повторности. Варианты полевого опыта:

- 1 вариант: внесение 30 т/га птичьего помета (ПП, 30 т/га),
- 2 вариант: внесение 40 т/га птичьего помета (ПП, 40 т/га),
- 3 вариант: внесение 60 т/га птичьего помета (ПП, 60 т/га),
- 4 вариант: внесение 90 т/га птичьего помета (ПП, 90 т/га),
- 5 вариант: внесение 120 т/га птичьего помета (ПП, 120 т/га),
- 6 вариант: контрольный (без внесения птичьего помета).



Способ размещения повторений – сплошной; метод размещения вариантов – систематический. Площадь делянок в микрополевым опыте составил  $1 \text{ м}^2$ ; размер делянок –  $1 \times 1 \text{ м}$ ; форма делянок – квадратная (рисунок 2.2.5):

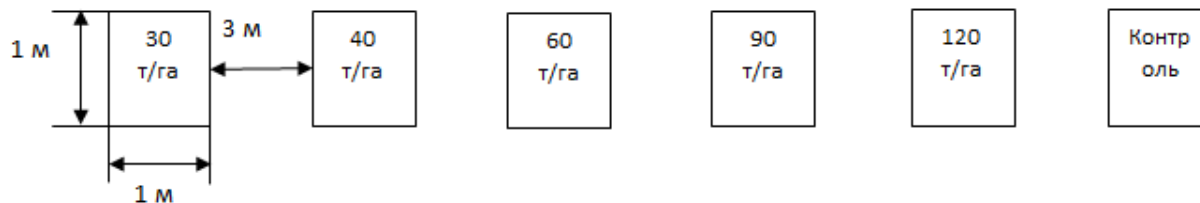


Рисунок 2.2.5 – Схема размещения делянок микрополевого опыта одной повторности

Защитные полосы между делянками составляли 3 м, между повторностями – 3 м, концевые защитные полосы – 3 м, расстояние от дороги до первой делянки – 300 м.

В микрополевым опыте использовались та же культура, птичий помет, технология обработки почвы, заделки в почву, технологии сева, обработки посевов, уборки урожая и его учет, что и в полевым опыте.

В первый год проведения микрополевого опыта птичий помет вносился на все делянки в соответствии с вариантами опыта. Во второй год исследования помет внесен в вариантах ПП, 30 т/га, ПП, 40 т/га, ПП, 60 т/га. В вариантах ПП, 90 т/га и ПП, 120 т/га птичий помет не вносился с целью изучения влияния последствий помета, внесенного в предыдущий год.

### 2.3 Погодно-климатические условия

По агроклиматическому районированию территория Зонального района Алтайского края относится к умеренно теплому увлажненному подрайону. «Сумма температур воздуха за период с температурой выше  $10^\circ$  составляет 1800-

2000°, а сумма осадков за этот же период – 225-250 мм, ГТК=1,4-1,2». (Агроклиматические ресурсы Алтайского края, 1971) В зимний период продолжительность безморозного периода составляет 125-130 дней. Для территории характерны раннеосенние и поздневесенние заморозки. Средняя температура января минус 18°C, июля плюс 19°C. Абсолютный минимум температур в зимний период составляет от минус 50°C до минус 54°C. Высота снежного покрова колеблется от 40 до 65 см, средняя глубина промерзания почвы 170 см, максимальная глубина промерзания – более 180 см. Среднегодовое количество осадков составляет 450-550 мм (Агроклиматические ресурсы Алтайского края, 1971; Агрохимическое обследование почв., 2012).

Погодные условия вегетационных периодов 2014-2016 гг. полевого опыта характеризуются данными метеостанции Бийск Зональная (Россия, WMO ID=29939). Средние многолетние значения температуры и осадков приведены по данным справочника по климату (Научно-прикладной справочник..., 1993).

Средняя температура воздуха по месяцам вегетационного периода 2014 г. была выше среднего многолетнего значения (кроме мая). Сумма температур за период выше среднемноголетней суммы температур на 1,1°C. В мае и июне 2014 г. наблюдались заморозки до минус 4,7°C и минус 1,4°C соответственно. Максимальная температура зарегистрирована в июле – плюс 36,5°C (рисунок 2.3.1, приложение 2).

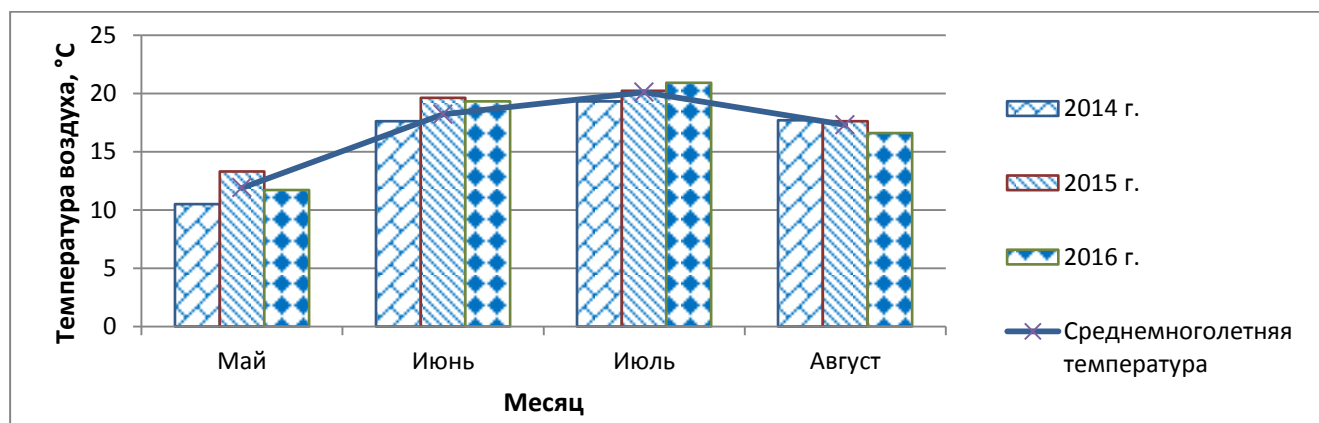


Рисунок 2.3.1 – Средняя температура воздуха за вегетационный период яровой мягкой пшеницы, 2014-2016 гг. (по данным метеостанции Бийск Зональная)

Вегетационный период 2015 г. в Зональном районе являлся более теплым по сравнению с 2014 г. и относительно среднемноголетних температур. Сумма температур за вегетационный период в 2015 г. на  $5,6^{\circ}\text{C}$  превысила значение 2014 г. и на  $6,7^{\circ}\text{C}$  – среднее многолетнее. Заморозки в 2015 г. наблюдались в мае до минус  $1,7^{\circ}\text{C}$ . Максимальная температура плюс  $32,2^{\circ}\text{C}$  за вегетационный период 2015 г. зарегистрирована в июле.

Для вегетационного периода 2016 г. характерно превышение среднемноголетних температур по всем месяцам вегетационного периода. Сумма температур воздуха за вегетационный период превысила на  $4,5^{\circ}\text{C}$  среднемноголетний показатель. Минимальная температура минус  $5,5^{\circ}\text{C}$  за вегетационный период 2016 г. наблюдалась в мае, максимальная температура плюс  $31,1^{\circ}\text{C}$  – в июне 2016 г.

За исследуемый период наблюдалось различное обеспечение влагой (рисунок 2.3.2, приложение 2).

Согласно средним многолетним значениям наибольшее количество осадков в Зональном районе характерно для июля, наименьшее – для августа. Осадки часто выпадают в виде ливня и не полностью используются растениями.

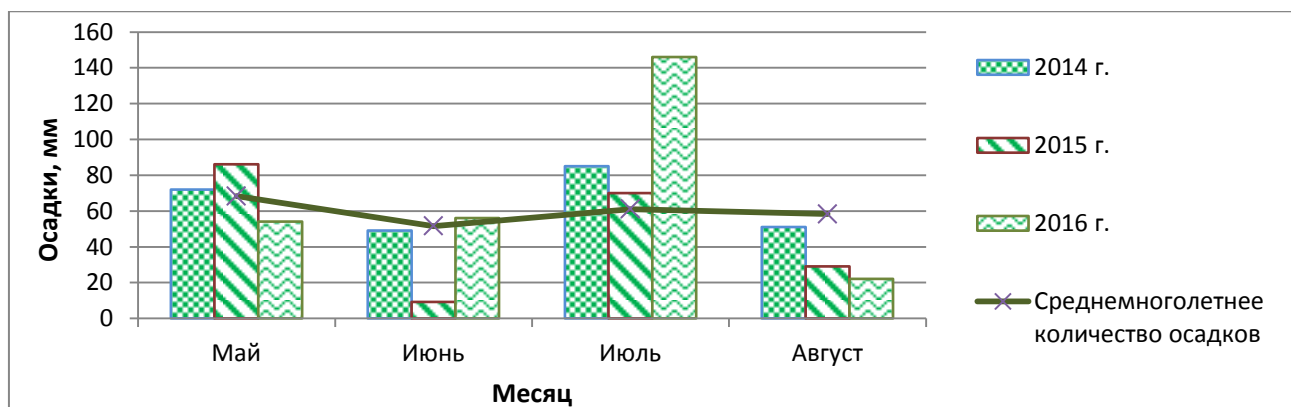


Рисунок 2.3.2 – Количество осадков за вегетационный период яровой мягкой пшеницы, 2014-2016 гг. (по данным метеостанции Бийск Зональная)

За вегетационный период 2014 г. было зарегистрировано превышение средних многолетних значений осадков в мае на 16 мм, в июле – на 10 мм. В июне

и августе 2014 г. наблюдался дефицит осадков – 17 мм и 13 мм соответственно. Общая сумма осадков за вегетационный период 2014 г. была ниже нормы на 4 мм.

За вегетационный период 2014 г. было зарегистрировано превышение средних многолетних значений осадков в мае на 16 мм, в июле – на 10 мм. В июне и августе 2014 г. наблюдался дефицит осадков – 17 мм и 13 мм соответственно. Общая сумма осадков за вегетационный период 2014 г. была ниже нормы на 4 мм.

В 2015 г. наблюдалось снижение обеспеченности осадками за вегетационный период в сумме на 66,8 мм. При этом в мае наблюдалось превышение нормы на 30 мм, а в июне 2015 г. отмечен острый недостаток влаги количество осадков за месяц составило 9,2 мм, что в 7 раз меньше нормативного значения. Обеспеченность осадками ниже нормы также отмечалась в июле и в августе на 5 и 35 мм соответственно.

Для вегетационного периода 2016 г. характерно недостаточное обеспечение влагой в мае и августе относительно среднемноголетнего значения на 14,3 и 36,3 мм соответственно. Недостаток влаги в мае замедляет прорастание семян и ослабляет всходы. В июне и июле 2016 г., напротив, количество выпавших осадков превысило среднемноголетнее значение на 4,4 и 84,9 мм соответственно. Значительное количество осадков выпало в июле 2016 г. – 146 мм, из них 60% – осадки интенсивностью от 13 до 33 мм, выпавшие за 4 дня. Повышенное обеспечение осадками оказало влияние на полегание посевов.

Уровень влагообеспеченности вегетационных периодов характеризует гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова Г. Т. (Довлетярова Э.А. и др., 2008; Переведенцев Ю.П., 2011) (рисунок 2.3.3, приложение 3).

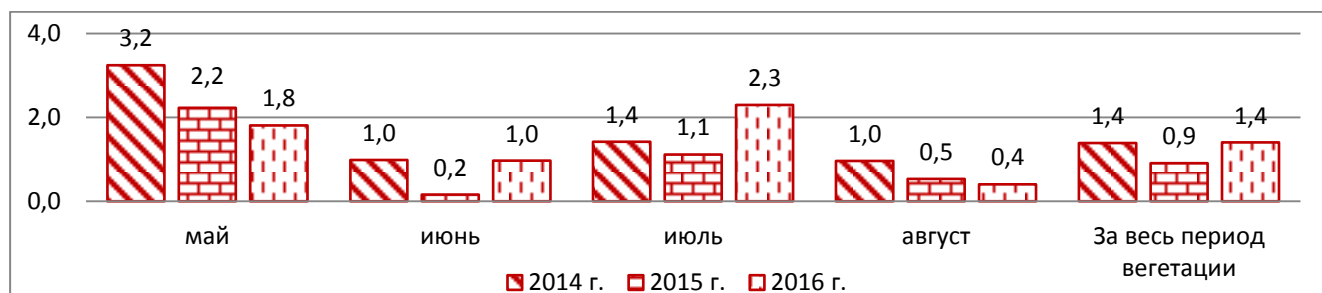


Рисунок 2.3.3 – Гидротермические коэффициенты за вегетационный период яровой мягкой пшеницы, 2014-2016 гг.

Согласно классификации уровней влагообеспеченности, предложенной Зоидзе Е.К. и Хомяковой Т.В. (2006) по значениям ГТК, вегетационный период 2014 г. в целом характеризовался как достаточно обеспеченный влагой, 2015 г. – как недостаточно увлажненный, 2016 г. – достаточно увлажненный. При этом май за весь изучаемый период характеризовался как избыточно увлажненный (ГТК>1,5); июнь 2014 г. и 2016 г. – недостаточно увлажненный (ГТК в диапазоне от 0,76 до 1,00), июнь 2015 г. – сильно засушливый (ГТК в диапазоне от 0,2 до 0,39); июль в 2014-2015 гг. характеризовался как достаточно (оптимально) влагообеспеченным (ГТК от 1,1 до 1,4), июль 2016 г. – избыточно увлажненный (ГТК>1,5); август 2014 г. являлся недостаточно увлажненным (ГТК от 0,76 до 1,00), август 2015 г. и 2016 г. – очень низко обеспеченный влагой (средняя засуха). В среднем за период вегетации ГТК в 2014 г. и 2016 г. соответствовал норме для данного района (1,2-1,4), в 2015 г. был значительно ниже нормы.

## ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ И ПОДГОТОВКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

### 3.1 Характеристика птичьего помета

В полевом и микрополевым опытах был использован смешанный птичий помет от разновозрастных кур с откормочных площадок с клеточным содержанием птицы ЗАО «Алтайский бройлер». Птичий помет перед использованием предварительно был заложен в бург, расположенный на территории СПК «Агродар» Зонального района. Вывоз помета с территории площадок откорма, доставка, буртование осуществлялось средствами ЗАО «Алтайский бройлер». Пометный бург был заложен в 2013 г. Химический состав птичьего помета, использованного для закладки опытов, представлен в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1 – Химический состав перепревшего помета кур клеточного содержания ЗАО «Алтайский бройлер» (в пересчете на сухое вещество)

Наименование показателя	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее значение за 3 года
Влажность, %	66,3	50,0	53,46	56,59
Зольность, %	34,2	21,18	21,1	25,49
Органическое вещество, %	65,8	78,82	78,9	74,51
pH сол.	5,3	6,3	5,7	5,8
pH вод.	8,2	7,1	6,1	7,1
Азот общий, %	1,75	3,54	2,92	2,74
Фосфор общий, %	2,06	2,2	2,81	2,36
Калий общий, %	0,74	3,3	0,18	1,41

Птичий помет перед закладкой опытов был исследован по основным санитарно-бактериологическим показателям, которые показали отсутствие в помете сальмонелл (приложение 4), яиц личинок и взрослых форм гельминтов, что соответствует требованиям ГОСТ 31461-2012.

Снижение влажности птичьего помета с 66,3% до 53,46% изменило его консистенцию, повлияло на показатели кислотности: рН водной вытяжки изменилась от среднещелочного до слабокислого значения, рН солевой вытяжки – от слабощелочного до нейтрального значения. Разложение органического вещества во влажных условиях при низком обеспечении кислородом в бурте приводит к высвобождению ионов водорода, органических кислот, углекислого газа, взаимодействие которых также способствует повышению кислотности помета.

Содержание макроэлементов по мере перепревания помета в бурте изменялось. Максимальное содержание азота, фосфора и калия наблюдалось после двух лет буртования помета (2015 г.). На третий год буртования содержание общего азота сократилось в 1,2 раза, калия – в 18 раз, количество фосфора, напротив, увеличилось в 0,8 раза.

По мере перепревания помета изменилось содержание микроэлементов и тяжелых металлов (таблица 3.1.2):

Таблица 3.1.2 – Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в птичьем помете, мг/кг

Год	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd
2014 г.	182,95	1432,5	20,13	81,33	0,59	0,59
2016 г.	780,70	1048,0	51,10	110,10	1,37	0,36
Изменение (+/-)	+597,75	-384,5	+30,97	+28,77	+0,78	-0,23

За исследуемый период в помете кур увеличилось содержание цинка в 1,4 раза, свинца – в 2,3 раза, меди – в 2,5 раза; уменьшилось содержание кадмия в 0,6 раза. Содержание тяжелых металлов в птичьем помете не превышает ориентировочно допустимой концентрации этих элементов в почве (гигиенический норматив ГН 2.1.7.2511-09).

По мере перепревания в бурте также изменились физические и органолептические показатели помета.

Птичий помет после одного года перепревания в бурте (2014 г.) имел высокую влажность (66,3%), вязко-сыпучую консистенцию, отличался высокой плотностью и липкостью, обладал специфическим неприятным запахом, имел желто-коричневую окраску, был неоднородным по структуре (включал не перепревшие частицы перьев, опилок) (рисунок 3.1.1).



2014 г.

2015 г.

2016 г.

Рисунок 3.1.1 – Внешний вид птичьего помета из бурта

Высокая влажность создавала трудности при равномерном распределении помета по поверхности участка.

После двух лет перепревания в бурте (2015 г.) значительно сократилась влажность помета (до 50%), консистенция изменилась на сыпучую, снизилась интенсивность запаха, цвет помет приобрел преимущественно коричневый. В структуре также наблюдались не перепревшие до конца включения, а также крупные слежавшиеся комья помета, которые при разламывании выделяли более сильные запахи, имели более высокую влажность и имели желто-коричневую или черную окраску, что говорило о продолжающихся процессах разложения органического вещества. Комковатость помета требовала дополнительных усилий для придания однородности при внесении в почву.

После трех лет перепревания в бурте (2016 г.) помет представлял собой рыхлую землистую массу (перегной) влажностью 53,46%. Консистенция помета – сыпучая; цвет – черно-коричневый, запах слабый или отсутствовал; структура однородная, помет практически не содержал не перепревшие включения; крупные



комья помета легко разламывались, имели характерную для всего помета структуру.

### **3.2 Технологический процесс утилизации птичьего помета в сельском хозяйстве**

На птицефабрике используется оборудование для клеточного содержания птицы «EGS-Carre». Каждая клеточная батарея содержит автоматизированную систему кормления, поения и пометоудаления. Система пометоудаления состоит из ленты пометоудаления, которая проходит под поилками, приводного механизма и поворотной системы, обеспечивающей натяжение ленты (Протокол испытаний клеточной батареи..., 2006; Клеточная батарея CARRE 1600, 2017) Помет падает из клеток на пометную ленту, транспортируется за пределы птичника. Лента пометоудаления очищается скребками. Птичий помет вывозится тракторными тележками и самосвалами в пометохранилище для хранения или на территории местных сельскохозяйственных предприятий для дальнейшей утилизации.

Утилизация птичьего помета может осуществляться различными способами. Наименее затратным и простым способом, применяемым в сельскохозяйственной практике, является буртование птичьего помета на открытых площадках с целью его обеззараживания и улучшения физических и органолептических свойств для дальнейшего внесения в почву под различные культуры.

Площадки для буртования часто располагаются рядом с полями, на которых планируется вносить перепревший птичий помет. Площадка должна отвечать тем же требованиям, которые предъявляются к площадкам для компостирования птичьего помета, и обеспечивать выполнение санитарных норм.

Площадка должна быть выровненной, не находиться вблизи ложбин,

оврагов, не располагаться на крутых склонах (Васильев В. А., Филиппова Н. В., 1988). Она должна иметь плотное гидроизолированное основание, не подтапливаться грунтовыми и поверхностными водами, иметь подъездные пути.

Размер площадки рассчитывается исходя из нормы внесения помета под выращиваемую культуру и площади внесения. Она должна вмещать весь объем птичьего помета, который планируется вносить на данном поле. Пометный бурт формируется на 1,5-2 м в высоту, до 5 м в ширину. Длина определяется исходя из планируемого объема внесения. По периметру площадку обваловывают со всех сторон земляным валом на высоту около 0,5 м, чтобы исключить перемещение пометной массы за пределы площадки буртования.

Помет транспортируется от птицефабрики до площадки мобильным транспортом (автосамосвалами, тракторными тележками), выгружается на площадку и разравнивается с использованием бульдозеров. По мере поступления помета, формируется пометный бурт до оптимальных размеров. Бульдозерная техника, погрузчики обеспечивают перемешивание помета, которое необходимо для равномерного распределения питательных веществ, однородности по структуре, так как пометные массы доставляются с различных откормочных площадок, где содержится разновозрастная птица, и состав, свойства помета неодинаковы.

Птичий помет в чистом виде для хранения в буртах должен иметь влажность не более 75%. При более высокой влажности (до 92%) помет должен смешиваться с влагопоглощающими наполнителями (РД-АПК 1.10.15.02-08).

Помет при формировании бурта плотно укладывается, что обеспечивает поддержание средней температуры в бурте около 35°C («холодный способ» буртования) (Применение органических удобрений., 2015; Васильев В. А., Филиппова Н. В., 1988). Низкие температуры приводят к более медленному разложению органики, способствуют лучшему сохранению питательных элементов в помете. Срок хранения помета в таких буртах может составлять до 6 месяцев. В пометном бурте под действием физических (тепловых), химических процессов, анаэробных микроорганизмов происходит разложение органического

вещества и естественное обеззараживание помета (Лысенко, 1998; Тиньгаев А. В., Малютина Л. А., 2015).

Применение помета включает технологические операции: погрузку, транспортировку на поле, внесение и заделку в почву (Овцов Л. П., 2002). Погрузка помета осуществлялась с помощью трактора МТЗ-82.1 с навесным погрузчиком ПКУ-0,8 (КУН). Для транспортировки и внесения помета на поле применялась машина для внесения твердых удобрений МТТ-9 (рисунок 3.2.1) с трактором МТЗ-892.2.



Рисунок 3.2.1 – Разбрасыватель твердых удобрений МТТ-9 (Техника для внесения..., 2017)

Разбрасыватель ММТ-9 измельчает птичий помет и обеспечивает сплошное поверхностное разбрасывание по полю. Технические характеристики разбрасывателя: грузоподъемность машины – 11 тонн, ширина внесения от 5 до 8 м, вместимость кузова – 7 м<sup>3</sup> (Техника для внесения..., 2017).

Заделка птичьего помета в почву осуществляется дисковыми луцильниками ЛДГ-15АМ с трактором ХТЗ 17221-19 (рисунок 3.2.2). Луцильник обеспечивает крошение почвы, ее перемешивание на глубину до 10 см, подрезку сорняков.



Рисунок 3.2.2 – Проход трактора с дисковым луцильником ЛДГ-15АМ

Таким образом, рассмотренная технология утилизации птичьего помета имеет положительные стороны: является простой в исполнении; все работы полностью механизированы; для работы персонала не требуются специальные навыки и разрешения на работы с отходами; относительно невысокие капитальные затраты, связанные в основном с приобретением специализированной техники для разбрасывания помета; естественное обеззараживание и дегельминтизация птичьего помета в процессе буртования. Положительным моментом также является близкое расположение сельскохозяйственных угодий относительно площадок откорма птицефабрики (от 6 до 12 км), что, с одной стороны, обеспечивает птицефабрику дополнительными площадками для утилизации твердых отходов, с другой стороны, обеспечивает сельскохозяйственное предприятие на постоянной основе источником сырья для получения экологически безопасных органических удобрений.

## ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО

### 4.1 Влияние различных норм птичьего помета на агрохимические показатели почвы в полевом опыте

Птичий помет в процессе буртования изменял свои свойства, поэтому количество питательных веществ, поступающих в почву с его внесением, в разные годы опыта было различным (таблица 4.1.1)

Таблица 4.1.1 – Дозы питательных веществ, внесенных с птичьим пометом в полевом опыте с яровой мягкой пшеницей, 2014-2016 гг.

Вариант опыта	Внесено питательных веществ (в пересчете на сухое вещество), кг/га											
	2014 г.			2015 г.			2016 г.			среднее значение		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПП*, 5 т/га	29	35	12	89	55	83	68	65	4	62	52	33
ПП, 10 т/га	59	69	25	177	110	165	136	131	8	124	103	66
ПП, 15 т/га	88	104	37	266	165	248	204	196	13	186	155	99
ПП, 20 т/га	118	139	49	354	220	330	272	261	17	248	207	132

\* ПП – птичий помет

Наибольшее количество питательных элементов с птичьим пометом было внесено в 2015 г.: азота – в 3,1 раза больше, чем в 2014 г., фосфора – в 1,6 раза, калия – в 6,7 раза. В 2016 г. в помете содержание питательных элементов относительно 2015 г. уменьшилось – азота на 23%, фосфора – на 19%, калия – на 95%; относительно 2014 г. содержание питательных веществ было выше по азоту (+134%) и фосфору (+86%), ниже по калию (-67%).

Птичий помет, применяемый в полевом опыте, оказал влияние на агрохимические показатели почвы опытных участков (таблица 4.1.2).

Таблица 4.1.2 – Агрохимические показатели чернозема оподзоленного в полевом опыте с яровой мягкой пшеницей «Омская 28», 2014-2016 гг.

Вариант опыта	pH сол.	pH вод.	Гумус, %	Азот валовой, %	Фосфор общий, %	Калий общий, %	Подвижный фосфор, мг/кг	Подвижный калий, мг/кг	Азот нитратный, мг/кг
<b>На начало проведения опыта</b>									
Среднее по опытными участкам	5,8	6,8	5,5	0,280	0,25	2,6	217,7	148,7	7,2
<b>2014 г. (с внесением птичьего помета)</b>									
Контроль	5,0	5,9	5,0	0,256	0,150	1,2	243,7	245,2	6,6
ПП, 5 т/га	5,1	5,8	5,1	0,272	0,180	1,2	260,6	335,1	7,4
ПП, 10 т/га	4,9	5,9	5,4	0,287	0,160	1,2	259,7	278,0	7,8
ПП, 15 т/га	4,9	5,9	6,2	0,304	0,150	1,1	243,0	274,5	7,2
ПП, 20 т/га	5,0	5,8	6,1	0,280	0,170	1,3	253,7	324,7	8,3
<b>2015 г. (с внесением птичьего помета)</b>									
Контроль	5,2	6,4	4,0	0,356	0,670	1,1	288,6	250,9	3,3
ПП, 5 т/га	5,1	6,3	4,0	0,358	0,686	1,1	293,6	302,1	3,7
ПП, 10 т/га	5,2	6,4	4,0	0,362	0,668	1,1	263,3	392,9	3,6
ПП, 15 т/га	5,2	6,4	4,2	0,377	0,654	1,0	354,7	375,9	4,1
ПП, 20 т/га	5,2	6,3	4,2	0,367	0,751	1,0	418,9	377,3	4,0
<b>2015 г. (без внесения птичьего помета)</b>									
Контроль	5,2	6,4	3,6	0,319	0,670	1,1	211,9	250,9	3,3
ПП, 5 т/га	5,2	6,4	3,6	0,333	0,652	1,0	288,6	351,7	3,2
ПП, 10 т/га	5,2	6,4	3,7	0,356	0,634	1,0	211,6	322,7	2,9
ПП, 15 т/га	5,2	6,4	3,6	0,320	0,689	1,1	220,7	270,2	3,3
ПП, 20 т/га	5,2	6,4	4,1	0,356	0,612	1,1	251,7	295,2	3,3
<b>2016 г. (с внесением птичьего помета)</b>									
Контроль	5,1	6,3	4,5	0,252	0,585	2,72	186,7	227,3	17,0
ПП, 5 т/га	4,9	5,9	5,1	0,272	0,663	2,81	194,1	344,7	22,9
ПП, 10 т/га	5,1	6,1	5,2	0,314	0,663	2,89	187,0	233,8	26,3
ПП, 15 т/га	5,1	6,0	5,5	0,325	0,725	2,84	211,4	162,6	29,5
ПП, 20 т/га	5,1	6,1	5,5	0,321	0,660	2,78	199,4	213,1	26,3
<b>2016 г. (без внесения птичьего помета)</b>									
Контроль	5,1	6,3	4,5	0,252	0,585	2,72	168,6	227,3	16,2
ПП, 5 т/га	5,1	6,2	4,9	0,270	0,626	2,74	186,7	300,4	17,0
ПП, 10 т/га	5,2	6,2	5,1	0,279	0,592	2,83	223,2	218,1	18,6
ПП, 15 т/га	5,1	6,2	5,3	0,318	0,694	2,92	217,4	292,2	17,4
ПП, 20 т/га	5,1	6,2	5,4	0,315	0,718	2,96	203,9	320,2	16,2

На начало проведения полевого опыта почва участков характеризовалась средним содержанием гумуса (5,5%), нейтральной кислотностью ( $pH_{\text{вод.}}$  6,8;  $pH_{\text{сол.}}$  5,8), высоким содержанием подвижных форм фосфора (217,7 мг/кг) и калия (148,7 мг/кг), низким содержанием нитратного азота (7,2 мг/кг). (Мониторинг..., 2012).

**Реакция почвенной среды.** Реакция почвенной среды оказывает влияние на развитие растений, микроорганизмов, скорости протекания реакций (Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И., 2002). Кислотность почвы определяется в двух формах – актуальной ( $pH_{\text{вод.}}$ ) и потенциальной ( $pH_{\text{сол.}}$ ), которые являются динамическими показателями, меняющимися в течение периода вегетации растения (Михайлова Л.А., 2015). Растения неодинаково чувствительны к реакции почвенного раствора. Так, для яровой пшеницы наиболее оптимальна нейтральная или слабокислая среда ( $pH_{\text{вод.}}$  6,0-7,5) (Стрижова Ф. М., 2006). При более кислой реакции среды ухудшается питание растений фосфором и калием, нарушается обмен веществ, синтез белков. В щелочной среде уменьшается доступность питательных веществ (в первую очередь фосфора), микроэлементов (цинка, меди, бора, марганца, железа), что приводит, в конечном счете, к уменьшению урожайности (Кук Д., Фесет Дж. Роджер, 2011). Предельной границей кислотности для пшеницы является значение  $pH_{\text{вод.}}$  5,0-8,0. (Минеев В. Г., 2004). На кислотность почвы оказывают влияние внесение органических удобрений, которые приводят к снижению кислотности при их длительном применении (Семендяева Н. В., 2011; Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И., 2002).

В полевом опыте 2014-2016 гг. с яровой пшеницей отмечалось снижение показателей  $pH_{\text{вод.}}$  и  $pH_{\text{сол.}}$  относительно значений на начало опыта (рисунок 4.1.1), реакция почвенной среды изменилась с нейтральной до слабокислой.

Подкисление почвы было более выраженным в 2014 и 2016 гг. Эти годы отличались лучшей тепло- и влагообеспеченностью ( $ГТК=1,4$ ), что обеспечило интенсивное разложение органического вещества почвы и внесенного птичьего пометка. При разложении органического вещества происходит преобразование азота в аммонийный азот ( $NH_4^+$ ), который за счет микроорганизмов окисляется до нитритной формы азота ( $NO_2^-$ ), а затем до нитрата азота ( $NO_3^-$ ) (Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х. Р., 1990; Кук Д., Фесет Дж. Роджер, 2011). В результате преобразований азота высвобождаются ионы водорода ( $H^+$ ), что вызывает подкисление почвы. Также в результате разложения органики образуются органические кислоты, углекислый газ, который, вступая в реакцию с водой,

приводит к образованию угольной кислоты. Способствовало повышению кислотности почвы и активное поглощение растениями калия.

В 2014 г. на более интенсивное повышение кислотности также мог повлиять предшественник (соя), который как зернобобовое меньше истощает почву азотом (Технология производства..., 2007; Растениеводство, 2008).

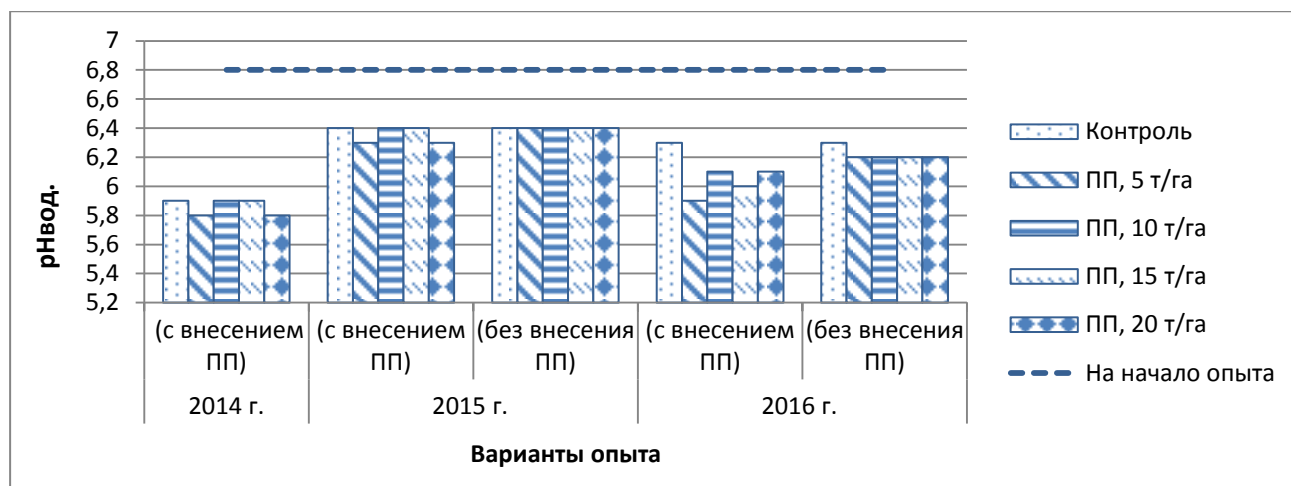


Рисунок 4.1.1 – Средние значения реакции почвенной среды ( $pH_{\text{вод.}}$ ) чернозема оподзоленного в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

В 2015 г. процессы разложения органики замедлились из-за недостатка влаги ( $ГТК=0,9$ ), вследствие чего значения реакции почвенной среды увеличились, т. е. кислотность почвы стала уменьшаться.

Аналогичные результаты показали изменения потенциальной кислотности ( $pH_{\text{сол.}}$ ) (рисунок 4.1.1).

Кислотность почвы в годы проведения опыта соответствовала допустимым значениям для выращивания пшеницы.

Влияние норм внесения помета в полевом опыте на актуальную кислотность почвы ( $pH_{\text{вод.}}$ ), согласно дисперсионному анализу качественных признаков по Плохинскому Н. А., составило в среднем по опыту 42,4%, на потенциальную ( $pH_{\text{сол.}}$ ) – 36,0% (статистически значимо при  $\alpha=0,05$ ). Влияние ГТК вегетационного периода на  $pH_{\text{вод.}}$  составило 55,2%,  $pH_{\text{сол.}}$  – 46,7% (статистически значимо при  $\alpha=0,05$ ).



**Гумус почвы.** Гумус образуется в процессе разложения и гумификации органических остатков. Содержание гумуса зависит от выращиваемых культур, водно-воздушного, теплового режимов почвы, химического, гранулометрического состава почвы, вносимых в почву удобрений (Орлов Д. С., Лозановская И. Н., Попов П. Д., 1985; Семендяева Н. В., 2011). Положительно на накопление гумуса в почве сказывается хорошее увлажнение почвы и оптимальная температура воздуха, которые способствуют разложению органических веществ (Гамзиков Г. П. 1981). Внесение разных видов удобрений и их сочетаний может оказывать как положительное, так и отрицательное действие на содержание гумуса (Влияние удобрений..., 2008; Барсуков П. А., 1995; Беляков М. А., 2008). Гумус является источником питания для растений и микроорганизмов, т.к. содержит до 98% всего азота, 30-40% фосфора, 90% серы (Михайлова Л.А., 2015).

В полевом опыте 2014-2016 гг. с яровой пшеницей отмечено изменение содержания гумуса в зависимости от дозы вносимого птичьего помета и погодных условий (рисунок 4.1.2).

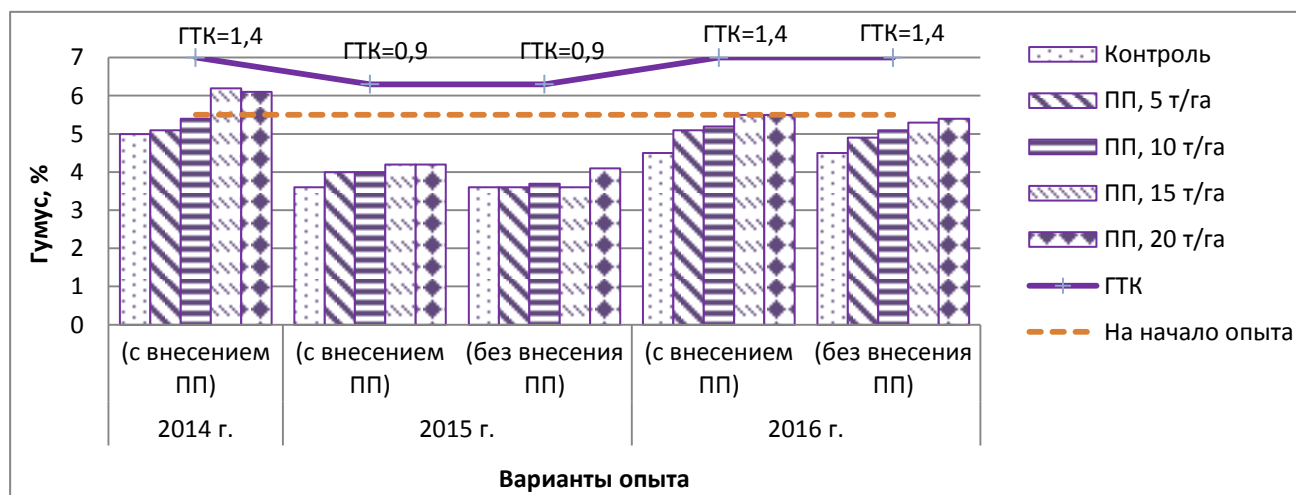


Рисунок 4.1.2 – Содержание гумуса в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Содержание гумуса в почве в 2014 г. и в 2016 г. было выше по всем вариантам опыта, чем в более засушливый 2015 г. В 2014 г. благоприятные погодные условия способствовали процессам разложения органических веществ,

вследствие чего содержание гумуса увеличилось в среднем по вариантам с 5,5 до 5,6%. При этом наблюдалась дифференциация показателя в зависимости от дозы внесения. Так, на контрольном участке при отсутствии дополнительного поступления органического вещества содержание гумуса уменьшилось на 0,5%; при внесении доз 5 и 10 т/га птичьего помета запасы гумуса сократились на 0,4% и 0,1%, что говорит о недостаточности вносимого с птичьим пометом органического вещества для восполнения запасов гумуса. На участках с повышенными нормами внесения 15 и 20 т/га птичьего помета содержание гумуса увеличилось на 0,7 и 0,6% соответственно относительно данных на начало опыта. Аналогичные изменения в запасах гумуса в почве наблюдались в 2016 г.

В 2015 г. на фоне недостаточного обеспечения влагой вегетационного периода наблюдалось уменьшение запасов гумуса относительно показателей 2014 г. На участках с внесением помета запасы гумуса сократились в среднем на 1,5%, на участках без внесения помета (оценка последствий) – на 1,8%. Наибольшее сокращение гумуса в 2015 г. наблюдалось на контрольном участке, в вариантах ПП, 5 т/га и ПП, 10 т/га.

Влияние вариантов опыта на содержание гумуса, согласно дисперсионному анализу, составило в целом по опыту 30,3%; влияние ГТК – 54,0% (статистически значимо при  $\alpha=0,05$ ).

**Азот.** Азот является важнейшим элементом питания растений (Минеев В. Г., 2004; Мамонтов В. Г., Гладков А.А., Кузелев М.М., 2012; Хусаинов А.Т., Сейдалина К.Х, 2009), который участвует в формировании белков, нуклеиновых кислот, ферментов, хлорофилла, фосфатидов, витаминов и других соединений (Михайлова Л.А., 2015; Смирнов П. М., Муравин Э. А., 1977). При недостатке азота замедляется фотосинтез, медленнее развиваются вегетативные органы растения (Петербургский А.В., 1981), что приводит впоследствии к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, уменьшению содержания белка и клейковины (Демиденко Г.А., Котенева Е.В., 2010).

Азот в почве находится преимущественно в форме органических веществ (до 99%), которые недоступны для питания растений, в минеральной форме, в

зафиксированном виде в глинистых минералах, в газообразном виде в почвенном воздухе (Самофалова И.А., 2009; Дурынина Е. П., Егоров В. С., 1998). В результате процессов аммонификации и нитрификации происходит минерализация азота, т.е. переход из органической формы в минеральную, доступную для питания растений. Основной формой минерального питания растений является нитратный азот, который оказывает прямое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур (Кочергин А. Е., 1972, цит. по Хусаинову А.Т., Сейдалиной К.Х, 2009).

На процессы минерализации азота положительное влияние оказывают погодные условия (влажность около 60-70% капиллярной влагоемкости, температура воздуха около 25°), нейтральная реакция почвенной среды (Смирнов П. М., Муравин Э. А., 1977); способ обработки почвы (увеличение числа обработок почвы и глубины обработки почвы приводит к ускорению минерализации азота); тип почвы (например, черноземные почвы обладают большей мобилизационной способностью, чем дерново-подзолистые); предшественники (пары, многолетние травы).

В полевом опыте 2014-2016 гг. с птичьим пометом содержание **валового азота** менялось по годам исследования и вариантам опыта (рисунок 4.1.3)

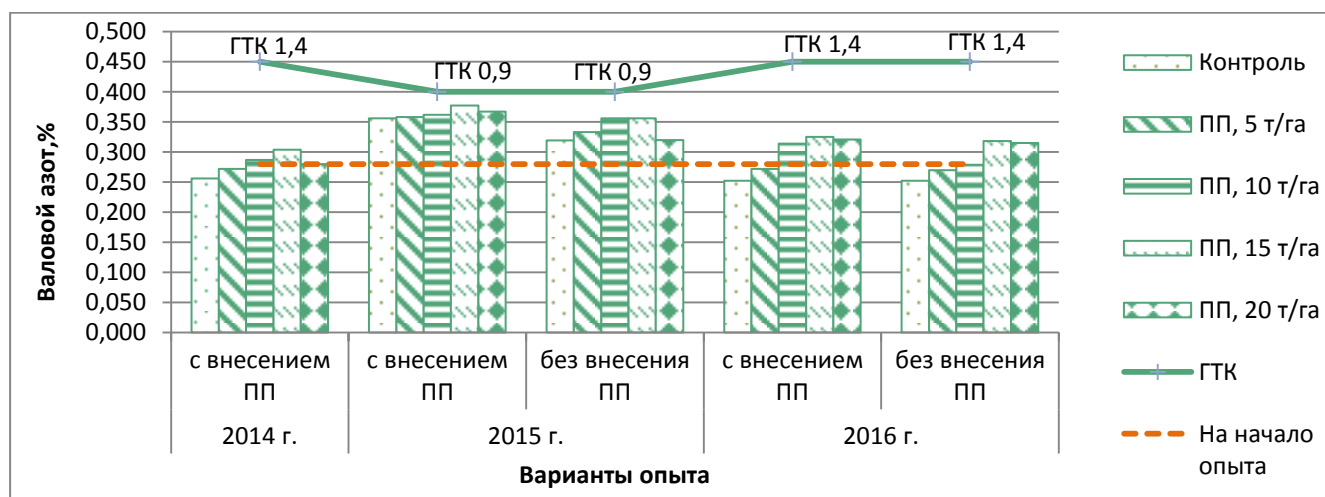


Рисунок 4.1.3 – Содержание валового азота в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Содержание валового азота в почве по годам опыта в среднем колебалось в пределах 0,3-0,4%, что соответствовало содержанию азота на начало опыта (0,3%). Колебания внутри опыта по вариантам незначительны, но при этом прослеживается тенденция увеличения содержания валового азота в почве с увеличением дозы вносимого помета от 5 до 15 т/га: в 2014 г. на 0,032%; в 2015 г. на участках с внесением помета – на 0,019%, на участках без внесения помета – на 0,023%; в 2016 г. – на 0,053 и 0,048%. При внесении 20 т/га птичьего помета по всем годам опыта произошло снижение содержания валового азота относительно варианта ПП, 15 т/га.

На содержание валового азота оказали влияние гидротермические условия: на участках с внесением помета степень влияния 52% (значимо при  $\alpha=0,05$ ), без внесения помета – 28%; степень влияния норм внесения помета составила 20 и 25% соответственно; кислотность почвы ( $pH_{\text{водн.}}$ ) – 11,5 и 7% соответственно.

Значительные колебания в полевом опыте отмечены по содержанию **нитратного азота ( $N-NO_3$ )** (рисунок 4.1.4)

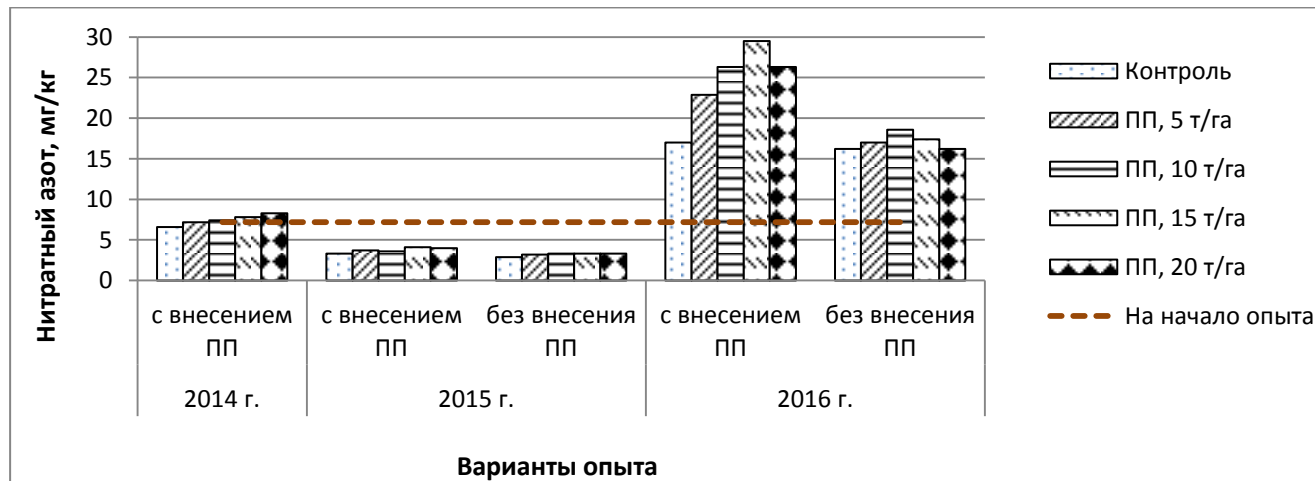


Рисунок 4.1.4 – Содержание нитратного азота в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Содержание нитратного азота на начало опыта характеризовалось как очень низкое, при котором рекомендуется внесение с удобрениями до 60-90 кг/га азота (Гамзиков Г. П., 1981). После первого года внесения птичьего помета в почву под посевы пшеницы содержание нитратного азота в почве в среднем по опыту

увеличилось на 4%. Наибольшее содержание нитратного азота отмечено в вариантах с максимальным внесением помета: 15 т/га помета (эквивалентно внесению 88 кг/га азота) – 7,2 мг/га N-NO<sub>3</sub>; 20 т/га помета (эквивалентно внесению 118 кг/га азота) – 8,3 кг/га N-NO<sub>3</sub>.

В 2015 г. процессы минерализации азота замедлились вследствие неблагоприятных гидротермических условий, вследствие чего растения активно использовали запасы накопленного нитратного азота в почве. Также в 2015 г. увеличилось количество поступающего азота с пометом из-за изменения химических параметров птичьего помета за год буртования: с 1 т/га помета в 2014 г. внесено 5,8 кг азота, в 2015 г. – 17,8 кг. Повышенное обеспечение доступными формами азота даже при неблагоприятных гидротермических условиях привели к увеличению урожайности пшеницы в среднем по опыту на 3,1 ц/га. По результатам 2015 г. количество накопленного нитратного азота сократилось до 3,7 мг/кг на участках с внесением помета, до 3,2 мг/кг на участках без внесения помета (оценка последствий). При этом в вариантах ПП, 15 т/га и ПП, 20 т/га количество накопленного азота было выше, чем в вариантах с внесением 5 и 10 т/га помета.

В 2016 г. сложились благоприятные условия по тепло- и влагообеспеченности для разложения органического вещества и минерализации азота, накопленного в прошлые периоды, также было внесено с каждой тонной птичьего помета 13,6 кг/га азота.

Это увеличило запасы гумуса в почве, а также содержание нитратного азота до 24,4 мг/кг на участках с внесением помета, до 17,1 на участках без внесения помета. Следует учесть также, что анализ данных по опыту 2016 г. проведен на момент уборки урожая, тогда как в 2014 г. и 2015 г. – перед посевом. В зависимости от обработки почвы, погодных условий количество нитратного азота может измениться к началу посевов следующего года.

Зависимость содержания нитратного азота от запасов гумуса в среднем по опыту прямая средняя ( $R=0,61\pm 0,46$ ). Степень влияния ГТК на содержание

нитратного азота составила в среднем по опыту 4,8% (статистически значимо  $\alpha=0,05$ ).

**Фосфор.** Фосфор содержится в растениях в органической и минеральной формах (Жежель Н. Г., Пантелеева Е. И., 1972). В составе органических веществ фосфор необходим для построения клеток растений: нуклеиновой кислоты, фитина, лецитина, сахарофосфатов, витаминов, ферментов (Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И., 2002; Михайлова Л.А., 2015). Органические фосфаты входят в состав гумуса и становятся доступными для растений в результате минерализации. Минеральный фосфор присутствует в растениях в меньшем количестве, и служит резервом для создания фосфорных соединений. При нормальном обеспечении растений фосфором его минеральные формы не накапливаются. Фосфор участвует в процессах обмена веществ, деления, размножения, дыхания, брожения (Смирнов П. М., Муравин Э. А., 1977). Недостаточное обеспечение фосфором приводит к замедлению роста растений, снижению кустистости, снижению синтеза белков, уменьшению содержания сахаров, крахмала, задержке созревания урожая (Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И., 2002; Минеев В. Г., 2004). На усвоение фосфорных соединений растений влияет тип почвы, ее гранулометрический состав, погодные условия. Также фосфорное питание растение тесно связано с содержанием в почве гумуса и азота: чем больше гумуса в почве, тем больше накопление фосфора в органической форме (Титова В.И., Шафронов О.Д., Варламова Л.Д., 2005; Курносова Е. В., Гришин Г. Е., 2013). При недостатке фосфора замедляется синтез белков, накапливаются нитратные формы азота (Агрохимия, 2001).

В полевом опыте 2014-2016 гг. с яровой пшеницей наблюдалось увеличение запасов общего и подвижного фосфора в почве (рисунок 4.1.5).

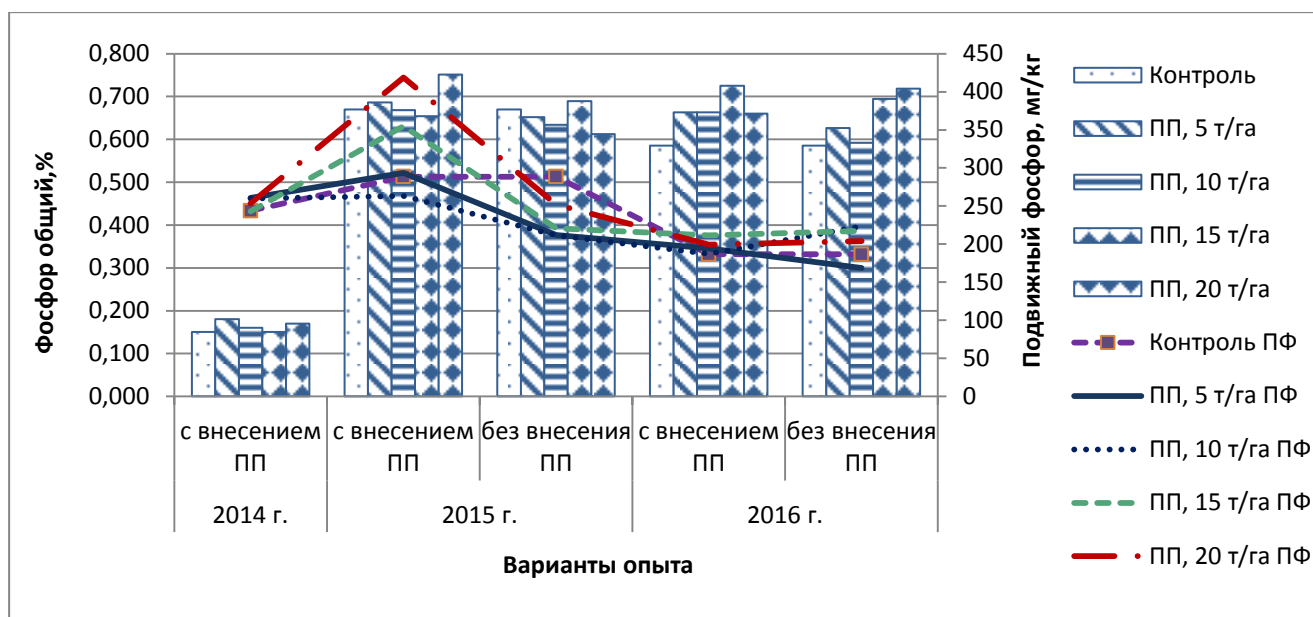


Рисунок 4.1.5 – Содержание общего и подвижного фосфора (ПФ) в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

На начало проведения полевого опыта содержание общего фосфора составляло 0,25%. После первого года применения птичьего помета произошло повышение содержания гумуса в почве, что способствовало накоплению азота и органических форм фосфора, которые более интенсивно поглощались растениями. Это привело в свою очередь к повышению урожайности и оказало влияние на улучшение качества клейковины зерна. Содержание общего фосфора в почве в опыте 2014 г. уменьшилось на 35,2%, подвижного фосфора, напротив, увеличилось на 15,8% относительно показателей на начало опыта.

В 2015 г. несмотря на общую засушливость вегетационного периода относительно 2014 г., обеспечение влагой в первые фазы роста и развития растений было достаточным, что с учетом увеличения поступления питательных элементов с птичьим пометом в 2015 г. оказало положительное действие на урожайность. Содержание фосфора на конец периода увеличилось на участках с внесением помета на 174,3%, на участках без внесения помета на 160,6%.

В 2016 г. количество вносимого с птичьим пометом фосфора уменьшилось на 41%, что повлияло на его накопление в почве. Содержание общего фосфора снизилось на 0,027% на участках с внесением птичьего помета, на 0,008% на

участках без внесения помета. Содержание *подвижного фосфора* уменьшилось на 144,1 и 36,9 мг/кг соответственно. Снижению фосфора также способствовало избыточное увлажнение в течение вегетационного периода и накопленные объемы подвижных форм фосфора в предыдущие периоды, которые привели к миграции фосфора в нижние слои (Титова В. И., Шафронов О. Д., Варламова Л. Д., 2005). Влияние ГТК на содержание валового фосфора по всем годам опыта составило 41,7%, на содержание подвижного фосфора 34,7% (достоверно при 95% уровне значимости).

Поступление повышенных доз фосфора в полевом опыте также вызвало изменение реакции почвенной среды с нейтральной до средне- или слабокислой. Избыток фосфора повлиял на снижение стекловидности зерна в 2014 г. и в 2016 г. на участках с внесением помета, в 2015-2016 гг. на участках без внесения помета.

**Калий.** Калий также как и азот, фосфор оказывает значительное влияние на развитие растений. Калий содержится в растениях и почве в разных формах: водорастворимой, обменно-поглощенной (основной источник калийного питания растений), фиксированной. Калий участвует в углеводном и азотном обмене в клетках, в процессах фотосинтеза, необходим для синтеза белков, крахмала, сахаров (Михайлова Л. А., 2015; Агрохимия, 2001); улучшает выполненность зерна злаковых культур, повышает эффективность использования азота растениями (Минеев В. Г., 2004). Оптимальное обеспечение калием повышает морозоустойчивость растений, устойчивость к заболеваниям, к полеганию. Недостаток калия при выращивании зерновых культур приводит к снижению кустистости, укорочению междоузлий стеблей, увяданию листьев, что приводит к снижению урожайности и качества зерна (Смирнов П. М., Муравин Э. А., 1977).

В полевом опыте 2014-2016 гг. с яровой пшеницей *содержание общего калия* на начало опыта значительно превышало содержание валовых форм азота и фосфора ( $K_2O=2,6\%$ ,  $N=0,28\%$ ,  $P_2O_5=0,25\%$ ). Поступления калия с птичьим пометом было неодинаковым по годам опыта: 3 кг/га в 2014 г. с 1 т помета, 16,6 кг/га в 2015 г., 0,8 кг/га в 2016 г.



В 2014 г. содержание общего калия в почве в среднем по вариантам опыта сократилось в 2,2 раза, в том числе и на контрольном участке (рисунок 4.1.6).

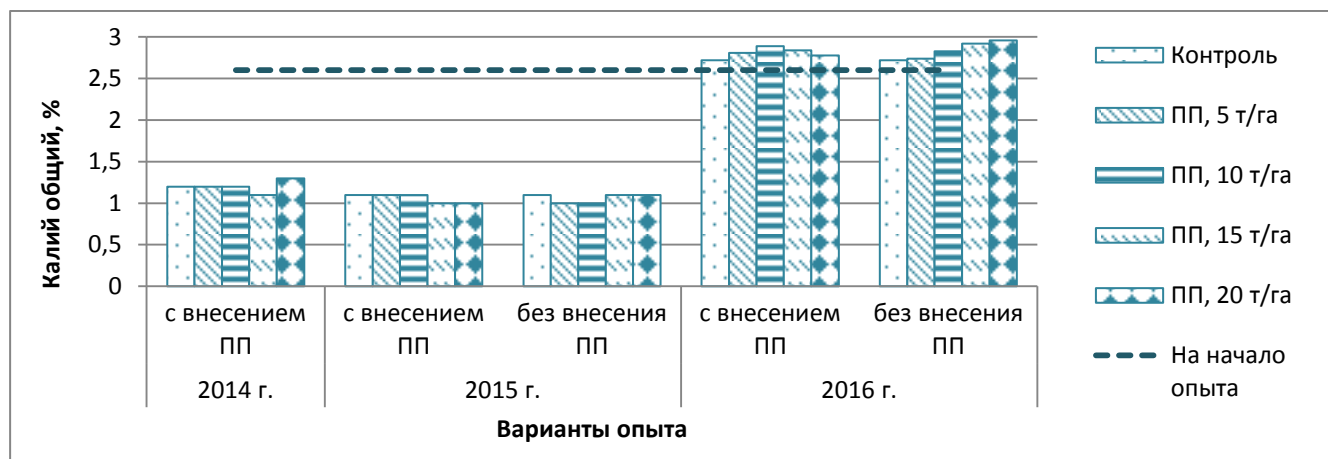


Рисунок 4.1.6 – Содержание общего калия в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

В варианте с максимальной дозой внесения птичьего помета (ПП, 20 т/га) содержание общего калия увеличилось на 0,1-0,2% относительно других вариантов опыта. Следовательно, внесение птичьего помета не оказало существенного влияния на содержание общего калия в почве. Снижению общего калия в почве способствовало хорошее обеспечение влагой вегетационного периода 2014 г. (ГТК=1,4), что в результате почвенного гидролиза привело к высвобождению легкоусвояемых форм калия для растений, а также ионов водорода, которые также способствовали подкислению почвы (Клечковский В. М., Петербургский А. В., 1967).

В 2015 г. содержание калия сократилось в среднем по опыту до 1,1%. На участках с внесением помета запасы общего калия в вариантах ПП, 15 т/га и ПП, 20 т/га было меньше на 0,1% относительно вариантов с меньшим внесением птичьего помета. На участках, где птичий помет не вносился (оценка последствий) наблюдалась обратная тенденция: в вариантах ПП, 15 и ПП, 20 т/га содержание калия было выше на 0,1%, чем в вариантах ПП, 5 т/га, ПП, 10 т/га.

В 2016 г. количество общего калия в почве увеличилось до 2,78-2,89% на участках с внесением помета, до 2,74-2,96% на участках без внесения помета. При этом при внесении максимальных доз помета в варианте ПП, 20 т/га содержание калия было меньше на 0,01-0,02%, чем при внесении 10 и 15 т/га. На участках без внесения помета наблюдалось последовательно увеличение содержания общего калия на 0,22% от варианта ПП, 5 т/га до ПП, 20 т/га. Увеличение содержания калия в 2016 г. может быть связано с его фиксацией в необменной форме в результате низкой обеспеченностью влагой в 2015 г. (Клечковский В. М., Петербургский А. В., 1967) и снижением доступности для растений, а также с более высоким поступлением калия с птичьим пометом в 2015 г. по сравнению с другими годами опыта.

Влияние норм внесения на содержание общего калия в среднем по опыту невысокое – 4%, значимых отличий по вариантам опыта не выявлено.

Больше влияние на содержание в почве *подвижного калия* оказало внесение птичьего помета. На начало проведения опыта почва участков имела высокое обеспечение подвижными формами калия – 148,7 мг/кг. При внесении птичьего помета в первый год опыта содержание обменных форм увеличилось в среднем на 96% (рисунок 4.1.7).

В опыте наблюдалось увеличение содержания подвижного калия в вариантах ПП, 5т/га, снижение обеспеченности подвижным калием в вариантах ПП, 10 т/га (кроме данных 2015 г. на участках с внесением помета, когда произошло увеличение содержание подвижных форм калия на 30%); снижением на участках ПП, 15 т/га в 2014 г. на 6,8% относительно варианта ПП, 5 т/га; в 2015 г. на участках без внесения помета (оценка последствий) – на 23,2%, в 2016 г. на участках с внесением помета – на 52,8%.

На участках с внесением помета в 2015 г. и без внесения помета в 2016 г. содержание подвижного калия увеличилось относительно варианта ПП, 5 т/га на 24,4% и 6,6% соответственно. В вариантах ПП, 20 т/га наблюдалось увеличение содержания подвижного калия относительно варианта ПП, 15 т/га по всем годам опыта.

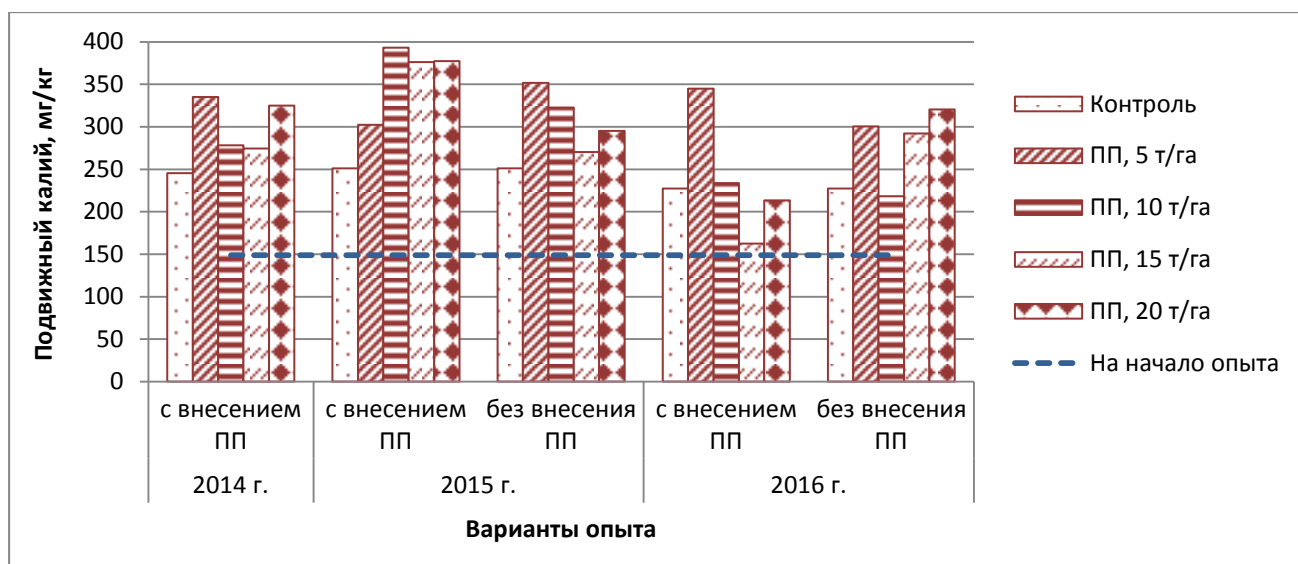


Рисунок 4.1.7 – Содержание подвижного калия в черноземе оподзоленном в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Увеличение содержания подвижного калия по вариантам опыта в 2015 г. связано с дозой внесения калия с птичьим пометом, которая в 5,5 и в 20,8 раза превышала дозу внесения в 2014 и в 2016 гг. соответственно. Уменьшение содержания подвижного калия и увеличение общего калия в 2016 г. также связано с особенностью калия приходить в динамическое равновесия переходом из одной формы в другую (Дербенцева А. М., 2006).

Влияние вариантов опыта на содержание подвижного калия, согласно дисперсионному анализу, составило 54,4% (достоверно при 95% уровне значимости).

#### 4.2 Влияние различных норм птичьего помета на агрохимические показатели почвы в микрополевым опыте

В микрополевым опыте в 2015-2016 гг. с птичьим пометом поступало различное количество питательных веществ (таблица 4.2.1).

Таблица 4.2.1 – Дозы питательных веществ, внесенных с птичьим пометом в микрополевом опыте с яровой пшеницей, 2015-2016 гг.

Вариант опыта	Внесено питательных веществ (в пересчете на сухое вещество), кг/га								
	2015 г.			2016 г.			среднее значение		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПП*, 30 т/га	531	330	495	407	392	25	469,2	361,0	260,1
ПП, 40 т/га	708	440	660	543	523	33	625,6	481,4	346,7
ПП, 60 т/га	1062	660	990	815	784	50	938,4	722,1	520,1
ПП, 90 т/га	1593	990	1485	-	-	-	1593	990	1485
ПП, 120 т/га	2124	1320	1980	-	-	-	2124	1320	1980

С птичьим пометом в 2015 г. по сравнению с 2016 г. внесено больше азота на 23,4%, калия – на 94,9%, фосфора, напротив, меньше на 18,8%. В вариантах ПП, 90 т/га и ПП, 120 т/га в 2016 г. птичий помет не вносился для оценки его последствий от внесения в 2015 г.

На начало проведения микрополевого опыта почва участков характеризовалась как среднекислая ( $pH_{\text{вод}} 5,9$ ), отличалась средним содержанием гумуса (5,1%), очень высоким содержанием подвижного фосфора (210,8 мг/кг) и калия (246,3 мг/кг), низким содержанием нитратного азота (6,3 мг/кг), близким к средневзвешенному содержанию по Зональному району общего фосфора (0,180%), выше среднего содержанием общего калия (1,3%) (таблица 4.2.2).

**Реакция почвенной среды.** В микрополевом опыте в 2015 г. наблюдалось колебание по вариантам опыта реакции почвенной среды  $pH_{\text{вод}}$  с 6,0 до 6,5, т.е. изменение кислотности от среднекислого до слабокислого уровня. На снижение кислотности повлияли высокие дозы птичьего помета и недостаточная влажность вегетационного периода, вследствие чего замедлились процессы разложения органического вещества. Максимальное снижение кислотности наблюдалось в варианте ПП, 30 т/га, немного меньше (на 1,6%) в вариантах ПП, 90 т/га и ПП, 120 т/га. Меньше кислотность снижалась на контрольном участке (+1,7% к значению на начало опыта) и в варианте ПП, 40 т/га (+3,3%).

В 2016 г. в вариантах, где наблюдалась среднекислая реакция почвенной среды, произошло снижение кислотности среднекислого до слабокислого уровня ( $pH_{\text{вод.}}$  колебалась в пределах 6,2-6,4).

Таблица 4.2.2 – Агрохимические показатели чернозема оподзоленного в микрополевоом опыте с яровой мягкой пшеницей «Омская 28», 2015-2016 гг.

Вариант опыта	$pH_{\text{сол.}}$	$pH_{\text{вод.}}$	Гумус, %	Азот валовой, %	Фосфор общий, %	Калий общий, %	Подвижный фосфор, мг/кг	Подвижный калий, мг/кг	Азот нитратный, мг/кг
<b>На начало проведения опыта</b>									
Среднее по опытным участкам	5,4	5,9	5,1	0,261	0,180	1,30	210,8	246,3	6,3
<b>2015 г.</b>									
Контроль	5,2	6,0	3,0	0,140	0,665	1,10	218,6	250,9	3,3
ПП, 30 т/га	5,2	6,5	3,2	0,289	0,681	1,10	251,3	328,0	13,5
ПП, 40 т/га	5,3	6,1	3,3	0,356	0,695	1,10	271,0	390,9	18,9
ПП, 60 т/га	5,3	6,3	3,3	0,356	0,694	1,00	262,9	321,5	25,7
ПП, 90 т/га	5,3	6,4	3,2	0,295	0,670	1,10	235,8	328,3	26,2
ПП, 120 т/га	5,3	6,4	4,0	0,313	0,670	1,10	228,2	326,3	29,5
<b>2016 г.</b>									
Контроль	5,0	6,2	4,4	0,244	0,705	2,90	211,3	179,3	13,8
ПП, 30 т/га	5,3	6,2	4,7	0,252	0,667	2,97	208,5	326,5	16,6
ПП, 40 т/га	5,4	6,4	4,8	0,273	0,819	3,04	225,6	279,7	16,6
ПП, 60 т/га	5,2	6,3	4,9	0,282	0,704	2,95	252,2	284,1	20,4
ПП, 90 т/га	5,1	6,2	4,8	0,296	0,671	2,86	278,1	390,8	18,2
ПП, 120 т/га	5,0	6,2	5,4	0,308	0,698	2,83	350,4	293,7	17,4

Снижению кислотности способствовали продолжающиеся процессы разложения органического вещества помета и более высокая обеспеченность влагой по сравнению с 2015 г.

Изменения потенциальной кислотности ( $pH_{\text{сол.}}$ ) также колебалась по вариантам опыта на уровне средне – и слабокислых значений. В 2015 г. потенциальная кислотность увеличилась в контрольном варианте и в варианте ПП, 30 т/га на 3,8%, во всех остальных вариантах на 1,9%. В 2016 г. кислотность изменилась на контрольном участке и в варианте ПП, 120 т/га до среднекислого

уровня ( $pH_{\text{сол.}} 5,0$ ); на остальных участках реакция почвенной среды осталась слабокислой.

Влияние вариантов опыта на актуальную кислотность почвы ( $pH_{\text{вод.}}$ ) составило 75%, на потенциальную ( $pH_{\text{сол.}}$ ) – 50%. Статистически значимых отличий по показателям реакции почвенной среды не выявлено.

Реакция почвенной среды в микрополевом опыте находилась в пределах допустимых значений для выращивания пшеницы.

**Гумус почвы.** Содержание гумуса в среднем по опыту в 2015 г. уменьшилось на 35,3% относительно значений на начало периода, что связано с недостаточным обеспечением влагой в вегетационный период ( $ГТК=0,9$ ). Максимальное содержание гумуса (+33,3% к значению контрольного варианта) отмечалось в варианте с максимальной дозой внесения помета 120 т/га; минимальное – в вариантах ПП, 30 т/га и ПП, 90 т/га (-6,7% относительно контроля).

В 2016 г. содержание гумуса увеличилось относительно показателей 2015 г. на 45,5% ( $ГТК=1,4$ ). В вариантах с внесением помета содержание гумуса увеличилось с ростом дозы внесения помета: с 4,6% в варианте ПП, 30 т/га до 4,9% в варианте ПП, 60 т/га. Последствие птичьего помета также было выше в варианте с максимальным внесением помета 120 т/га на 12,5% относительно варианта ПП, 90 т/га.

**Азот.** Содержание *валового азота* на начало проведения опыта для данной зоны характеризуется как среднее ( $N=0,261$ ) (Бурлакова Л. М., 1990). В первый год проведения микрополевого опыта содержание азота увеличилось в среднем по опыту на 11,9% относительно значения на начало проведения опыта. С увеличением дозы внесения помета до варианта ПП, 60 т/га (+36,4% к значению на начало опыта) количество валовых форм азота также росло. При внесении дозы 90 т/га содержание валового азота в почве уменьшилось на 17,1% относительно варианта ПП, 60 т/га (+13% к значению на начало опыта); при внесении максимальной дозы 120 т/га содержание валового азота вновь увеличились

(+6,1% к значению в варианте ПП, 90 т/га, +19,9% к значению на начало проведения опыта).

В 2016 г. содержание валового азота в среднем по опыту уменьшилось относительно значения 2015 г. на 5,5%. По вариантам опыта наблюдалось увеличение содержания валового азота возрастанием дозы вносимого помета: с 0,252 мг/кг в варианте ПП, 30 т/га (+3,3% к контролю) до 0,282 мг/кг в варианте ПП, 60 т/га (+15,6% к контролю). Последствие помета также увеличивалось в вариантах с большей дозой внесения: в варианте ПП, 90 т/га – на 21,3%, в варианте ПП, 120 т/га – на 26,2% относительно контрольного варианта.

На содержание валового азота в почве оказывают влияние различные факторы, в т. ч. природно-климатические. Влияние ГТК в микрополевым опыте составило 33,3% (статистически значимо при 95% уровне значимости).

Влияние вариантов опыта на содержание валового азота в почве выявлено на уровне 62,5%.

Содержание *нитратного азота* в почве в микрополевым опыте в 2015 г. увеличилось в среднем в 3,1 раза относительно значений на начало проведения опыта. По вариантам опыта содержание нитратного азота изменялось: уменьшилось на контрольном участке на 47,6%; на участках с внесением птичьего помета количество нитратного азота увеличивалось по мере возрастания дозы внесения птичьего помета с 13,5 мг/кг в варианте ПП, 30 т/га до 29,5 мг/кг в варианте ПП, 120 т/га. Обеспеченность нитратным азотом на участках с внесением 30 т/га птичьего помета характеризовалась как средняя, с внесением от 40 т/га до 120 т/га – как высокая (Мониторинг..., 2012).

В 2016 г. содержание накопленного нитратного азота в почве уменьшилось относительно результатов 2015 г. в среднем по опыту на 11,8%. В варианте с внесением 30 т/га помета доля накопленного нитратного азота увеличилась по сравнению с результатом по данному варианту в 2015 г. (+22,9%). По остальным вариантам опыта содержание нитратного азота снизилось. Максимальное значение накопленного нитратного азота в почве на участках с внесением помета отмечался в варианте ПП, 60т/га. Последствие помета оказало большее влияние

на накопление нитратного азота в варианте ПП, 90 т/га (+31,9% к контрольному значению), чем в варианте ПП, 120 т/га (+26,1% к контрольному значению).

На содержание нитратного азота в почве в микрополевом опыте значительное влияние оказал погодно-климатические условия: степень влияния ГТК составил 72,2% (значимо при  $\alpha=0,05$ ). Влияние вариантов опыта на содержание нитратного азота составило 83,3% (значимо при  $\alpha=0,05$ ).

**Фосфор.** Содержание *общего фосфора* в почве в микрополевом опыте в 2015 г увеличилось в среднем по опыту в 3,8 раза. Максимальное количество общего фосфора в почве отмечалось при внесении 40 т/га и 60 т/га птичьего помета (+4,5% и +4,04% соответственно). При внесении более высоких доз помета, содержание фосфора уменьшилось до 0,670%.

В 2016 г. содержание общего фосфора увеличилось относительно значений 2015 г. на 4,7% в среднем по опыту. В опыте 2016 г. наблюдались аналогичные тенденции изменения содержания общего фосфора в почве при внесении помета от 30 т/га до 60 т/га: максимальное значение отмечалось при внесении 40 т/га (+16,2% к контролю) с последующим уменьшением практически до контрольного значения. В вариантах без внесения помета содержание общего фосфора увеличивалось с ростом дозы внесения птичьего помета.

Эффективное плодородие почвы определяется наличием в почве подвижных форм фосфора (Курносова Е. В., Гришин Г. Е., 2013). На начало проведения опыта содержание подвижного фосфора в почве было очень высоким (210,8 мг/кг). Применение птичьего помета привело к увеличению подвижных форм фосфора на 11,9% в среднем по опыту относительно значений на начало проведения опыта. Максимальное содержание подвижного фосфора наблюдалось в варианте ПП, 40 т/га (271 мг/кг). По мере увеличения дозы внесения помета количество подвижного фосфора снижалось. Минимальное значение подвижного фосфора в 2015 г. составило 228,2 мг/кг при внесении 120 т/га птичьего помета. Содержание подвижного фосфора тесно коррелирует с количеством валового фосфора в почве ( $R=0,98\pm 0,10$ ).



В 2016 г. содержание подвижного фосфора увеличилось в среднем по опыту на 4% относительно значения 2015 г. При этом на участках с внесением помета наблюдалось уменьшение содержания подвижных форм азота на тех участках, на которых фиксировались в 2015 г. максимальные значения, и наоборот. Последствие помета привело к значительному увеличению содержания подвижных форм фосфора в почве: в варианте ПП, 90 т/га на 17,9 относительно данных 2015 г., в варианте ПП, 120 т/га – на 53,5%.

Влияние вариантов опыта на содержание подвижных форм фосфора составило 83,3%. Влияние ГТК на содержание подвижного фосфора – 72,2% (достоверно при 95% уровне статистической значимости).

**Калий.** Валовое содержание калия в почве на начало проведения микрополевого опыта составляло 1,3%, что превышало содержание валового азота в 4,9 раза, общего фосфора в 7,2 раза. Количество общего калия в почве после первого года исследования незначительно уменьшилось по всем вариантам опыта с 1,3% до 1,1%, в варианте ПП, 60 т/га до 1,0%. После второго года проведения опыта валовое содержание калия, напротив, увеличилось в среднем по опыту до 2,9%. При этом в вариантах с внесением помета содержание калия колебалось в пределах 2,95-3,04%. Последствие помета незначительно уменьшилось с увеличением дозы внесения помета с 2,86% в варианте ПП, 90 т/га до 1,83% в варианте ПП, 120 т/га.

На содержание калия в почве оказали влияние погодноклиматические факторы – степень влияния ГТК на содержание общего калия в почве составило 63% (достоверно при 95% уровне значимости). Влияние вариантов опыта среднее – 33,3%, статистически значимые отличия по вариантам опыта не выявлены.

Наличие **подвижных форм калия** в почве характеризует эффективное плодородие почвы наряду с подвижными формами фосфора. Содержание подвижного калия оценивалось на начало опыта как очень высокое (246,3 мг/кг). В первый год проведения микрополевого опыта среднее содержание подвижного калия увеличилось до 340 мг/кг (+38% к значению на начало проведения опыта). Максимальное содержание подвижного калия в опыте наблюдалось при внесении

наименьших доз птичьего помета: +33,2% относительно значения на начало опыта в варианте ПП, 30 т/га, +58,7% в варианте ПП, 40, т/га. При внесении помета в более высоких дозах наблюдалось снижение содержания подвижного калия в почве.

В 2016 г. содержание подвижного калия в почве уменьшилось в среднем по опыту на 14% относительно среднего значения 2015 г. При этом среднее содержание обменного калия на участках с внесением помета (263,4 мг/кг) было меньше аналогичного показателя (342,3 мг/кг) на участках без внесения помета. Уменьшение содержания в почве подвижного калия связано с более низким содержанием общего калия во вносимом птичьем помете в 2016 г. – 0,18% против 3,3% в 2015 г. Недостаточное поступление подвижных форм калия приводит к поглощению растениями калия, накопленного в почве в предыдущие периоды. Уменьшению содержания обменного калия в почве также способствует его вымывание обильными осадками. Вегетационный период 2016 г. характеризовался избыточным увлажнением в июне и июле, но в сочетании с более высокой температурой воздуха значимого влияния на содержание подвижного калия в опыте этот факт не оказал. Влияние ГТК на содержание составило 11,1%.

Вариантов опыта на содержание подвижных форм калия составило 33,3%, статистически значимые изменения по вариантам не выявлены.

## ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

### 5.1 Результаты полевого опыта с яровой мягкой пшеницей

#### 5.1.1 Влияние различных доз птичьего помета на урожайность и качество урожая яровой мягкой пшеницы в полевом опыте

Птичий помет, внесенный в различных дозах под посевы яровой мягкой пшеницы в опыте, оказал различное влияние на урожайность (таблица 5.1.1) (Тиньгаев А. В., Малютина Л. А., 2016; Малютина Л. А., 2015).

Таблица 5.1.1 – Урожайность яровой мягкой пшеницы «Омская 28» при внесении разных доз птичьего помета в полевом опыте, 2014-2016 гг.

Варианты опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контрольному варианту							
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее значение	2014 г.		2015 г.		2016 г.		среднее значение	
					ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Контроль	20,3	18,4	16,4	18,4	-	-	-	-	-	-	-	-
ПП, 5 т/га	31,1	29,6	25,9	28,9	10,8	53,2	11,2	60,9	9,5	57,9	10,5	57,1
ПП, 10 т/га	29,5	30,5	27,5	29,2	9,2	45,3	12,1	65,8	11,1	67,7	10,8	58,7
ПП, 15 т/га	23,3	31,8	23,9	26,3	3,0	14,8	13,4	72,8	7,5	45,7	7,9	43,4
ПП, 20 т/га	20,8	25,1	21,4	22,4	0,5	2,5	6,7	36,4	5,0	30,5	4,0	22,2
НСР <sub>05</sub> , ц/га	3,6	2,9	1,7	х	х	х	х	х	х	х	х	х

В 2014 г. максимальную урожайность яровой пшеницы относительно контрольного варианта показали варианты ПП, 5 т/га и ПП, 10 т/га птичьего помета (+53,2 и +45,3% соответственно). При максимальной дозе внесения 20 т/га птичьего помета урожайность превышала урожайность контрольного варианта на 0,5 ц/га. Данные по урожайности достоверны для значений в вариантах ПП, 5 т/га и ПП, 10 т/га (НСР<sub>05</sub>) (Тиньгаев А. В., Малютина Л. А., Шепталов В. Б., 2014).

В 2015 г. на участках с внесением птичьего помета максимальную урожайность показали варианты ПП, 10 т/га и ПП, 15 т/га (+65,8 и +72,8% к

контрольному варианту) (Тиньгаев А. В., Малютина Л. А., 2015). В 2015 г. урожайность росла по мере возрастания дозы вносимого помета в вариантах от ПП, 5 т/га до ПП, 15 т/га, снижалась при максимальной дозе внесения 20 т/га (прибавка к контролю составила 6,7 ц/га) в отличие от урожайности 2014 г., что связано с недостаточной обеспеченностью осадками в первые периоды роста и развития растений, невысоким уровнем засоренности опытных участков, слабым полеганием растений на участках с максимальной дозой внесения помета. Изменения урожайности статистически достоверны при 95% уровне значимости.

В 2016 г. на участках с внесением птичьего помета максимальную урожайность показали варианты ПП, 5 т/га и ПП, 10 т/га (+9,5 и +11,1% соответственно), снижение урожайности наблюдалось при внесении 15 и 20 т/га птичьего помета. В 2016 г. на урожайность оказало влияние полегание посевов на участках с внесением 15 и 20 т/га птичьего помета (данные достоверны при 95% уровне значимости) (Тиньгаев А. В., Малютина Л. А., 2016).

Последствие внесенного в первый год полевого опыта помета показало более низкие прибавки к урожайности контрольного варианта по сравнению с прямым действием (таблица 5.1.2).

Таблица 5.1.2 – Урожайность яровой мягкой пшеницы «Омская 28» при оценке последствия птичьего помета в полевом опыте, 2015-2016 гг.

Варианты опыта	Урожайность, ц/га			Прибавка урожая к контрольному варианту					
	2015 г.	2016 г.	среднее значение	2015 г.		2016 г.		среднее значение	
				ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Контроль	18,4	16,4	17,4	-	-	-	-	-	-
ПП, 5 т/га	22,1	18,6	20,4	3,7	20,1	2,2	13,4	3,0	17,0
ПП, 10 т/га	22,9	19,0	21,0	4,5	24,5	2,6	15,9	3,6	20,4
ПП, 15 т/га	23,8	22,6	23,2	5,4	29,3	6,2	37,8	5,8	33,3
ПП, 20 т/га	23,4	24,1	23,8	5,0	27,2	7,7	47,0	6,4	36,5
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,3	1,8	х	х	х	х	х	х	х

В 2015 г. на участках без внесения птичьего помета (оценка последствия) максимальную урожайность показали варианты ПП 15 т/га и ПП, 20 т/га (+29,3 и

+27,2% к контрольному варианту) (Тиньгаев А. В., Малютина Л. А., 2015). В 2015 г. на участках с оценкой последствий сохранялась тенденция снижения урожайности при максимальной дозе внесения птичьего помета, но разница в урожайности между дозами 15 и 20 т/га в отличие от вариантов с внесением помета заметно сократилась и составила 0,4 ц/га, разница с контрольным вариантом составила 5,0 ц/га.

В 2016 г. наблюдалось постепенное увеличение урожайности яровой пшеницы под влиянием последствий помета по мере роста дозы внесения птичьего помета с 18,6 ц/га в варианте ПП, 5т/га до 24,1 ц/га в варианте ПП, 20 т/га. В варианте ПП, 20 т/га была получена максимальная урожайность за два года оценки последствий птичьего помета на урожайность.

Проведенный дисперсионный анализ подтвердил высокую степень влияния норм внесения птичьего помета на урожайность: в 2014 г. – 89,3%; в 2015 г. на участках с внесением помета – 94,6%, без внесения помета – 93,7%; 2016 г. на участках с внесением помета – 93,8%, без внесения помета – 91,6%.

### **Влияние птичьего помета на качество зерна яровой мягкой пшеницы**

Качество зерна отражает физико-химические, биологические, технологические и потребительских свойства зерна пшеницы (Казаков Е. Д., 1973; Кулинич В. А., Чудинов В. А., 2015). На качество зерна пшеницы оказывают влияние различные факторы: климатические и погодные условия, агрофизические свойства почвы, виды удобрений и сроки их внесения, нормы посева, предшественники, сортовые особенности (Балашов В. В., Лёвкин В. Н., 2006; Мельник А. Ф., Мартынов А. Ф., 2012; Лавриненко А. Н., Байкин Ю. Л., Огородников Л. П., 2011; Пряхина С. И., Складов Ю. А., Васильева М. Ю., 2007; Фёдорова Р.А., 2016).

Одними из основных показателей, отражающих качество зерна пшеницы, являются стекловидность, содержание клейковины, содержание белка (таблица 5.1.3).

Таблица 5.1.3 – Качество зерна яровой мягкой пшеницы «Омская 28» в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Вариант	Стекловидность, %	Клейковина, %	Качество клейковины		Белок, %
			ед. ИДК	группа качества	
<b>2014 г. (с внесением птичьего помета)</b>					
Контроль	7	16	63	1	10,1
ПП, 5 т/га	12	18	45	1	12,4
ПП, 10 т/га	11	18	40	1	11,8
ПП, 15 т/га	13	22	55	1	13,5
ПП, 20 т/га	15	24	60	1	15,2
<b>2015 г. (с внесением птичьего помета)</b>					
Контроль	17	17	93	2	10,7
ПП, 5 т/га	23	18	97	2	11,2
ПП, 10 т/га	37	21	109	3	11,9
ПП, 15 т/га	31	21	104	2	12,2
ПП, 20 т/га	28	23	105	3	11,7
<b>2015 г. (без внесения птичьего помета)</b>					
Контроль	17	17	93	2	10,7
ПП, 5 т/га	15	19	122	3	10,8
ПП, 10 т/га	18	20	120	3	11,2
ПП, 15 т/га	11	18	115	3	10,6
ПП, 20 т/га	13	18	108	3	10,1
<b>2016 г. (с внесением птичьего помета)</b>					
Контроль	11	29	102	2	14,5
ПП, 5 т/га	12	29	98	2	15,4
ПП, 10 т/га	13	30	100	2	16,0
ПП, 15 т/га	13	32	100	2	16,8
ПП, 20 т/га	16	37	100	2	18
<b>2016 г. (без внесения птичьего помета)</b>					
Контроль	11	29	102	2	14,5
ПП, 5 т/га	11	27	98	2	14,8
ПП, 10 т/га	14	30	98	2	16
ПП, 15 т/га	9	30	102	2	16,3
ПП, 20 т/га	12	33	98	2	16,5

**Стекловидность.** Стекловидность зерна пшеницы представляет собой определенного вида консистенцию зерна при его разрезе (ГОСТ 10987-76). Стекловидное зерно содержит больше белка, отличается механической прочностью, что оказывает влияние на мукомольные и хлебопекарные качества зерна (Кабанов П. Г., 1975; Фёдорова Р.А., 2016). Стекловидное зерно дает

большой выход муки, которая применяется в хлебопечении. Стекловидность также является одним из параметров отнесения пшеницы к определенному типу и подтипу (ГОСТ Р 52554-2006).

Яровая пшеница «Омская 28» по своим ботаническим и биологическим особенностям относится к I типу пшеницы – мягкая яровая краснозерная. Подтип пшеницы определен для вариантов ПП, 5 т/ га, ПП, 10 т/га, ПП, 15 т/га и контрольного участка как IV (пшеница желто-красная с общей стекловидностью менее 40%); пшеница, полученная с участков с дозой внесения 20 т/га, относится к III подтипу (пшеница светло-красная с общей стекловидностью менее 40%).

Стекловидность пшеницы в полевом опыте изменялась в зависимости от нормы внесения птичьего помета (рисунок 5.1.1).

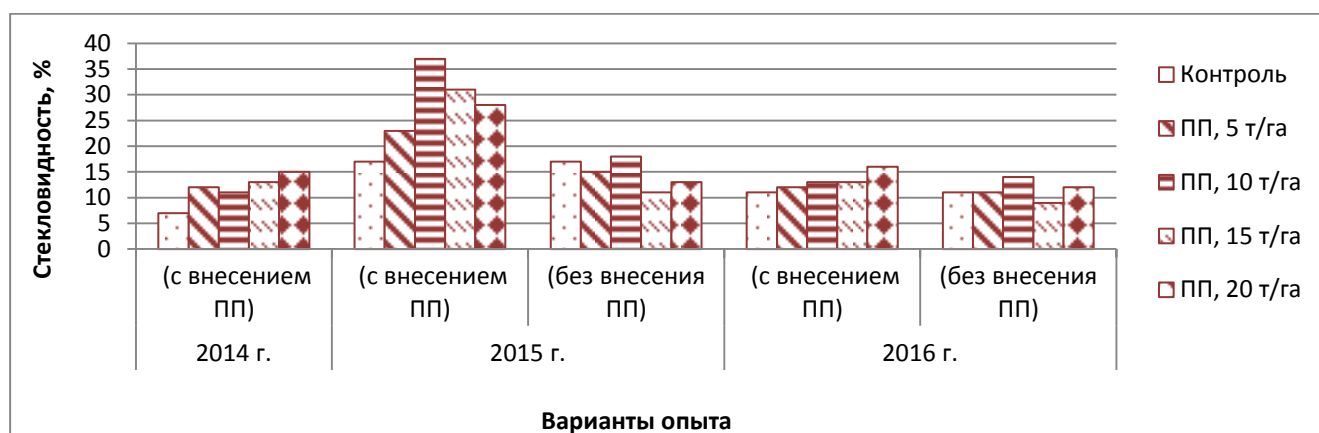


Рисунок 5.1.1 – Стекловидность зерна яровой мягкой пшеницы «Омская 28» в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

В 2014 г. стекловидность зерна, полученного с участков, на которые вносился птичий помет, превышала показатель контрольного участка (7%) на 4-8%. Зерно с максимальной стекловидностью было получено в варианте ПП, 20 т/га (15%), с минимальной – в вариантах ПП, 10 т/га (11%).

В 2015 г. средняя стекловидность по опыту с внесением помета увеличилась с 11,6 до 27,2%. Максимальное значение стекловидности получено в варианте ПП, 10 т/га, минимальное – в варианте ПП, 5 т/га. На увеличение стекловидности оказывает влияние повышенное внесение азота с птичьим пометом, а также

высокая температура и низкая влажность вегетационного периода (Рындин А. Ю., 2013).

На участках без внесения помета стекловидность зерна увеличилась относительно показателей 2014 г. – в среднем с 11,6% до 14,8%. Относительно показателей 2015 г. на участках с внесением птичьего помета стекловидность зерна снизилась по всем вариантам – в среднем с 27,2% до 14,8%. Наибольшее снижение стекловидности произошло в вариантах ПП, 10 т/га и ПП, 15 т/га.

В 2016 г. показатели стекловидности в среднем по опыту уменьшились относительно показателей 2015 г.: на участках с внесением помета с 27,2 до 13%, на участках без внесения помета с 14,8 до 11,4%. Зерно с максимальной стекловидностью было получено при внесении 20 т/га птичьего помета (16%), минимальное – при внесении 5 т/га (12%). На участках без внесения помета (оценка последствий) максимальное значение получено в варианте ПП, 10 т/га (14%), минимальное – ПП, 20 т/га (9%).

Стекловидность оказывает влияние на содержание белков в зерне, из которых формируется клейковина (Федорова Р. А., 2016).

**Клейковина зерна.** Клейковина представляет собой сложный комплекс, состоящий из белков (до 80% в пересчете на сухое вещество), крахмала, жира, клетчатки, золы (Вакар А. Б., 1961; Пшеница..., 1968). Клейковина характеризуется показателями количества и качества, которые зависят от условий произрастания пшеницы, ее сортовых особенностей, агротехники (Захарова Н. Н., Захаров Н. Г., Гаранин М. Н., 2016; Растениеводство, 2008; Федорова Р. А., 2016), а также условий хранения и обработки зерна (Вакар А. Б., 1961). Среднее содержание клейковины в зерне пшеницы составляет 16-52% (Растениеводство, 2008). В зависимости от количества и качества клейковины пшеницу подразделяют на типы (ГОСТ 27839-2013) и классы (ГОСТ Р 52554-2006).

В полевом опыте 2014-2016 гг. полученный урожай пшеницы по содержанию сырой клейковины и ее качеству отнесен к III-V классам в зависимости от варианта опыта. В 2014 г. урожай пшеницы в вариантах ПП, 5



т/га, ПП, 10 т/га, ПП, 15 т/га отнесен к IV классу; в варианте ПП, 20 т/га – к III классу, контрольный вариант – к V классу.

В 2015 г. на участках с внесением птичьего помета урожай в варианте ПП, 5 т/га отнесен IV классу, всех остальных вариантах, включая контрольный – к V классу; на участках без внесения птичьего помета урожай по всем вариантам опыта отнесен к V классу.

В 2016 г. зерно, полученное на участках с внесением птичьего помета в вариантах ПП, 5 т/га, 10 т/га, 15 т/га, 20 т/га отнесено к III классу, зерно контрольного участка – к V классу. На участках без внесения помета (оценка последствий) к III классу отнесено зерно, полученное в вариантах ПП, 5 т/га, 10 т/га, 20 т/га; в вариантах ПП, 15 т/га и с контрольного участка – к V классу.

На снижение класса пшеницы повлияла оценка *качества сырой клейковины*. В 2014 г. по качеству клейковины пшеница относилась по всем вариантам опыта к 1 группе (клейковина средняя, хорошая); в 2015 г. на участках с внесением помета в варианте ПП, 5 т/га и ПП, 15 т/га и на контрольном участке пшеница отнесена к 2 группе (клейковина удовлетворительная, слабая), в вариантах ПП, 10 т/га и ПП, 20 т/га – к 3 группе (неудовлетворительная, слабая); в 2016 г. по качеству клейковины зерно со всех участков отнесено к 2 группе (удовлетворительная, слабая).

Содержание сырой клейковины на участках с внесением помета в 2014 г. и 2015 г. отличалось незначительно – в среднем по опыту 19,6-20,0%. В 2016 г. произошло резкое увеличение содержания клейковины до 29,8% (рисунок 5.1.2).

Максимальное значение сырой клейковины наблюдалось в 2014-2015 гг. в варианте ПП, 20 т/га, которая на 8% в 2014 г. и на 6% в 2015 г. превышала значения сырой клейковины по контрольному участку. Минимальное количество сырой клейковины наблюдалось на контрольных участках и при внесении 5 т/га птичьего помета. Разница в количестве сырой клейковины на контрольном участке и в варианте ПП, 5 т/га в 2014 г. составила 2%, в 2015 г. – 1%.

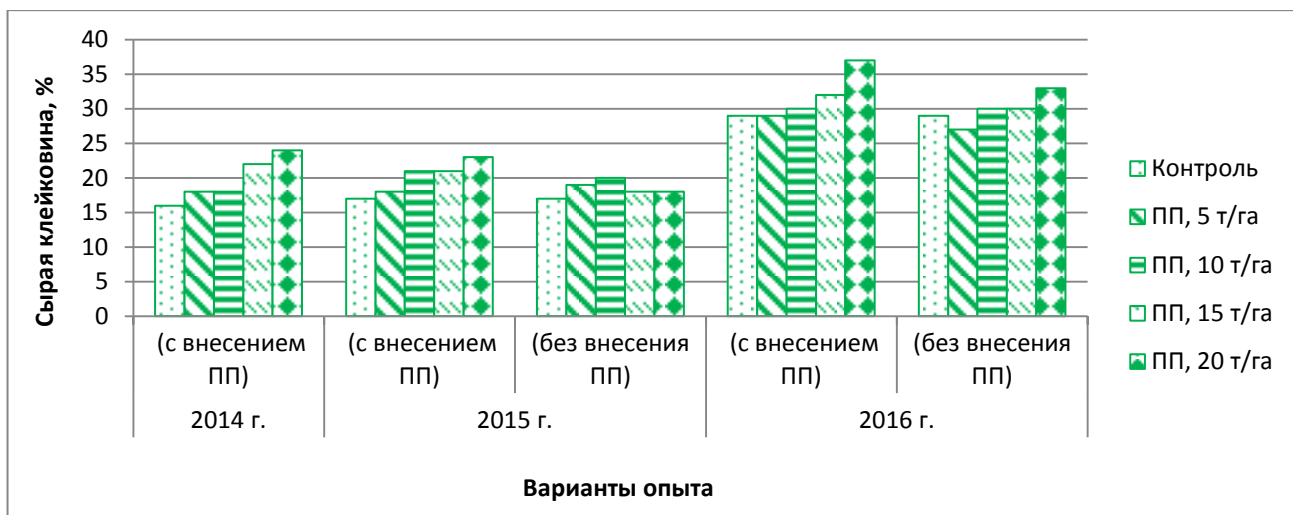


Рисунок 5.1.2 – Содержание сырой клейковины в зерне яровой мягкой пшеницы «Омская 28» в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

На участках без внесения птичьего помета (оценка последствий) содержание клейковины в зерне в среднем по опыту снизилось на 1,6% относительно участков с внесением птичьего помета. Наибольшее снижение содержания сырой клейковины произошло в вариантах ПП, 15 т/га, и ПП, 20 т/га – на 3 и 5% соответственно. В варианте ПП, 5 т/га содержание клейковины в зерне, напротив, выросло на 1%.

В 2016 г. наблюдалось увеличение содержания сырой клейковины в зерне до 31,4% в среднем по опыту, что в 1,6 раза превышало аналогичные показатели 2014-2015 гг. на участках с внесением помета и с оценкой последствий. Максимальное содержание сырой клейковины наблюдалось на участках с внесением помета в варианте ПП, 20 т/га (37%), минимальное – на контрольном и в варианте ПП, 5 т/га (29%). На участках без внесения помета (оценка последствий) максимальные показатели также отмечены в варианте ПП, 20 т/га, минимальные – в варианте ПП, 5 т/га, которое оказалось меньше значений контрольного варианта на 2%.

**Белки зерна.** Белки зерна являются природными высокомолекулярными соединениями, которые состоят из полипептидных цепочек, образованных различными аминокислотами, соединенных пептидными связями (Лукьянов А. Б., 1988; Владимирова Е.Г., Ушакова Г.И., Кушнарера О.П., 2004). Содержание

белковых веществ в зерне характеризуют его биологическую ценность, вкусовые и хлебопекарные качества (Казаков Е. Д., 1973). Количество белков в мягкой пшенице варьирует в среднем от 8,6 до 24,4% (Федорова Р. А., 2016).

В полевом опыте с яровой пшеницей в 2014-2016 гг. наблюдалось варьирование содержания белков в зерне в зависимости от варианта опыта, года исследования (рисунок 5.1.3).

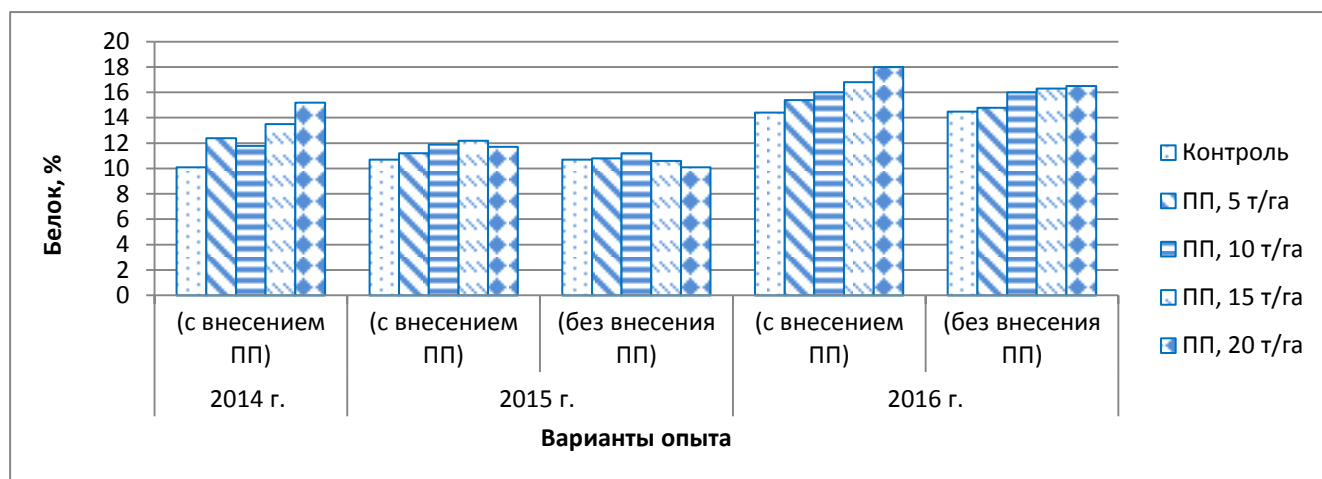


Рисунок 5.1.3 – Содержание белков в зерне яровой мягкой пшеницы «Омская 28» в полевом опыте с птичьим пометом, 2014-2016 гг.

Наибольшее содержание белков наблюдалось в зерне урожая 2016 г. Среднее содержание белков по вариантам опыта на участках с внесением птичьего помета в 2016 г. в 1,3 раза превышало значения 2014 г., в 1,4 раза – значения 2015 г. На участках без внесения помета (оценка последействия) значения 2016 г. в 1,5 раза были больше значения 2015 г.

Содержание белков в зерне в 2014 г. увеличивалось с возрастанием дозы вносимого под посевы пшеницы птичьего помета. При внесении 5 т/га содержание белков составляло 12,4%, при внесении 20 т/га – 15,2%. В 2015 г. В 2015 г. на участках с внесением помета минимальное содержание белка наблюдалось также при внесении 5 т/га птичьего помета (11,2%), максимальное – при внесении 15 т/га (12,2%).

При внесении максимальной дозы птичьего помета 20 т/га произошло снижение содержания белка в зерне до 11,7%, что незначительно отличается от содержания белка при внесении 5 и 10 т/га.

На участках без внесения помета (оценка последствий) в 2015 г. максимальное содержание белка наблюдалось в варианте ПП, 10 т/га (11,2%). Во всех остальных вариантах содержание белка было меньше в среднем на 0,7% и незначительно отличалось от значения контрольного варианта (10,7%).

В 2016 г. прослеживалась четкая зависимость изменения значения содержания белка в зерне от нормы внесения помета: чем выше была норма внесения, тем выше содержание белка в зерне. На участках с внесением помета содержание белка изменялось по вариантам от 14,4% (контрольный) до 18% (ПП, 20 т/га); на участках без внесения помета – от 14,5% до 16,5% соответственно.

На содержание белка и клейковины в зерне значительное влияние оказывает вносимый с птичьим пометом азот, который также является составной частью аминокислот белков (до 16-18% их массы). При внесении повышенных доз азота происходит повышение синтеза белковых веществ, увеличивается зеленая масса растения (Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И., 2002; Растениеводство, 2008; Новиков Н. Н., 1995).

В полевом опыте по всем годам на участках с внесением птичьего помета взаимосвязь между количеством вносимого азота и содержанием белка оценивалась как прямая, сильная ( $R_{2014}=0,94\pm 0,20$ ;  $R_{2015}=0,80\pm 0,35$ ;  $R_{2016}=0,99\pm 0,06$ ). В 2015 г. сила связи уменьшилась, что говорит о повышении влияния других факторов. Зерно, полученное в 2015-2016 г. с участков, куда птичий помет не вносился (оценка последствий), отличалось меньшим содержанием белка по сравнению с участками с внесением помета: в 2015 г. разница составила 0,86%, в 2016 г. – 0,5%.

Содержание белка в зерне находится во взаимосвязи с другими показателями качества зерна и урожайностью культуры (таблица 5.1.4).

Таблица 5.1.4 – Взаимосвязь между содержанием белка и показателями качества зерна и урожайности в полевом опыте с яровой мягкой пшеницей «Омская 28»

Показатели	2014 г.	2015 г.		2016 г.	
	с ПП*	с ПП	без ПП**	с ПП	без ПП
Стекловидность, %	0,97±0,13	0,89±0,26	0,68±0,42	0,96±0,17	0,1±0,57
Клейковина, %	0,97±0,15	0,81±0,34	0,63±0,45	0,92±0,22	0,79±0,35
Качество клейковины, ед. ИДК	0,09±0,57	0,88±0,27	0,38±0,53	-0,26±0,56	-0,22±0,56
Урожайность, ц/га	-0,14±0,57	0,81±0,34	-0,16±0,57	0,27±0,56	0,89±0,26

\*с ПП – с внесением птичьего помета; \*\*без ПП - без внесения птичьего помета

В 2014-2016 гг. на участках с внесением птичьего помета наблюдалась прямая тесная связь между содержанием белка и клейковины, в 2015 г. на участках без внесения помета – прямая, средняя связь. Снижение влияния количества белка на клейковину связано с меньшим обеспечением азотом данных участков опыта.

Влияние содержания белка на качество клейковины является прямым в 2014-2015 гг., в 2016 г. – обратным. Сила связи при этом изменялась по годам диаметрально: в 2014 г. связь очень слабая, в 2015 г. на участках с внесением помета сильная, на участках без внесения помета – средняя, в 2016 г. – слабая.

По литературным данным на содержание белка и клейковины оказывают значительное влияние погодные условия (Федорова Р. А., 2016; Balla K., 2011). Во влажные годы содержание белка и клейковины в зерне уменьшается при одновременном увеличении урожайности, что связано с расходом растением азота в первую очередь на развитие «элементов величины урожайности (густоты продуктивного стеблестоя, числа зерен в колосе)» (Растениеводство..., 1998; Кабанов П. Г., 1975). На формирование белков зерна идет оставшееся количество азота в почве, что бывает недостаточным для получения зерна пшеницы более высоких классов. В засушливые годы и при достаточном (не избыточном) увлажнении формируется более высокое содержание белка и сырой клейковины (Захарова Н. Н., Захаров Н. Г., Гаранин М. Н., 2016; Ligan Kong, 2013).

Погодные условия в полевом опыте также оказали воздействие на качество зерна (таблица 5.1.5).

Таблица 5.1.5 – Гидротермический коэффициент за вегетативный и репродуктивный периоды роста и развития яровой пшеницы в полевом опыте

Год	Гидротермический коэффициент (ГТК)			Среднее содержание белка в зерне, %
	вегетативный период (май-июнь)	репродуктивный период (июль-август)	за вегетационный период	
2014	2,1	1,2	1,4	12,6
2015	1,2	0,8	0,9	11,5
2016	1,4	1,4	1,4	16,1

Наибольшее содержание белка в зерне пшеницы отмечено при стабильной влагообеспеченности всего вегетационного периода в 2016 г. (ГТК=1,4). Среднее значение ГТК за вегетационный период 2015 г. соответствовал значению 2016 г., но при этом наблюдалось варьирование влагообеспеченности по периодам: в вегетативный период влагообеспеченность была выше (ГТК=2,1), во второй половине вегетационного периода влагообеспеченность снизилась (ГТК=1,2).

Содержание белка в зерне в 2014 г. было ниже значений 2016 г. В 2015 г. отмечена более низкая влагообеспеченность вегетационного периода (ГТК=0,9). В этот же период наблюдалось снижение количества белка в зерне до 11,5%. Влияние ГТК по опыту на содержание белка в зерне пшеницы составило 47,7% (значимо при  $\alpha=0,05$ ).

Взаимосвязь между содержанием белка в зерне и урожайностью по годам опыта изменялась по силе и направлению. Слабая отрицательная связь наблюдалась в 2014 г. на участках с внесением помета и в 2015 г. на участках без внесения помета (оценка последствий); слабая, прямая связь отмечена в 2016 г. на участках с внесением помета; сильная, прямая связь – в 2015 г. при внесении помета и в 2016 г. на участках без внесения помета. Изменчивость связей говорит о влиянии других факторов на урожайность.

Кроме норм внесения помета на урожайность и его качество также оказывают влияние факторы: содержание гумуса в почве, валовых форм азота, фосфора и калия, гидротермический коэффициент вегетационного периода, реакция почвенной среды. Рассмотрим влияние данных факторов с помощью информационно-логического анализа.

### **Влияние различных факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы в полевом опыте с оценкой действия птичьего помета с использованием информационно-логического анализа**

Информационно-логический анализ позволяет оценивать влияние факторов, выраженных в количественной и качественной форме на изучаемый объект, изучить степень зависимости, а также форму и тесноту связи, позволяет ранжировать влияющие факторы по степени влияния на явление, а также построить модель зависимости явления от факторов (Пузаченко Ю. Г., Мошкин А. В., 1969; Бурлакова Л. М., 1984; Овцинов В.И., 2007).

Влияющими на урожайность факторами были определены: нормы внесения птичьего помета (НВ), значения гидротермического коэффициента ( $ГТК_{V-VIII}$ ), кислотность почвы ( $pH_{вод.}$ ), содержание гумуса (Г), содержание азот валовой (N), фосфора общего (Р) и калия общего (К) в почве. Оценка показателей осуществляется по количеству информации, поступающей от влияющих факторов (Т) к явлению (урожайности) и коэффициента эффективности передачи информации (К) (Тиньгаев А. В., Малютина Л. А., 2016; Малютина Л. А., 2017).

По значению коэффициента передачи информации (К) определяется теснота связи между фактором и явлением. Так, в полевом опыте с птичьим пометом наибольшую тесноту связи с урожайностью показали нормы внесения птичьего помета ( $K=0,4863$ ,  $T=1,1290$ ), содержание в почве гумуса ( $K=0,3296$ ,  $T=0,4680$ ). Средняя теснота связи выявлена между урожайностью и валовыми формами азота ( $T=0,2555$ ,  $K=0,2783$ ) и фосфора в почве ( $T=0,2555$ ,  $K=0,2783$ ),  $ГТК_{V-VIII}$  ( $T=0,1906$ ,  $K=0,2076$ ) и содержанием калия общего в почве ( $T=0,1885$ ,  $K=0,1957$ ).

Наименьшее влияние на урожайность пшеницы оказала кислотность почвы ( $T=0,1012$ ,  $K=0,1015$ ) (таблица 5.1.6).

Таблица 5.1.6 – Степень связи между урожайностью яровой мягкой пшеницы и влияющими факторами в полевом опыте с птичьим пометом

Факторы	Количество поступающей информации от фактора (Т), бит	Коэффициент эффективности передачи информации (К)	Доля участия фактора (Д), %
Норма внесения птичьего помета (НВ), т/га	1,1290	0,4863	37,5
Гумус (Г),%	0,4680	0,3296	17,7
Азот валовой (N),%	0,2555	0,2783	9,6
Фосфор общий (Р),%	0,2555	0,2783	9,6
ГТК <sub>V-VIII</sub>	0,1906	0,2076	7,2
Калий общий (К), %	0,1885	0,1957	7,0
pH водн.	0,1012	0,1015	3,8
Совокупность влияния факторов, %	x	x	92,3

Влияние факторов на урожайность также можно отобразить в графическом виде (рисунок 5.1.4).

Зависимость урожайности от нормы внесения помета и от содержания гумуса в почве носит криволинейный характер, т.е. при увеличении до определенного предела нормы внесения помета и содержания гумуса, урожайность яровой пшеницы повышается, после перехода оптимального предела значений данных факторов происходит снижение урожайности.

Зависимость урожайности от валовых форм азота, фосфора, калия, носят прямолинейный характер, при котором при увеличении значения фактора, происходит рост урожайности. Влияние ГТК и реакции почвенной среды водной носят обратный характер, т.е. при увеличении значений фактора урожайность снижается.



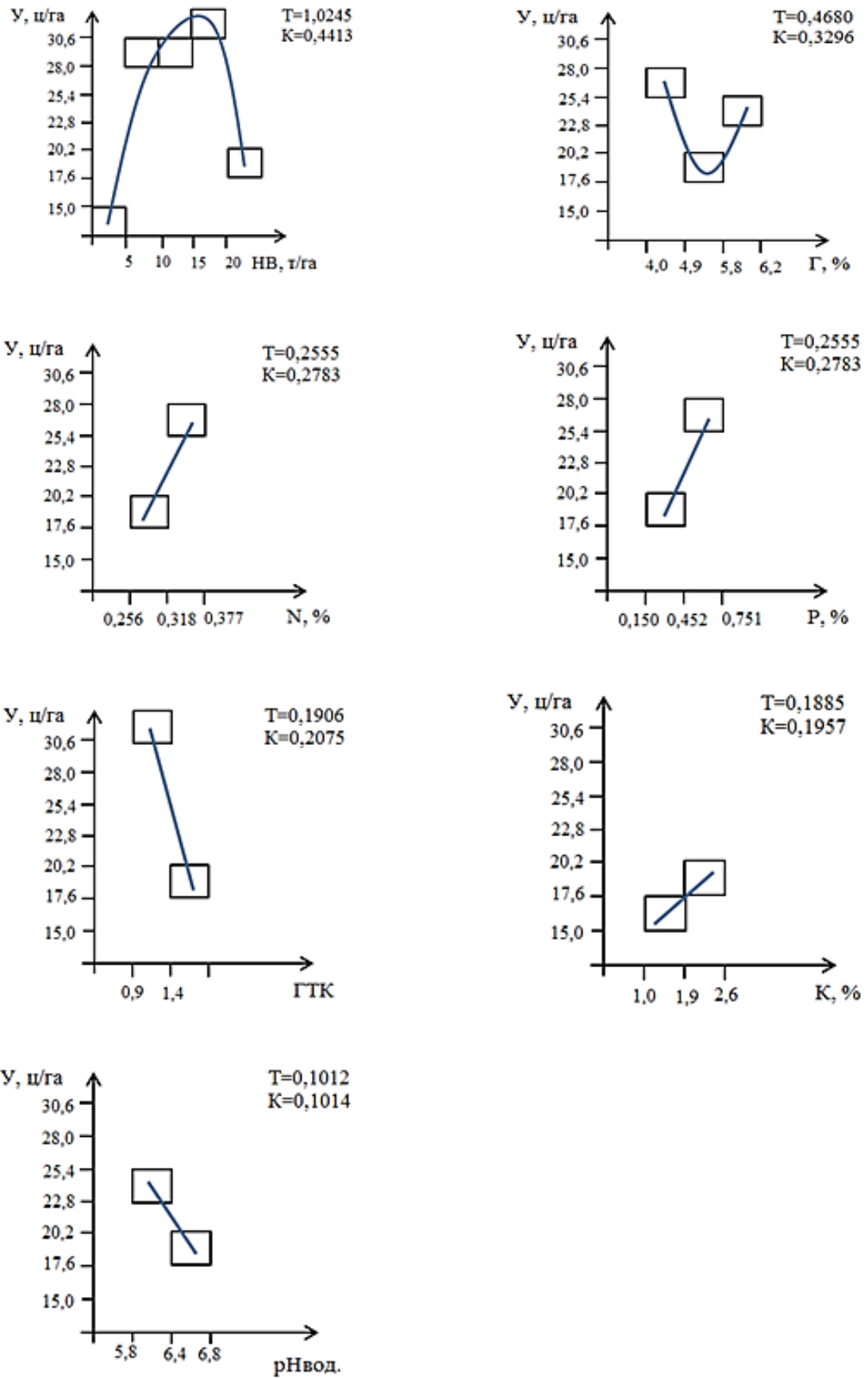


Рисунок 5.1.4 – Зависимость урожайности (Y) яровой мягкой пшеницы от влияющих факторов в полевом опыте с птичьим пометом

На основании долей влияния факторов на урожайность факторы ранжируются по убыванию, и строится информационно-логическая модель урожайности (формула 1):

$$Y = \text{НВ}_{(37,5\%)} \boxtimes \Gamma_{(17,7\%)} \boxtimes \text{N}_{(9,6\%)} \boxtimes \text{P}_{(9,6\%)} \boxtimes \text{ГТК}_{\text{V-VIII}}_{(7,2\%)} \boxtimes \text{K}_{(7,0\%)} \boxtimes \text{pH}_{\text{вод.}}_{(6,1\%)} \quad (1)$$

где:

У – урожайность яровой пшеницы, ц/га; НВ – норма внесения птичьего помета;  $\Gamma$  – содержание в почве гумуса, %; N – содержание в почве азота валового, %; P – содержание в почве фосфора общего, %; ГТК<sub>V-VIII</sub> – гидротехнический коэффициент, охватывающий период с мая по август; K – содержание в почве калия общего, %; pH<sub>вод.</sub> – реакция почвенной среды водная;

$\boxtimes$  – знак логической функции нелинейного произведения.

Модель урожайности позволяет проводить прогноз урожайности яровой мягкой пшеницы на черноземе оподзоленном с точностью 92,3%.

### **Влияние различных факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы в полевом опыте с оценкой последствия птичьего помета с использованием информационно-логического анализа**

На урожайность пшеницы оказывает влияние последствие птичьего помета. По значению коэффициента эффективности передачи информации (K) наиболее сильная взаимосвязь прослеживается между урожайностью и нормой внесения птичьего помета и содержанием гумуса в почве, более слабая связь прослеживалась между валовыми формами азота, фосфора и калия, ГТК<sub>V-VIII</sub>, реакцией почвенной среды водной (таблица 5.1.7)

Доля влияния нормы внесения помета и гумуса на участках с оценкой последствия составили соответственно 43,2 и 18,4%, что превышает значения аналогичных показателей на участках с ежегодным внесением помета на 5,7 и 0,8% соответственно.

Таблица 5.1.7 – Степень связи между урожайностью яровой мягкой пшеницы и влияющими факторами в полевом опыте с птичьим пометом на участках с оценкой последствий

Фактор	Количество поступающей информации от фактора (Т), бит	Коэффициента эффективности передачи информации (К)	Доля участия фактора (Д), %
Норма внесения птичьего помета (НВ), т/га	0,8679	0,3806	43,2
Гумус (Г),%	0,3781	0,2544	18,4
Азот валовой (N), %	0,1559	0,1181	8,2
pH <sub>водн.</sub>	0,1644	0,1644	8,0
ГТК <sub>V-VIII</sub>	0,1516	0,1516	7,4
Фосфор общий (P), %	0,1516	0,1516	7,4
Калий общий (K),%	0,1517	0,1564	7,4
Совокупность влияния факторов, %	х	х	100,

Близкими по участию в урожайности оказались факторы: азот валовой (8,2%), pH<sub>водн.</sub> (8,0%), ГТК (7,4%), фосфор общий (7,4%), калий общий (7,4%). Информационно-логическая модель урожайности на участках с оценкой последствий (формула 2):

$$Y = НВ_{(43,2\%)} \boxtimes Г_{(18,5\%)} \boxtimes N_{(8,2\%)} \boxtimes pH_{водн. (8\%)} \boxtimes ГТК_{V-VIII (7,4\%)} \boxtimes P_{(7,4\%)} \boxtimes K_{(7,4\%)} \boxtimes \quad (2)$$

где:

Y – урожайность яровой пшеницы, ц/га; НВ – норма внесения птичьего помета; Г – содержание в почве гумуса, %; N – содержание в почве азота валового, %; P – содержание в почве фосфора общего, %; ГТК<sub>V-VIII</sub> – гидротехнический коэффициент, охватывающий период с мая по август; K – содержание в почве калия общего, %; pH<sub>водн.</sub> – реакция почвенной среды водная;  $\boxtimes$  – знак логической функции нелинейного произведения.

Модель урожайности позволяет проводить прогноз урожайности яровой мягкой пшеницы на черноземе оподзоленном с точностью 100%.

Графически связь между урожайностью и влияющими факторами представлена на рисунке 5.1.5.

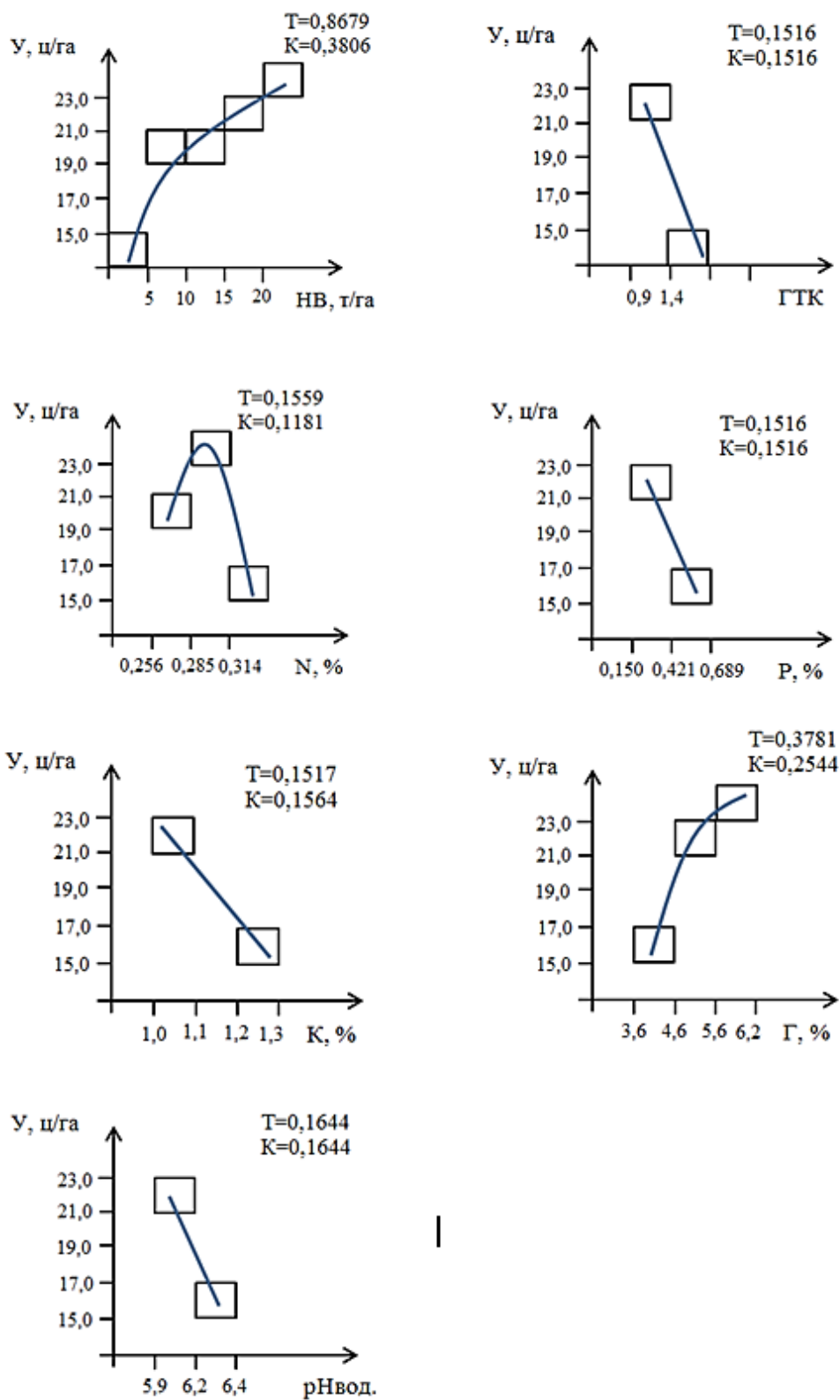


Рисунок 5.1.5 – Зависимость урожайности (Y) яровой мягкой пшеницы от влияющих факторов в полевом опыте с оценкой последействия птичьего помета

### 5.1.2 Влияние разных доз птичьего помета на высоту и полегание растений яровой мягкой пшеницы в полевом опыте

Высота растений является изменчивой по годам и зависит от сортовых особенностей, обеспеченности влагой и теплом (Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш., Сапега С. В., 2013; Ковтун В.И., Ковтун Л.Н, 2014; Кондратенко Е. П., Егушова Е. А., Косолапова А. А., Сергеева И. А., Яковченко М. А, 2016), азотного питания растений (Журавлева Е. В., 2014).

Высота растений в полевом опыте в 2014-2016 гг. при внесении птичьего помета в среднем изменялась с 93 до 101 см; на участках опыта, где помет не вносился, средняя высота растений составляла 77-91 см. Отклонения в высоте от контрольных вариантов наблюдались у растений в зависимости от дозы внесения птичьего помета (рисунок 5.1.6).

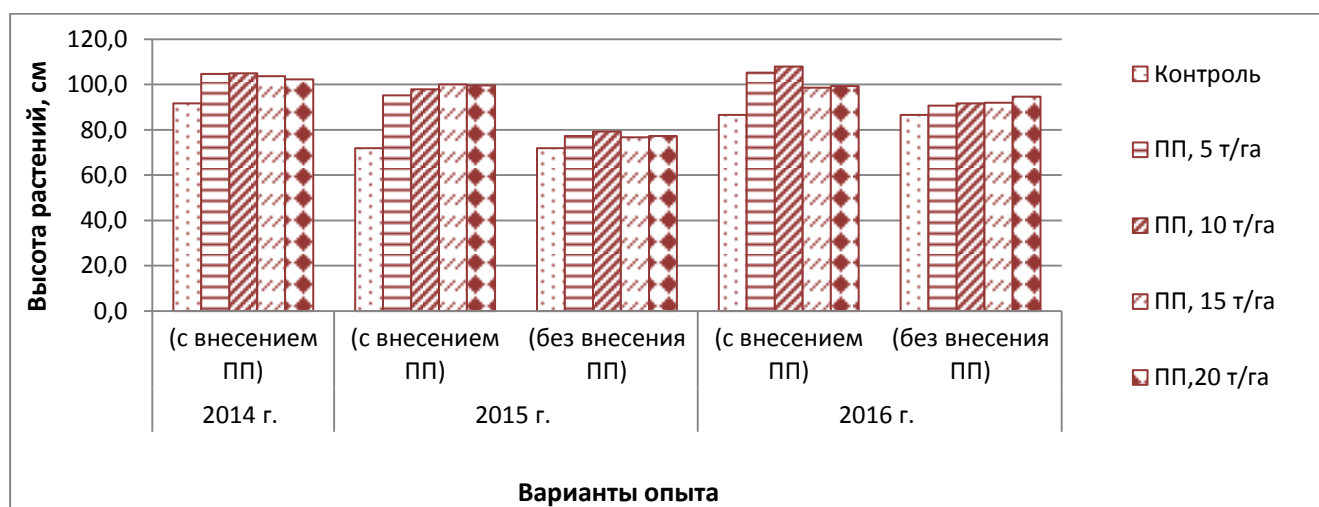


Рисунок 5.1.6 – Высота растений яровой пшеницы «Омская 28» в полевом опыте с внесением разных доз птичьего помета

В 2014 г. отклонение по высоте растения от контрольного варианта составляло 9,7-11,0 см, в 2015 г. с внесением помета – 15,7-21,7 см, в 2015 г. на участках без внесения помета – 9,3-13,0 см, в 2016 г. на участках с внесением помета 12-18,7 см, без внесения помета – 4,0-8,0 см. Данные по высоте растений достоверны при НСР05 для всех вариантов 2014-2015 гг., для вариантов с

внесением помета в 2016 г., для вариантов ПП, 10 т/га, ПП, 15/га, ПП, 20 т/га в вариантах без внесения помета.

Дисперсионный анализ подтвердил влияние вариантов опыта на высоту растений: в 2014 г. влияние вариантов составляло 77,35%, в 2015 г. с внесением помета – 98,53%, в 2015 г. без внесения (последствие) – 96,26%, в 2016 г. с внесением помета – 89,79%, без внесения – 66,61%.

Высота растения оказывает влияние на урожайность растений. Между высотой пшеницы и ее урожайностью прослеживается прямая, сильная связь. Коэффициент корреляции высоты и урожайности в 2014 г. составил  $R=0,66\pm 0,43$ ; в 2015 г. с внесением помета  $R=0,87\pm 0,29$ , в 2015 г. без внесения (последствие) –  $R=0,86\pm 0,30$ ; в 2016 г. в вариантах с внесением помета  $R=0,97\pm 0,13$ , без внесения –  $0,90\pm 0,25$ . Высота растений также является одной из причин полегания растений.

На полегание посевов оказывают влияние различные факторы: погодноклиматические условия (избыточное увлажнение, сильный ветер, недостаток света), болезни растений, чрезмерное азотное питание растений, загущение посевов (Пикуш Г. Р., 1988; Захаров В.Г., Сюков В.В., Яковлева О.Д., 2014; Ковригина Л.Н., Заушинцена А.В., 2010); высота растений (Дёмина И.Ф., Косенко С.В., 2015; Худенко М. А., 2014; Пискарёв В. В., 2006). Полегание посевов приводит к нарушению обменных процессов в растениях, к снижению урожайности культуры, качества зерна, к развитию заболеваний растений (Ковтун, В.И., Ковтун Л.Н., 2014; Заушинцена А.В., 2009; Бутакова О.И., Щенникова И.Н., 2012; Чайкин В. В., Тороп А. А., 2014; Дёмина И.Ф., Косенко С.В., 2015), затрудняет уборку урожая. Потери урожая от полегания культуры составляют 29,8-30,9% – при раннем и интенсивном полегании, 9,9-17,6% – в фазе восковой спелости (Gotsova V., Gotsova P., 1965; Ковтун И. И., 1990), могут достигать до 50 % и более (Жученко А. А., 2004).

Сорт яровой мягкой пшеницы «Омская 28» является устойчивым к полеганию растений – устойчивость к полеганию составляет 4,4 балла по пятибалльной шкале (по данным ФГБУ «Боевое» Российской академии

сельскохозяйственных наук), но при этом полегание возможно при воздействии дополнительных факторов. Так, в полевом опыте 2014-2016 гг. наблюдалось полегание пшеницы под влиянием погодно-климатических факторов и избыточного азотного питания растений. Полегание растений наблюдалось с фазы колошения на участках с внесением помета в дозах 15 и 20 т/га (рисунок 5.1.7).



*а) фаза колошения*



*б) фаза полной спелости*

Рисунок 5.1.7 – Полегание яровой пшеницы сорта «Омская 28» в полевом опыте на участке с внесением дозы 20 т/га птичьего помета, 2014 г.

В 2014 г. в полевом опыте наблюдалось сильное полегание растений, которое было вызвано высокими дозами азота, поступившими с птичьим пометом, достаточным обеспечением влагой в начальные фазы роста растений, и как следствие, увеличением высоты растений относительно контрольного варианта, бурным ростом сорняков на опытных участках.

Снижение урожайности в вариантах с полеганием посевов ПП, 15 т/га и ПП, 20 т/га относительно максимальной урожайности варианта ПП, 5т/га составило 7,8 и 10,3 ц/га соответственно.

В 2015 г. полегание пшеницы в варианте ПП, 20 т/га оценивалось как среднее (наклон растений около  $45^\circ$ ) на участках с внесением птичьего помета; на участках без внесения птичьего помета – как слабое полегание (рисунок 5.1.8).



*а) участок с внесением помета*

*б) участок без внесения птичьего помета*

Рисунок 5.1.8 – Полегание яровой пшеницы сорта «Омская 28» в полевом опыте в варианте ПП, 20 т/га в фазу полной спелости, 2015 г.

Снижение урожайности на участках с дозой внесения птичьего помета 20 т/га составило 6,7 ц/га относительно максимальной урожайности в опыте (31,8 ц/га в варианте ПП, 15 т/га). В варианте ПП, 15 т/га в 2015 г. отмечалось слабое полегание пшеницы как на участках с внесением помета, так и без внесения. Снижение степени полегания в 2015 г. при высоких дозах вносимого с пометом азота обусловлено недостаточным обеспечением осадками в июне, повышенными температурами в мае и июне относительно нормативных значений.

Совокупность сложившихся факторов снизило темпы роста наземной части растения в первых фазах развития растения и не привело к сильному полеганию растений. Урожайность в 2015 г. в вариантах с максимальным внесением помета повысилась относительно урожайности на данных участках в 2014 г. и составила в варианте ПП, 15 т/га 31,8 ц/га, в варианте ПП, 20 т/га 25,1 ц/га. Урожайность на участках без внесения помета в вариантах ПП, 15 т/га и 20 т/га (последствие внесенного помета в 2014 г.) в 2015 г. была выше урожайности на этих участках в 2014 г. на 0,5 и 2,6 ц/га соответственно.

В 2016 г. в полевом опыте на участках с максимальными дозами внесения птичьего помета наблюдалось сильное полегание растений, что было связано со



сверхнормативным обеспечением осадками в июне и июле (+5,6 мм и +84,9 мм к среднегодовому значению соответственно), которое привело к полеганию посевов на участках с внесением 15 и 20 т/га птичьего помета. На участках без внесения помета также наблюдалось частичное полегание на участках ПП, 15 т/га и 20 т/га. Полегание растений оказало влияние на урожайность пшеницы. Так, в вариантах ПП, 15 т/га и 20 т/га на участках с внесением помета урожайность составила 23,9 и 21,4 ц/га соответственно, что ниже аналогичных значений за 2015 г. на 7,9 и 3,7 ц/га; на участках без внесения помета урожайность уменьшилась на 1,2 ц/га в варианте ПП, 15 т/га и увеличилась на 0,7 ц/га в варианте ПП, 20 т/га. Полегание растений также оказало влияние на рост засоренности участков злаковыми сорняками, качество зерна.

### **5.1.3 Влияние разных доз птичьего помета на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в полевом опыте**

Засоренность посевов сорняками оказывает значительное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и качество урожая, баланс элементов почвы, свойства почвы, тепловой и световой режимы агрофитоценоза (Баздырев Г. И., 1993; Баздырев Г. И., 2004; Шубитидзе Г. В, Курдюков Ю. Ф., Брель С. В., 2016). Сорняки могут быть ядовиты для людей и животных, способствовать размножению вредителей и болезней растений (Забазный П. А., Буряков Ю. П., Карцев Ю. Г., 1983; Земледелие, 2002; Практикум., 1996). Сорные растения потребляют большое количество влаги и выносят из почвы полезные микро- и макроэлементы, затеняют культурные растения, подавляют их рост и развитие, вызывают полегание (Матюк Н.С., Беленков А.И., Мазиров М.А., Полин В.Д., Рассадин А.Я., Абрашкина Е.Д., 2011; Земледелие, 2002; Хлудеев В. С., 2009).

Засоренность полей приводит к увеличению производственных и организационных расходов организаций на очистку полученной продукции,

семян; на ремонт уборочной техники, из-за простоя техники во время уборки посевов (Баздырев Г. И., 2002; Широких П. С., 2005; Практикум., 1996). Потери продукции в сельском хозяйстве из-за сорняков составляют от 10 до 45% (Практикум., 1996; Мельникова О.В., 2008). Все это в конечном счете приводит к удорожанию сельскохозяйственной продукции, снижению ее конкурентоспособности и общему снижению эффективности работы отрасли.

Общая засоренность посевов сорняками в настоящее время составляет более 60% (Земледелие, 2002). На территории России встречается около 1500 видов сорных растений, в том числе в Западной Сибири около 300 видов сорняков (Широких П. С., 2005; Захаренко В.А., Захаренко А.В., 2007). В пахотном слое почвы насчитывается от 100 млн. до 3-4 млрд. шт. семян сорных растений, а также пожнивных остатков сорняков (Захаров, Н.Г., 2011). Наиболее распространены в Западной Сибири сорные растения: овсюг (*Avena fatua* L.), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli*), щетинники (*Setaria viridis*, *Setaria pumila*), гречиха татарская (*Fagopyrum tataricum*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), молочай лозный (*Euphorbia virgate*) (Стецов Г. Я., 2007; Решетняк А.Ю., Павлова О.И., Захаров А.Ф., Санаров Е.С., 2009).

Причинами засоренности посевов являются биологические особенности сорных растений, такие как высокая плодовитость и жизнеспособность, устойчивость, приспособляемость сорняков к различным условиям, морфология развития; почвенно-климатические особенности местности; организационно-хозяйственные мероприятия (способ обработки, почвы, сужение севооборотов, способы борьбы с сорняками, несоблюдение сроков обработки почвы, способы и сроки уборки, использование для посева некондиционных семян) (Дорожко Г. Р., Пенчуков В. М., Власова О. И., 2012; Орлов А. Н., Ткачук О. А., Павликова Е. В., 2012; Шпаар Д., 2008).

Одним из способов засорения почвы семенами сорных растений является использование органических удобрений: навоза, птичьего помета, торфа

(Шпаар Д., 2008, Использование птичьего помета ..., 2013). Засорение семенами сорных растений органических удобрений может происходить при попадании кормов в навоз или помет (первичное засорение), а также в зоне хранения отходов (вторичное засорение) (Лозановская И. Н. и др., 1988). Содержание семян сорняков в органических удобрениях может быть высоким: в 1 т навоза КРС содержится 43-56 тыс. шт. семян сорняков, куриного помета – 120-412 тыс. шт., в свином навозе (твердая и илистая фракции) – до 1 млн. шт., в торфе – 10-37 тыс. шт. (Баздырев Г. И., 1993). За счет питательных элементов органических удобрений, семена сорняков дольше сохраняют свою всхожесть, имеют высокие темпы роста и развития при прорастании (Лозановская И. Н. и др. 1988).

В полевом опыте в 2014 г. наблюдалось очень сильное зарастание малолетними сорняками участков – в среднем по опыту 550,9 шт./м<sup>2</sup> (рисунок 5.1.9, приложение 5).

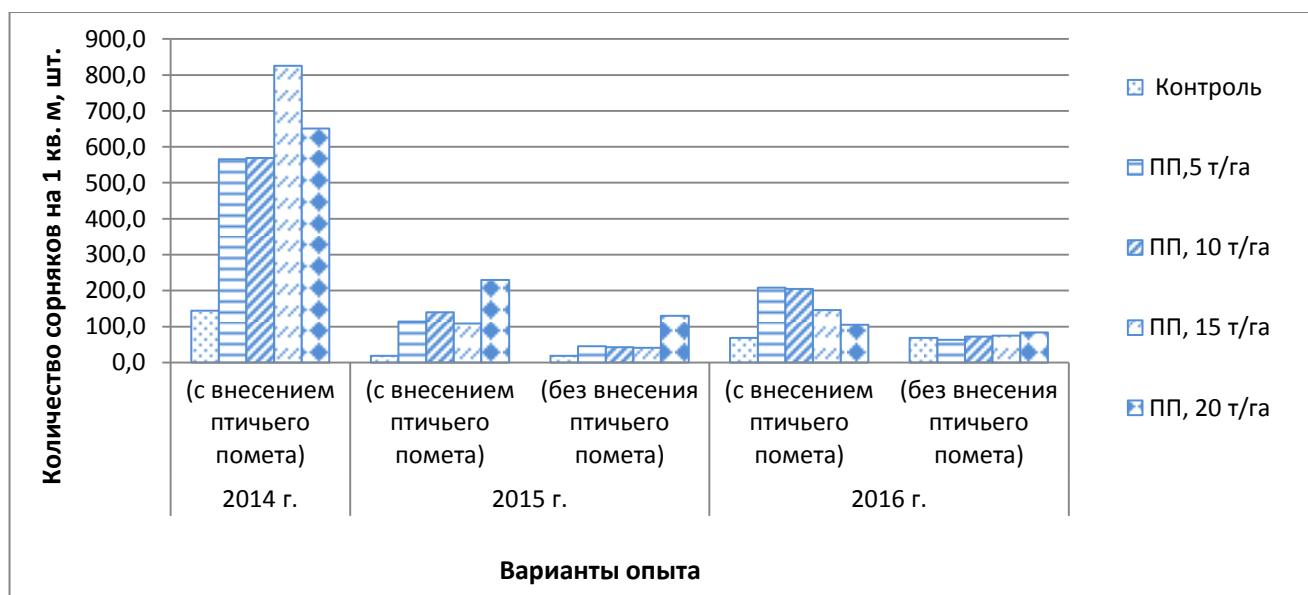


Рисунок 5.1.9 – Засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу полной спелости в полевом опыте, 2014-2016 гг.

Максимальная засоренность наблюдалась на участках с внесением 15 и 20 т/га (825,8 и 650,7 шт./м<sup>2</sup>), которая в 4,5-5,7 раза превышала засоренность контрольного участка (рисунок 5.1.10).



*а) контрольный вариант*

*б) вариант ПП, 20 т/га*

Рисунок 5.1.10 – Засоренность делянок в полевом опыте, 2014 г.

Влияние вариантов опыта на засоренность составила 97,6%. Связь между количеством сорных растений и урожайностью прямая слабая ( $R=0,24\pm 0,56$ ). Зависимость засоренности от норм внесения помета в 2014 г. составила 60% (при уровне значимости  $\alpha=0,05$ ).

В 2015 г. засоренность посевов значительно снизилась: на участках с внесением помета в среднем в 4,5 раза относительно средней засоренности 2014 г., на участках без внесения помета – в 9,9 раза. Наибольшая засоренность наблюдалась в варианте ПП, 20 т/га (229,9 шт./м<sup>2</sup>). На этих участках отмечалось снижение урожайности относительно максимального значения в опыте на 21,1%, относительно урожайности контрольного варианта – на 45,3%. Связь между количеством сорных растений и урожайностью на участках с внесением птичьего помета прямая, средняя ( $R=0,40\pm 0,53$ ), на участках без внесения птичьего помета прямая, средняя ( $R=0,53\pm 0,49$ ). Влияние норм внесения помета на засоренность на участках с внесением птичьего помета показало слабую зависимость – 21,1%; на участках без внесения помета среднюю зависимость – 30% (для уровня значимости  $\alpha=0,05$ ).

В 2016 г. засоренность посевов увеличилась относительно засоренности 2015 г. в среднем в 1,2 раза на участках с внесением помета, в 1,3 раза на участках

без внесения помета. Максимальное количество сорняков наблюдалось в вариантах с внесением помета ПП, 5 т/га (208,8 шт./м<sup>2</sup>) и ПП, 10 т/га (205,3 шт./м<sup>2</sup>), без внесения помета – в вариантах ПП, 15 т/га (75,0 шт./м<sup>2</sup>) и ПП, 20 т/га (83,4 шт./м<sup>2</sup>). Рост засоренности связан высокой увлажненностью в середине вегетационного периода, полеганием пшеницы. Связь между засоренностью и урожайностью прямая, сильная ( $R=0,96\pm 0,16$ ) на участках с внесением птичьего помета; прямая, сильная ( $R=0,82\pm 0,33$ ) на участках без внесения помета. Влияние различных норм помета в 2016 г. на участках с внесением помета составила 20% (для уровня значимости  $\alpha=0,05$ ), на участках без внесения помета значимых отличий по вариантам не выявлено.

## **5.2 Результаты микрополевого опыта с яровой мягкой пшеницей**

### **5.2.1 Влияние различных доз птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы в микрополевом опыте**

В микрополевом опыте птичий помет применялся в повышенных дозах, которые оказали различное влияние на урожайность яровой мягкой пшеницы (таблица 5.2.1)

В 2015 г. внесение повышенных доз птичьего помета по всем вариантам микрополевого опыта привело к снижению урожайности относительно контрольного варианта. Наименьшая урожайность получена при внесении 120 т/га птичьего помета (минус 29,9% относительно контрольного варианта). Максимальная урожайность получена в варианте ПП, 90 т/га (минус 15,2% относительно контрольного варианта).

Таблица 5.2.1 – Урожайность яровой мягкой пшеницы «Омская 28» при внесении разных доз птичьего помета в микрополевым опыте, 2015-2016 гг.

Варианты опыта	2015 г.		2016 г.		Средние значения, ц/га
	ц/га	изменение относительно контроля, %	ц/га	изменение относительно контроля, %	
Контроль	18,4	-	16,4	-	17,4
ПП, 30 т/га	14,5	-21,2	17,8	8,5	16,2
ПП, 40 т/га	14,3	-22,3	21,1	28,7	17,7
ПП, 60 т/га	14,7	-20,1	20,3	23,8	17,5
ПП, 90 т/га	15,6	-15,2	26,4*	61,0	21,0
ПП, 120 т/га	12,9	-29,9	24,8*	51,2	18,9
НСР <sub>05</sub> , ц/га	1,8	х	1,7	х	х

\* - последствие птичьего помета, внесенного в 2015 г.

При внесении птичьего помета в дозах 30 т/га, 40 т/га и 60 т/га колебания урожайности между вариантами составляли 0,2-0,4 ц/га. Степень влияния вариантов опыта на урожайность в 2015 г. согласно дисперсионному анализу составила 82,5%.

В 2016 г. наблюдалось увеличение урожайности яровой пшеницы по всем вариантам относительно контрольного варианта. Максимальная урожайность при внесении помета отмечена в варианте ПП, 40 т/га, которая на 29% превысила урожайность контрольного участка и на 47,6% урожайность по данному варианту в 2015 г. Наименьшая урожайность получена при внесении 30 т/га (плюс 8,5% относительно контроля и плюс 22,8% относительно урожайности 2015 г.). Значительное повышение урожайности показало последствие птичьего помета. Наибольшая урожайность получена в варианте ПП, 90 т/га, которая превысила данные контрольного варианта на 61%, урожайность 2015 г. – на 69,2%. Последствие в варианте ПП, 120 т/га показало снижение урожайности относительно варианта ПП, 90 т/га на 6,5%, увеличение урожайности относительно контрольного варианта на 51,2%. Степень влияния вариантов опыта на урожайность в 2016 г. составила 94,7%.

Сравнение урожайности яровой пшеницы за 2015 г. в микрополевом и основном полевом опыте показало рост урожайности при внесении от 5 до 15 т/га птичьего помета и снижение урожайности при внесении 20 т/га и более птичьего помета с незначительным увеличением урожайности в вариантах ПП, 60 т/га и ПП, 90 т/га относительно вариантов с малыми дозами внесения в полевом опыте (рисунок 5.2.1).

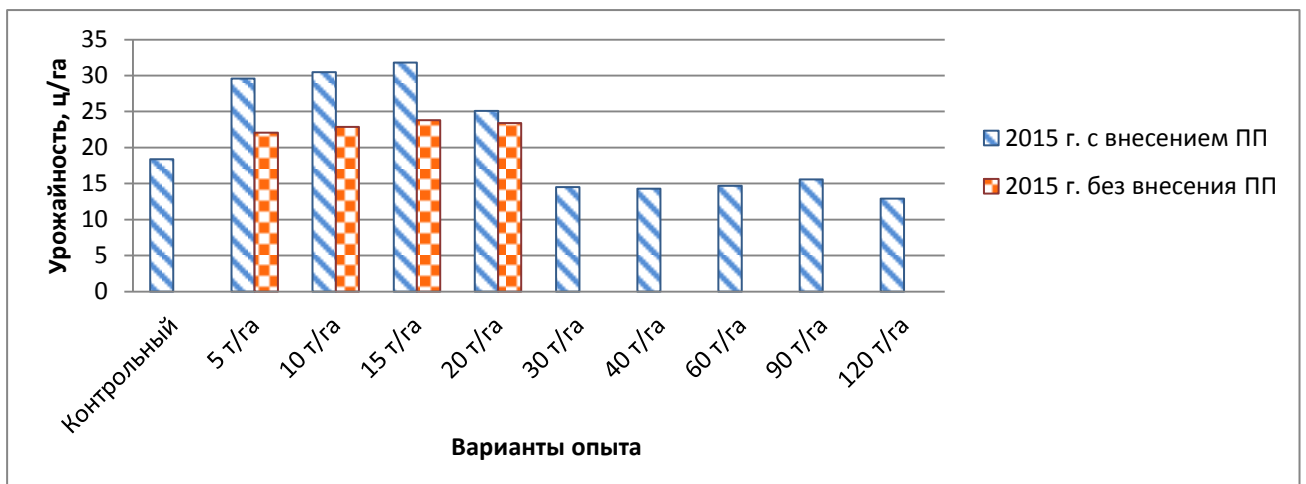


Рисунок 5.2.1 – Урожайность яровой мягкой пшеницы «Омская 28» в полевом и микрополевом опытах, 2015 г.

В 2016 г. отмечалось последовательное снижение урожайности пшеницы в вариантах ПП, 15 т/га, ПП, 20 т/га, ПП, 30 т/га и увеличение урожайности при внесении 40 и 60 т/га до значений, близких к значению урожайности при внесении 20 т/га (рисунок 4.2.2).

Последствие птичьего помета в 2016 г. в микрополевом опыте в вариантах ПП, 90 т/га и ПП, 120 т/га превышало максимальное значение последствия в полевом опыте в варианте ПП, 20 т/га на 2,3 и 0,7 ц/га соответственно.

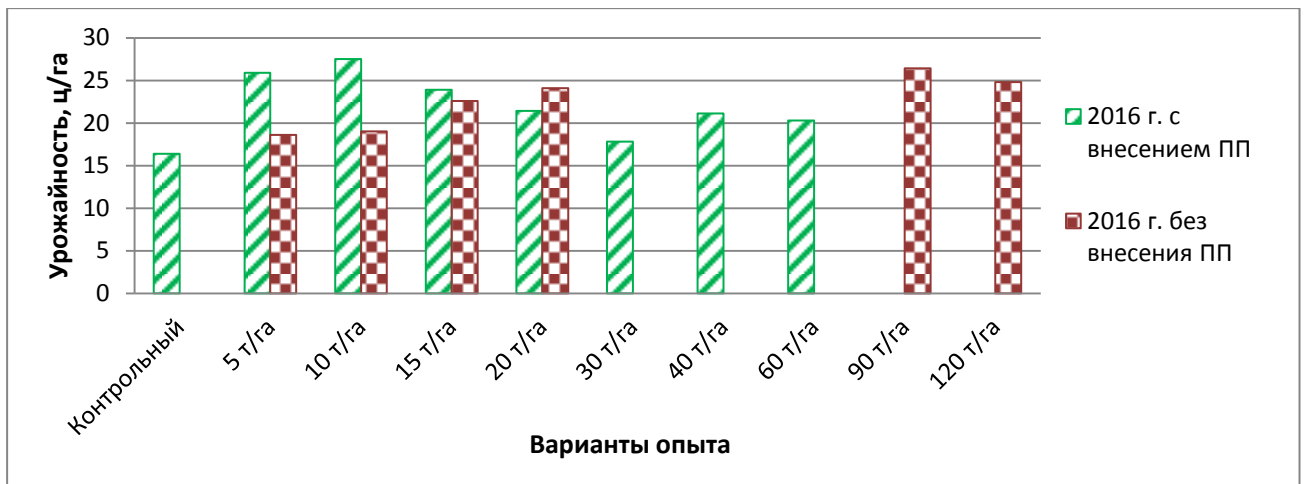


Рисунок 5.2.2 – Урожайность яровой мягкой пшеницы «Омская 28» в полевом и микрополевым опытах, 2016 г.

### 5.2.2 Влияние разных доз птичьего помета на высоту и полегание растений яровой мягкой пшеницы в микрополевым опыте

Высота растений в микрополевым опыте в 2015 г. в среднем по вариантам превышала значение контрольного варианта на 38,9%. Колебание высоты растений по вариантам с внесением помета составляло 2-3 см. Максимальная высота растений зафиксирована на участках с внесением 60 т/га и 90 т/га птичьего помета – 101 см (+40,3% к значению контрольного участка); минимальная высота пшеницы зафиксирована в варианте ПП, 40 т/га – 98 см (+36,1% к контрольному значению) (рисунок 5.2.3).

В 2016 г. высота по всем участкам превышала значение контрольного участка в среднем на 19,5%. Колебания высоты по вариантам составило 1-3 см. Максимальная высота растений составила 106 см в варианте ПП, 30 т/га (+21,8% к контролю), минимальная высота составила 103 см (+18,4% к контролю). Данные по высоте растений по всем вариантам опыта в 2015-2016 гг. достоверны при 95% уровне значимости.



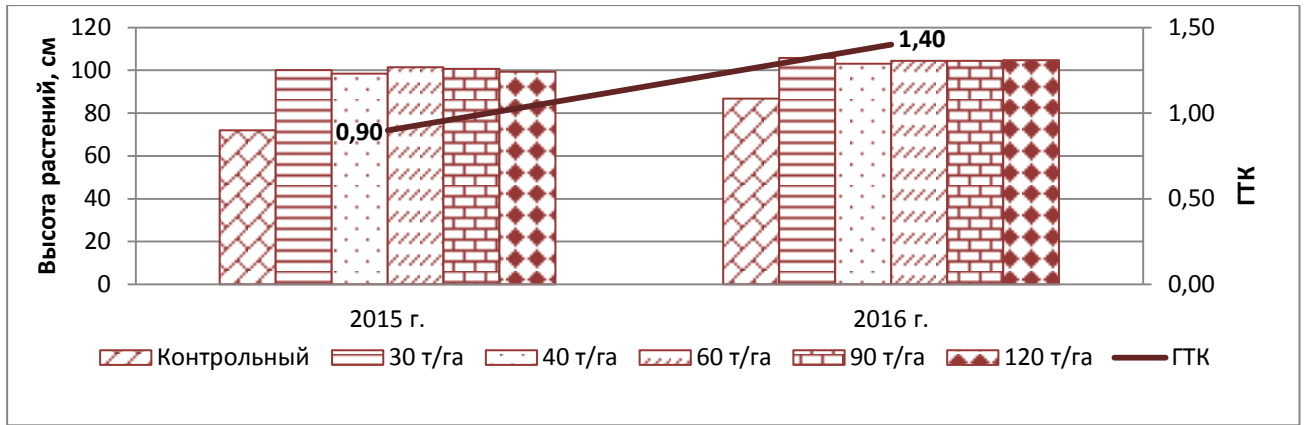


Рисунок 5.2.3 – Высота растений яровой мягкой пшеницы «Омская 28» в микрополевом опыте, 2015-2016 гг.

В 2016 г. обеспеченность влагой и теплом была выше (ГТК=1,4), чем в 2015 г. (ГТК=0,9), что оказало влияние на высоту растений – по всем вариантам опыта высота растений в 2016 г. была выше значений 2015 г. в среднем на 6,3%. Влияние ГТК на высоту растений в микрополевом опыте 2015-2016 гг. составило 10,7%, вариантов опыта – 81,9% (достоверно при 95% уровне статистической значимости).

Также значения высоты растений в микрополевом опыте превышали значения высоты растений полевого опыта: в 2015 г. на участках с внесением помета в среднем на 2,2%, в 2016 г – на 0,4%; на участках без внесения помета – на 8,6%. Таким образом, последствие помета на участках с внесением более высоких доз помета при прочих равных условиях оказало более сильное влияние на высоту растений.

Корреляционная взаимосвязь между высотой растений и урожайностью пшеницы менялась: в 2015 г. связь между урожайностью и высотой растений оценивалась как сильная, обратная ( $R=-0,86\pm 0,25$ ), в 2016 г. – прямая, средняя ( $R=0,57\pm 0,25$ ).

Внесение повышенных доз птичьего помета в сочетании с природно-климатическими условиями привело к полеганию пшеницы во всех вариантах микрополевого опыта в 2015-2016 гг.

### 5.2.3 Влияние разных доз птичьего помета на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в микрополеводом опыте

В микрополеводом опыте в 2015-2016 гг. наблюдалась высокая засоренность посевов малолетними сорняками (таблица 5.2.4).

Таблица 5.2.4 – Засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу полной спелости в микрополеводом опыте с птичьим пометом, 2015-2016 гг.

Варианты опыта	2015 г.		2016 г.		Среднее количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> , шт. за 2015-2016 гг.
	количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> , шт.	степень засоренности*	количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> , шт.	степень засоренности*	
Контроль	19	очень слабая	69	слабая	44
ПП, 30 т/га	229	сильная	320	очень сильная	274,5
ПП, 40 т/га	253	сильная	326	очень сильная	289,5
ПП, 60 т/га	256	сильная	330	очень сильная	293,0
ПП, 90 т/га	315	очень сильная	336**	очень сильная	315,0
ПП, 120 т/га	352	очень сильная	350**	очень сильная	352,0
НСР <sub>05</sub>	47,3	х	41,3	х	х

\* Глазомерно-численный метод кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА (Мазиров М. А., 2009)

\*\* Последствие птичьего помета

В 2015 г. наблюдался рост засоренности посевов с увеличением дозы внесения помета. Сильная засоренность (от 200 до 300 шт. сорняков на 1 м<sup>2</sup>) наблюдалась в вариантах ПП, 30 т/га, ПП, 40 т/га, ПП, 60 т/га, что в 12,1- 13,5 раза выше значения контрольного участка. На участках с более высокими дозами внесения помета степень засоренности оценивалась как очень сильная, что в 16,6-18,5 раза выше засоренности контрольного участка.

В 2016 г. засоренность посевов увеличилась по всем вариантам опыта. Среднее увеличение засоренности по опыту относительно значений 2015 г. составило 21,5%. В 2016 г. сократился разрыв в количестве сорняков между минимальным и максимальным внесением помета: в 2015 г. разница составила 123 шт./м<sup>2</sup>, в 2016 г. – 30 шт./м<sup>2</sup>.

На засоренность посевов оказали влияние дозы внесения помета в среднем по опыту 87,8%, погодно-климатические условия (ГТК) – на 5,6%, совместное влияние вариантов опыта и ГТК составило 2,3%

Влияние засоренности на урожайность в среднем по опыту составила 42% (достоверно при 95% уровне значимости). Корреляционная зависимость урожайности от засоренности в 2015 г. оценивалась как обратная, средняя ( $R=-0,89\pm 0,23$ ), в 2016 г. – прямая, средняя ( $R=0,65\pm 0,38$ ).

## **ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОПОДЗОЛЕННОМ ПОД ПОСЕВЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

Отходы птицеводства являются источником питательных веществ, которые оказывают влияние на рост и развитие растений, формирование урожая. На долю удобрений, по оценке специалистов, приходится до 50% повышения урожайности (Жиленко С. и др., 2015). Целесообразность применения органического удобрения позволяет оценить расчет эффективности (Воробьев В., 2016; Шершнёва Е.И., Нехай О.И., Филиппова Е.В., 2017).

Экономическая эффективность от утилизации отходов птицеводства выражается через оценку показателей условного чистого дохода и рентабельности производства. Комплексная оценка позволяет выявить оптимальные дозы внесения птичьего помета, при которых возможно получить максимальные урожаи, рационально использовать удобрения, снизить нагрузку на окружающую среду за счет уменьшения объемов накопленных отходов (Цуркан М. А., Архип О. Д., Русу А. П., 1989; Основы агрохимии, 2015; Лозановская И. Н., Орлов Д. С., Попов П. Д., 1988).

Показатели условного чистого дохода и рентабельности напрямую зависят от цены реализации полученной продукции и затрат на производство зерна. Стоимость урожая рассчитывалась исходя из средней цены реализации зерна пшеницы с учетом качества зерна за 2014-2016 гг. Средняя цена реализации за период с 2014 по 2016 гг. на яровую мягкую пшеницу в зависимости от класса составляла: III класс – 9591 руб./т, IV класс – 8567 руб./т, V класс 8078 руб./т (расчет цен реализации – по данным КГБУ «Центра сельскохозяйственного консультирования» и портала о зерновом рынке Grainboard.ru).

Затраты на применение птичьего помета включали оценку погрузки помета (МТЗ-82.1, погрузчик ПКУ-0,8), транспортировки и разбрасывания (трактор МТЗ-892.2, разбрасыватель твердых удобрений МТТ-9), заделки помета в почву

(луцильник ЛГД-15АМ, трактор ХТЗ 17221-19). Расчеты выполнены исходя из технических характеристик технических агрегатов, рекомендованных типовых норм выработки и затрат ГСМ (Типовые нормы выработки., 1994). Благодаря размещению пометного бурта рядом с экспериментальным полем, значительно сократилось время транспортировки птичьего помета (расстояние 2 км), а также затраты труда, горюче-смазочных материалов. Стоимость работ по погрузке помета составляла 39 руб./т; по транспортировке – 26 руб. т/км; по внесению на поле – 28 руб. т/км, по заделке в почву – 30 руб. т/км. Стоимость птичьего помета принималась равной нулю, т.к. затраты по транспортировке от птицефабрики, буртованию помета осуществлялись средствами птицефабрики.

Средняя стоимость семян яровой мягкой пшеницы «Омская 28» составила 9500 руб. (семена массовой репродукции). Семена обрабатывались протравителем семян «ВиалТрасТ» (0,4 л/т, цена 2690,4 руб./л), стимулятором роста «Гуминатрин» (2 л/т, цена 88 руб./л). Посевы обрабатывались гербицидом системного действия «Триатлон М» из расчета 200 л/га (цена 4009,6 руб./упак.).

Общие затраты на производство также включают стоимость предпосевной обработки почвы, затраты на посев и уборку урожая, амортизационные отчисления. В расчет не включены затраты на транспортировку, подработку зерна.

Расчеты экономической эффективности действия птичьего помета в полевом опыте с яровой мягкой пшеницей показали, что наиболее целесообразными для применения являются минимальные дозы внесения птичьего помета. Наибольший эффект был получен при внесении 5 и 10 т/га птичьего помета. При внесении 5 т/га получен максимальный условный чистый доход 13205,8 руб./га, рентабельность производства зерна составила 107,4%. Близким по значению к данному показателю является доза внесения 10 т/га птичьего помета – условный чистый доход составил 12445,1 руб./га, рентабельность – 95,5%. Самая низкая эффективность отмечена при внесении максимальной дозы птичьего помета в варианте ПП, 20 т/га – 5416,9 руб./га при рентабельности производства 37,4% (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Экономическая эффективность действия птичьего помета при выращивании яровой мягкой пшеницы в полевом опыте (средние значения), 2014-2016 гг.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Цена реализации зерна, руб./т	Стоимость урожая, руб./га	Затраты, руб./га	Условный чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Контрольный	1,84	8078	14863,5	11564,9	3298,6	28,5
ПП, 5 т/га	2,89	8825	25504,3	12298,4	13205,8	107,4
ПП, 10 т/га	2,92	8725	25477,0	13031,9	12445,1	95,5
ПП, 15 т/га	2,63	8725	22946,8	13765,4	9181,3	66,7
ПП, 20 т/га	2,24	8891	19915,8	14498,9	5416,9	37,4

Внесение птичьего помета в наиболее эффективных дозах 5 и 10 т/га является экологически безопасным, т.к. птичий помет соответствует санитарно-бактериологическим показателям в соответствии с требованиями ГОСТа 31461-2012; содержание микроэлементов и тяжелых металлов не превышает допустимой концентрации этих элементов в почве согласно гигиеническому нормативу ГН 2.1.7.2511-09.

Оценка эффективности последействия птичьего помета выполнена с учетом затрат за два года наблюдений (2015-2016 гг.). Максимальный условный чистый доход получен в варианте ПП, 20 т/га – 4901,06 руб./га, рентабельность – 36,5%, минимальный доход получен в варианте ПП, 10 т/га – 3050,06 руб./га, что связано с более низким качеством зерна и, соответственно, более низкой ценой реализации (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Экономическая эффективность последствий птичьего помета при выращивании яровой мягкой пшеницы в полевом опыте (средние значения), 2015-2016 гг.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Цена реализации зерна, руб./т	Стоимость урожая, руб./га	Затраты, руб./га	Условный чистый доход	Рентабельность, %
Контрольный	1,74	7200	12528,0	11514,94	1013,06	8,8
ПП, 5 т/га	2,04	7600	15504,0	12179,94	3324,06	27,3
ПП, 10 т/га	2,10	7450	15645,0	12594,94	3050,06	24,2
ПП, 15 т/га	2,32	7450	17284,0	13009,94	4274,06	32,9
ПП, 20 т/га	2,38	7700	18326,0	13424,94	4901,06	36,5

Таким образом, утилизация птичьего помета в сельском хозяйстве почвенным методом под посеvy яровой пшеницы является эффективной в минимальных дозах 5 и 10 т/га.

Выход птичьего помета с откормочных площадок клеточного содержания на птицефабрике «Алтайский бройлер» в год составляет более 60,9 тыс. тонн (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Планируемые объемы утилизации птичьего помета кур клеточного содержания птицефабрики ЗАО «Алтайский бройлер»

Площадка откорма	Количество птицы, гол.	Объем выхода птичьего помета при естественной влажности, т/год	Объем выхода птичьего помета при влажности 50%, т/год	Площадь сельскохозяйственных угодий для утилизации отходов птицеводства, га	
				при внесении в дозе 5 т/га	при внесении в дозе 10 т/га
«Сафоновка»	865000	15394,4	11853,7	2370,7	1185,4
«Зональная-1»	1690000	30076,9	23159,2	4631,8	2315,9
«Зональная-2»	870000	15483,4	11922,2	2384,4	1192,2
Итого	3425000	60954,7	46935,12	9387,0	4693,5

С учетом уменьшения объема за счет снижения влажности при прочих условно неизменных факторах потенциальная площадь, которую можно обеспечить птичьим пометом в качестве органического удобрения, составляет 9387,0 га при дозе внесения 5 т/га и 4693,5 га при дозе внесения 10 т/га (на

примере доз внесения под яровую пшеницу). Площадь, занятая яровой пшеницей в Зональном районе, составляет 7297 га («СельхозПортал», 2017), следовательно, обеспечение птичьим пометом при дозе внесения 5 т/га составит 129%, при дозе внесения 10 т/га – 64%.

Так как птичий помет, согласно проведенным исследованиям, можно вносить не только под посевы зерновых культур, но и под посевы овощных, пропашных культур, однолетних и многолетних трав, то в районе расположения птицефабрики есть дополнительные потенциальные площади, на которых возможна полная утилизация твердых отходов производства птицефабрики.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В Алтайском крае ежегодное поступление птичьего помета от предприятий птицеводства составляет более 337 тыс. тонн. Накопление больших объемов помета, нарушение технологий его хранения и утилизации приводят к загрязнению почв азотом, фосфором и их производными формами, тяжелыми металлами I и II класса опасности; интенсификации процессов эвтрофикации водоемов; попаданию в атмосферу газопылевых выбросов; распространению неприятных запахов. Экологически безопасные отходы, отвечающие по своим санитарно-бактериологическим показателям и содержанию тяжелых металлов, микроэлементов нормативным требованиям, могут быть утилизированы в сельском хозяйстве почвенным методом.

2. Технологический процесс утилизации птичьего помета, предусматривающий его хранение в буртах на открытых полевых площадках, приводит к естественному обеззараживанию помета, сохраняет высокое содержание макроэлементов ( $N_{\text{общ.}}$  – 2,74%,  $P_2O_5$  – 2,36%,  $K_2O$  – 1,41%), улучшает его физические и органолептические свойства (снижается влажность, увеличивается сыпучесть, однородность структуры).

3. Утилизация птичьего помета почвенным методом оказала влияние на агрохимические свойства чернозема оподзоленного в полевом опыте:

- кислотность почвы изменилась с нейтральной до слабо- и среднекислой, но осталась в пределах оптимальной для выращивания яровой пшеницы;
- содержание гумуса за 3 года снизилось с 5,5% до 5,1-5,2% на участках с внесением 5-10 т/га, осталось на уровне начального значения при внесении помета в дозах 15 и 20 т/га;
- увеличилось содержание макроэлементов относительно значений на начало опыта: азота в 1,4-1,6 раза, фосфора – в 2,6-2,9 раза, калия – в 1,1 раза;

- возросло содержание нитратного азота в почве с 7,2 мг/кг на начало проведения опыта до 26,3-29,5 мг/кг по вариантам;
- снизилось содержание подвижных форм фосфора на 10% в среднем по вариантам опыта (до 187,0-211,4 мг/кг);
- увеличилось содержание подвижного калия в 1,1-2,3 раза (до 162,6-344,7 мг/кг по вариантам) по сравнению со значениями на начало проведения опыта.

4. В микрополевым опыте с дозами внесения от 30 до 120 т/га птичьего помета изменения в агрохимических свойствах были аналогичны изменениям в полевым опыте: незначительно снизился показатель кислотности почвы; уменьшилось содержание гумуса (кроме варианта с максимальной дозой внесения 120 т/га, где произошло увеличение содержания гумуса на 5%); увеличилось содержание нитратного азота. При этом отмечается прямая зависимость от дозы внесения помета.

5. Птичий помет способствовал увеличению урожайности яровой пшеницы. В полевым опыте в среднем за 3 года максимальный рост урожайности составил 58,7% при дозе внесения 10 т/га птичьего помета. В микрополевым опыте максимальный рост урожайности на 20,7% за 2 года отмечался при внесении 90 т/га птичьего помета.

6. В полевым опыте отмечалось полегание пшеницы с фазы колошения при внесении помета в дозах 15 и 20 т/га. Сильное полегание наблюдалось в годы с наибольшим количеством осадков, среднее – с меньшим. В микрополевым опыте полегание растений наблюдалось во всех вариантах во все годы исследования.

7. Внесение птичьего помета привело к засорению почвы семенами сорных растений. Максимальная засоренность в полевым опыте наблюдалась в первый год проведения опыта на делянках с внесением 15 и 20 т/га (825,8 и 650,7 шт./м<sup>2</sup>), которая в 4,5-5,7 раза превышала засоренность контрольного участка. В микрополевым опыте наибольшая засоренность посевов отмечалась по всем годам опыта на участках с внесением 90 и 120 т/га птичьего помета (315 и 352 шт./м<sup>2</sup> в среднем за 2 года).

8. Качество полученного урожая оценивалось по показателям клейковины, содержанию белка. Показатели качества по годам исследования были нестабильны. Максимальные значения показателей качества зерна в полевом опыте наблюдались при внесении 20 т/га птичьего помета: содержание белка – 15%, сырой клейковины – 28%.

9. При оценке экономической эффективности утилизации птичьего помета было установлено, что наиболее целесообразными для применения являются минимальные дозы внесения птичьего помета. При внесении 5/га птичьего помета получен максимальный условный чистый доход 13205,8 руб./га, при внесении 10 т/га птичьего помета – 12445,1 руб./га.

10. Площадь, которая потребуется для утилизации птичьего помета клеточного содержания ЗАО «Алтайский бройлер» при максимально возможной норме внесения 10 т/га составит 9387,0 га при дозе внесения 5 т/га и 4693,5 га при дозе внесения 10 т/га (при влажности помета 50%).

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Экологически безопасный птичий помет является источником питательных элементов и органического вещества, поэтому может быть утилизирован внесением в почву, что позволит снизить объемы накапливаемого помета в местах расположения птицефабрик, снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.
2. Утилизация птичьего помета почвенным методом предполагает предварительное выдерживание птичьего помета в буртах на специально подготовленных площадках не менее 6 месяцев, что приведет к обеззараживанию помета, снижению его влажности, увеличению сыпучести.
3. Для равномерного распределения птичьего помета по поверхности поля применяются машины для внесения органических удобрений типа МТТ-9. Для уменьшения потери питательных веществ из птичьего помета необходимо производить заделку помета в почву.
4. Максимальная эффективная доза внесения птичьего помета на черноземе оподзоленном под посевы яровой пшеницы составляет 10 т/га.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Абитова, Б. К. Влияние минеральных удобрений и птичьего помета на фотосинтетическую деятельность и урожайность раннего картофеля // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2013. – № 4. – С. 3-7.
2. Агафонов, Е. В. Влияние индюшиного помета на азотный режим чернозема обыкновенного и урожайность подсолнечника / Е. В. Агафонов, Р.А. Каменев, Д. А. Манашов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 557-559.
3. Агафонов, Е. В. Использование индюшиного помета в земледелии Ростовской области / Е. В. Агафонов, Р.А. Каменев, Д. А. Манашов – пос. Персиановский : Изд-во Донского ГАУ, 2015. – 47 с.
4. Агеечкин, А. Куриный помёт: большая проблема или хороший бизнес? / А. Агеечкин, О. Титов, В. Лысенко // Эффективне птахівництво. – 2008. – № 10. – С. 43-44.
5. Агроклиматические ресурсы Алтайского края (без Горно-Алтайской автономной области). – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 155 с.
6. Агрехимическое обследование почв сельскохозяйственных угодий СПК «Агродар» Зонального района, 2012 г. – 28 с.
7. Агрехимия / Б. А. Ягодин, П. М. Смирнов, А. В. Петербургский и др.; Под ред. Б. А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 639 с.
8. Агрехимия: учебник / И. Р. Вильдфуш, С. П. Кукреш, В. А. Ионас и др. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск : Ураджай, 2001. – 488 с.
9. Акмова, О. И. Влияние уровня азотного питания на урожай зерна озимой ржи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 8 (106). – С. 13-18.

10. Алгоритмы биометрии : научное издание / Н. А. Плохинский ; ред. Б. В. Гнеденко ; Московское общество испытателей природы. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : МГУ, 1980. – 150 с.
11. Анализ рынка мяса птицы за 2013-2015 г. (маркетинговое исследование) / ОГАУ «Инновационно-консультационный центр АПК» Белгородской области, Белгород. – 2016 г.
12. Баздырев, Г. И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений. – М. : КолосС, 2004. – 328 с.:
13. Баздырев, Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии: Уч. пособие для вузов. – М. : Изд-во МСХА, 1993. – 242 с.
14. Балашов, В. В. Минеральные удобрения и качество зерна озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В. В. Балашов, В. Н. Левкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2006. – № 4(4). – С. 31-33.
15. Барсуков, П. А. Последствия применения удобрений для окружающей среды (в условиях таежной зоны Западной Сибири) // Сиб. экол. журн., 1995. – № 1. – С. 73–87.
16. Бачило, Н. Г. Приемы приготовления и применения на удобрение птичьего помета получаемого на крупных птицефабриках: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.533 / Бачило Н. Г.; Минск, 1972. – 30 с.
17. Беззубцев, А. В., Шмидт А. Г. Использование птичьего помета в земледелии Омской области // Достижения науки и техники АПК – 2013. – №10. – С. 17-19.
18. Беляков, А. Н. Влияние компоста на основе куриного помета на урожай и качество сельскохозяйственных культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Беляков Александр Николаевич. – СПб. : Пушкин, 2000. – 22 с.
19. Беляков, М. А. Влияние длительного систематического применения удобрений на урожайность и плодородие выщелоченного чернозема / М.А. Беляков, Т. М. Столбова, В. И. Гладких // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2008. – Кн. 1. – С. 28–33.

20. Бодрова, Е. М. Органические удобрения / Е. М. Бодрова, П. Я. Семенов, С. Ф. Полуниин, В. Ф. Ефремов – М. : Россельхозиздат, 1973. – 56 с.
21. Большая советская энциклопедия: В 30 т. – М. : «Советская энциклопедия», 1969-1978.
22. Брюханов, А. Ю. Анализ образования и накопления животноводческих отходов в ленинградской области / А. Ю. Брюханов, Е. В. Шалавина // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: Сб. научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Владимир. : ФГБНУ ВНИИОУ, 8–10 июля 2015 г. – 352 с. – С. 310-316.
23. Бударова, Л. Ф. Эффективность использования известняков из месторождений Псковской области в приготовлении кормов для кур: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Бударова Лилия Филипповна. – Великие Луки, 2000. – 117 с.: ил. РГБ ОД, 61 01-6/299-8
24. Бурлакова, Л. М., Рассыпнов В. А. Плодородие почв Алтайского края: Учебное пособие / Л. М. Бурлакова, В. А. Рассыпнов. – Алтайский СХИ. – Барнаул, 1990. – 81 с.
25. Бурлакова, Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза / Л. М. Бурлакова. – Новосибирск : Наука, 1984. – 200 с.
26. Бурлакова, Л.М. Применение информационно-логического анализа в агрономии // Современные методы исследований в агрономии: сб. науч. тр. АГАУ. – Барнаул, 1990. – С. 18-24.
27. Бутакова, О. И., Щенникова, И. Н. Источники устойчивости ярового ячменя к полеганию в условиях Волго-Вятского региона нечерноземной зоны // Развитие научного наследия Н.И. Вавилова в современных селекционных исследованиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. – Казань : Центр инновационных технологий, 2012. – 208 с. – С. 82-85.

28. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.
29. Вакар, А. Б. Клейковина пшеницы / А.Б. Вакар. – М. : Изд. АН СССР, 1961. – 251 с.
30. Вальков, В. Ф. Почвоведение: Учебник для вузов / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. – 496 с.
31. Вальков, В. Ф. Экология почв: Учебное пособие для студентов вузов. Часть 3. Загрязнение почв / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов-на-Дону : УПЛ РГУ, 2004. – 54 с. – С. 4.
32. Васильев, В. А., Филиппова, Н. В. Справочник по органическим удобрениям // В. А. Васильев, Н. В. Филиппова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Росагропромиздат, 1988. – 255 с.
33. Владимирова, Е. Г., Ушакова, Г. И., Кушнарера, О. П. Биохимия зерна, биохимия хлебопечения; биохимия бродильных производств: Методические указания к лабораторному практикуму / Е. Г. Владимирова, Г. И. Ушакова, О. П. Кушнарера. – Оренбург : ОГУ, 2004.- 61 с.
34. Водолажченко, С. А. Переработка и использование отходов в птицеводстве / С. А. Водолажченко. – Великие Луки : [б. и.], 2005. – 209 с.
35. Воробьев, В. Агрономическая эффективность систем удобрения в полевых севооборотах на дерново-подзолистых почвах / В. Воробьев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2016. – № 1. – С. 37-39.
36. Воронов, Ю. В., Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов / Ю. В. Воронов, С. В. Яковлев. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с.
37. Гамзиков, Г. П. Азот в земледелии Западной Сибири / Г. П. Гамзиков. – М. : Наука, 1981. – 267 с.



38. Гарзанов, А. Л. Локальные очистные сооружения для птицеперерабатывающих производств / А. Л. Гарзанов // Птицеводство. – 2008. – № 7. – С. 59-61
39. Гетероциклические соединения. Том 8 / Под ред. Эльдерфилда Р. ; Пер. с англ. под ред. В. Г. Янушского. М. : Изд-во «Мир», 1964. – 363 с.
40. Гольд, З. Г., Гольд, В. М. Общая гидробиология: учебно-методическое пособие / З. Г. Гольд, В. М. Гольд. – 2-е изд., перераб. – Красноярск: Сиб. федерал. ун-т, 2013. – 158 с.
41. Гончар-Зайкин, П. П., Чертов, В. Г. Надстройка к Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. – М. : «Современные тетради», 2003. – С. 559-564.
42. ГОСТ 18292-2012 «Птица сельскохозяйственная для убоя. Технические условия». – М. : Стандартинформ, 2013. – 8 с.
43. ГОСТ 31461-2012 «Помет птицы. Сырье для производства органических удобрений. Технические условия». М. : Стандартинформ. 2013. – 11 с.
44. Гриценко, В. Л. Эффективность применения препарата «Байкал-ЭМ 1» при утилизации свежего куриного помета / // Аграрный вестник Урала. – 2007 г. - № 3 (39) – С. 61-63.
45. Давыдов, А. С. Очистка сточных вод убойного цеха птицефабрики и жилого поселка / А. С. Давыдов, Н. И. Алешина, В. Б. Шепталов, // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3 (65). – С. 44-48
46. Демиденко, Г. А., Влияние азотных удобрений на качество зерна и урожайность яровой пшеницы (на примере учхоза «Миндерлинское» Красноярского края) / Г. А. Демиденко, Е. В. Котенева // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 5. – С. 41-45.
47. Дёмина, И. Ф. Результаты оценки исходного материала яровой мягкой пшеницы на устойчивость к полеганию / И. Ф. Дёмина, С. В. Косенко //

- Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 8 (130). – С. 18-22.
48. Дербенцева, А. М. Агрохимия: курс лекций: учебное пособие / А. М. Дербенцева. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2006. – 100 с.
49. Довлетярова, Э. А. Современная методология и методика экспертного и технологического сопровождения страхования урожая сельскохозяйственных культур: учебное пособие / Э. А. Довлетярова, В. Г. Плющиков, Н. И. Ильясова, В. В. Щербаков. – М. : РУДН, 2008. – 192 с.: ил.
50. Дорожко, Г. Р. Стратегия и тактика борьбы с сорной растительностью [Электронный ресурс] / Г. Р. Дорожко, В. М. Пенчуков, О. И. Власова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. [№ 75]. URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/38.pdf> (дата обращения 01.08.2016 г.).
51. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами обработки результатов исследований.) – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
52. Дурынина, Е. П. Агрохимический анализ почв, растений, удобрений / Е. П. Дурынина, В. С. Егоров, М. : Изд-во МГУ, 1998. – 113 с.
53. Еськов, А. И. Улучшать использование органических удобрений / А. И. Еськов // Земледелие. – 2000. – № – С. 24-25.
54. Жежель, Н. Г. Агрохимия. Учебник для с.-х. техникумов / Н. Г. Жежель, Е. И. Пантелеева. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л. : «Колос», 1972.
55. Жиленко, С. Агрономическая и экономическая эффективность новых форм минеральных удобрений при возделывании кукурузы на выщелоченных черноземах / С. Жиленко, Н. Аканова, Л. Винничек, А. Шеуджен // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – № 6. – С.9-15.
56. Журавлева, Е. В. Некоторые фитометрические параметры сортов озимой пшеницы и их варьирование в зависимости от азотных подкормок в условиях нечерноземной зоны / Е. В. Журавлева // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 1. – С. 59-63

57. Жученко, А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / А. А. Жученко. – М. : ООО «Издательство Агрорус», 2004. – 1109 с.
58. Заушинцена, А. В. Генетические источники для реализации основных направлений селекции ячменя в Сибири / А. В. Заушинцена // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Санкт-Петербург, 2009. – Т. 165. – С. 101-105.
59. Захаренко, В. А. Борьба с сорняками в посевах зерновых колосовых культур. Научно-практическое издание. Серия «Библиотечка по защите растений», приложение к журналу «Защита и карантин растений» / В. А. Захаренко, А. В. Захаренко 2007. – № 02. – 48 с.
60. Захаров, В. Г., Сюков, В. В., Яковлева, О. Д. Сопряженность анатомо-морфологических признаков с устойчивостью к полеганию яровой мягкой пшеницы в условиях среднего Поволжья / В. Г. Захаров, В. В. Сюков, О. Д. Яковлева // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Том 18. – № 3. – С. 506-510.
61. Захаров, Н. Г. Влияние основной обработки почвы на засоренность посевов яровой пшеницы / Н. Г. Захаров, М. А. Полняков // Современные системы земледелия: опыт, проблемы, перспективы: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Морозова В.И. – Ульяновск : Ульяновская ГСХА, 2011. – С. 98-102.
62. Захарова, Н. Н. Формирование качества зерна озимой и яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи среднего Поволжья / Н. Н. Захарова, Н. Г. Захаров, М. Н. Гаранин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. – № 1. – С. 14-21.
63. Земледелие / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин и др.; под ред. А. И. Пупониной. – М. : КолосС, 2002. – 552 с.
64. Зерновые культуры (выращивание, уборка, доработка и использование) / Под общ. ред. Д. Шпаара. – М. : ИД ООО «DLV Агродело», 2008 – 656 с.

65. Зоидзе, Е. К. Моделирование формирования влагообеспеченности территории Европейской России в современных условиях и основы оценки агроклиматической безопасности / Е. К. Зоидзе, Т. В. Хомякова // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 2. – С. 98–105.
66. Зубрилов, С. П. Охрана вод : учебное пособие / С. П. Зубрилов, Н. В. Растрьгин. – СПб. : Изд-во СПбГУВК, 1999 . Ч.2 / Н. В. Растрьгин. – 164 с.
67. Использование птичьего помета в земледелии (научно-методическое руководство). – М. : ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. – 272 с.
68. Использование сточных вод комплексов и ферм для орошения с.-х. культур / В. М. Новиков, Л. П. Овцов, Ф. Ф. Костанди, А. И. Караченцев, П. Д. Савосьев. – М. : ЦБНТИ Минводхоза СССР, 1984. – 16 с.
69. Кабанов, П. Г. Погода и поле / П. Г. Кабанов. – Саратов : «Приволжское книжное издательство», 1975. – 240 с.
70. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е. Д. Казаков. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Колос, 1973. – 288 с.
71. Каскин, К. К. Агротехнические требования к машине РОУ-6 с модернизированным рабочим органом / К. К. Каскин, В. В. Рябков, Т. Ю. Анисимова // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: Сб. научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Владимир : ФГБНУ ВНИИОУ, 8-10 июля 2015 г. – 352 с. – С. 12-18.
72. Касьяненко, А. А. Современные методы оценки рисков в экологии: учебное пособие / А. А. Касьяненко. – М. : Изд-во РУДН 2008. – 271 с.
73. Качинский, Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н. А. Качинский. – М. : АН СССР, 1958. – 193 с.
74. Качинский, Н. А. Физика почв. Часть 1 / Н. А. Качинский. М.: Высшая школа, 1965. - 324 с.
75. Кидин, В. В. Органические удобрения: Учебное пособие / В. В. Кидин. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 166 с.

76. Кинз, Т. Ф. Промышленное компостирование органических отходов [Электронный ресурс] // АгроКомпост.ру : [сайт]. [2016] URL: <http://agrocompost.ru/wp-content/uploads/2015/04/АгроКомпост-Буклет-2016.pdf> (дата обращения: 04.02.2017).
77. Клеточная батарея CARRE 1600 [Электронный ресурс] // Энергогазсервис : [сайт]. URL: <http://www.egs-carre.ru/library/?id=50> (дата обращения 03.04.2017 г.).
78. Ковригина, Л. Н. Источники устойчивости ярового ячменя к полеганию / Л. Н. Ковригина, А. В. Заушинцена // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 1. – С. 57-62.
79. Ковтун, В. И. Урожайность, высота растений и устойчивость к полеганию новых сортообразцов озимой мягкой пшеницы на юге России / В. И. Ковтун, Л. Н. Ковтун // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – Выпуск № 4 (48). – С. 45-47.
80. Ковтун, И. И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И. И. Ковтун, Н. И. Гойса, Б. А. Митрофанов ; под ред. И. И. Гаруса. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 288 с.
81. Колмаков, В. И. Токсичное «цветение» воды континентальных водоемов: глобальная опасность и методы ликвидации [Электронный ресурс] // БИОКОМФОРТ : [сайт]. URL: <http://biokomfort74.ru> (дата обращения 01.03.2016 г.).
82. Компостирование помета [Электронный ресурс] // БиоЭкоМодуль : [сайт]. URL: [http://www.bioesomodul.ru/?page\\_id=1824](http://www.bioesomodul.ru/?page_id=1824) / (дата обращения 04.03.2017).
83. Корнева, Н. Влияние экологических факторов на эффективность производства / Н. Корнева // Птицеводство. – 2009. – № 6. – С. 9-10.
84. Костылев П. И., Изучение взаимосвязи морфобиологических признаков мягкой озимой пшеницы с зерновой продуктивностью / П. И. Костылев, Д. М. Марченко // Агронимия, лесное хозяйство и биологические науки. – 2010. – № 1. – С. 76-79.

85. Кочиш, И. И. Птицеводство / И. И. Кочиш, М. Г. Петраш, С. Б. Смирнов. – М. : КолосС, 2004. – 407 с.
86. Кравченко, Н. С. Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме: учебное пособие / Н.С. Кравченко, О. Г. Ревинская; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 88 с.
87. Краткий справочник агронома / П. А. Забазный, Ю. П. Буряков, Ю. Г. Карцев и др.; Сост. П. А. Забазный. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1983. – 320 с.
88. Кудряшов, В. Л. Инновационная технология переработки бесподстилочного куриного помета в кормовые добавки на основе импортозамещающих мембран / В. Л. Кудряшов // Птица и птицепродукты. – 2016. – № 1. – С. 65-68
89. Кук, Д., Фесет Дж. Роджер Кислотность и щёлочность почвы. Влияние на урожай. Рост и развитие здорового пшеничного растения [Электронный ресурс] // Зерно. 2011. [№ 11]. URL: <http://www.zerno-ua.com/journals/2011/noyabr-2011-god/kislotnost-i-shchyolochnost-pochvy-vliyanie-na-urozhay-rost-i-razvitie-zdorovogo-pshenichnogo-rasteniya>
90. Куликова, Е. В. Биологическая активность чернозема в условиях различной структуры севооборотов: дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / Куликова Елена Владимировна. – Воронеж, 2006. – 179 с.
91. Кулинич, В. А. Корреляционная связь качественных показателей озимой мягкой пшеницы в условиях северного Казахстана / В. А. Кулинич, В. А. Чудинов // Материалы совещания Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) в СибНИИРС (г. Новосибирск) 4-6 августа 2014 года / Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, – Новосибирск, 2015. – 121 с. – С. 40-45.

- 92.Кульский, Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды / Л. А. Кульский. – Киев : «Наукова Думка», 1983. – 528 с.
- 93.Кураченко, Н. Л. Влияние удобрений на гумусное и агрофизическое состояние чернозема выщелоченного / Н. Л. Кураченко, О. А. Ульянова, М. В. Луганцев, М. В. Бабаев // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2008. – № 1. – С. 33-38.
- 94.Курносова, Е. В. Антропогенное воздействие на фосфатный режим черноземной почвы / Е. В. Курносова, Г. Е. Гришин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 19-24.
- 95.Кутровский, В. Н. Биоконверсия отходов агропромышленного комплекса / В. Н. Кутровский, О. Д. Сидоренко. – М. : НИИСХ ЦРНЗ, 2009. – 160 с.
- 96.Лавриненко, А. Н. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания / А. Н. Лавриненко, Ю. Л. Байкин, Л. П. Огородников // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 5. – С.9-11.
- 97.Лазуревский, Г. В. Практические работы по химии природных соединений. Выпуск 1. Методы выделения, разделения и идентификации / Г. В. Лазуревский, И. В. Терентьева, А. А. Шамшурин. – М. : Государственное издательство «Высшая школа», 1961. – 192 с.
- 98.Лепская, А. П. Управление качеством зерна как, как основа повышения эффективности производства / А. П. Лепская // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Том 1. – 2009. – Вып. 22-2. – С. 245-247.
- 99.Лёр, Р. Переработка и использование сельскохозяйственных отходов: монография / Р. Лёр; Пер. с англ. В. В. Новиков; Ред. и предисл. А. Н. Шимко. – Москва : Колос, 1979. – 415 с.
100. Ливен, И. Очистка сточных вод птицефабрики, 29.01.2014 г. [Электронный ресурс] // NOMITECH : [сайт]. URL: [https://nomitech.ru/articles-and-blog/ochistka\\_stochnykh\\_vod\\_ptitsefabriki](https://nomitech.ru/articles-and-blog/ochistka_stochnykh_vod_ptitsefabriki) (дата обращения 01.03.2016)

101. Лицуков, С. Д., Титовская, А. И., Глуховченко, А. Ф., Карабутов, А. П. Влияние способов обработки почвы и удобрений на засоренность и урожайность кукурузы на зерно // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – № 6. – С. 27-29.
102. Лобакова, Е. С. Использование микроводорослей для очистки сточных вод птицефабрик с попутным получением кормовых добавок / Е. С. Лобакова, А. Е. Соловченко // Тезисы докладов Международной конференции по вопросам водопользования и экологии в рамках участия Российской Федерации в БРИКС на площадке Международного форума. – Москва, 2014. – С. 22-22.
103. Лозановская, И. Н. Теория и практика использования органических удобрений: учебное пособие для слушателей учебных заведений Госагропрома СССР по повышению квалификации / И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, П. Д. Попов. – М. : Агропромиздат, 1987. – 96 с.
104. Лукьяненко, В. И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии / В. И. Лукьяненко. – М. : ВО «Агропромиздат», 1987. – 240 с.
105. Лукьянов, А. Б. Физическая и коллоидная химия: Учебник для техникумов / А. Б. Лукьянов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1988. – 288 с.
106. Лушкин, И. А. Проблемы забора и очистки воды для водоснабжения из источников с обильной водной растительностью / И. А. Лушкин, Д. А. Стрелков, М. А. Немнонова // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2012. – № 1. – С. 50–54.
107. Лысенко, В. П. Птичий помет. Термины и определения / В. П. Лысенко // Птицеводство. – 2010. – № 7. – С. 45-48.
108. Лысенко, В. П. Экономическая оценка экологического ущерба от загрязнения птичьим пометом / В. П. Лысенко // Птицеводство – 2011. – № 12. – С. 45-47.



109. Лысенко, В. П. Биопрепараты для компостирования птичьего помёта / В. П. Лысенко, Г. Е. Мерзлая, Р. А. Афанасьев. – Птицеводство. – 2014. – № 3. – С.39-44.
110. Лысенко, В. П. Куриный помет – побочная продукция птицефабрик / В. П. Лысенко // Птица и птицепродукты. – 2013. – № 5. – С. 63-65.
111. Лысенко, В. П. Очистка и обеззараживание сточных вод птицефабрик. / В. П. Лысенко. – Сергиев Посад : [б. и.], 2008. – 103 с.
112. Лысенко, В. П. Переработка отходов – залог повышения экономики / В. П. Лысенко // Птицеводство. – 2013. – № 5. – С. 52-55.
113. Лысенко, В. П. Переработка отходов птицеводства / В. П. Лысенко; Российская академия сельскохозяйственных наук, Межрегиональный научно-технический центр «Племптица», Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства. – Сергиев Посад : [б. и.], 1998. – 151 с.
114. Лях, Т. Г. Экологически безопасные способы производства органических удобрений в земледелии Молдовы / Т. Г. Лях // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: Сб. научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Владимир. ФГБНУ ВНИИОУ, 8–10 июля 2015 г. – 352 с. – С. 29-34.
115. Мазиров, М. А. Сорные растения и меры борьбы с ними (учебная полевая практика): учебное пособие / М. А. Мазиров, А. А. Корчагин ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 28 с.
116. Максимова, С. Л. Развитие технологий вермикомпостирования и вермикультивирования в Беларуси / С. Л. Максимова, Т. М. Шабанова, Ю. Ф. Мухин // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2008. – № 1. – С. 44-47.
117. Макшакова, О. В. Последствие длительного применения органических и минеральных удобрений на урожайность и качество озимой ржи: дис.

- ...канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Макшакова Ольга Викторовна. – Москва, 2014. – 112 с.
118. Малютина Л. А. Оценка влияния птичьего помета на урожайность зерна и его качество с использованием информационно-логического анализа / Л. А. Малютина // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / XII Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2017 г.). Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2017. Кн. 2. 704 с. – С. 187-188.
119. Малютина, Л. А. Влияние птичьего помета на урожайность яровой мягкой пшеницы и плодородие почв Алтайского края / Л. А. Малютина // Агрохимический вестник : науч.-практ. журн. – 2015. – № 6. – С. 48-51.
120. Мамонтов, В.Г. Практическое руководство по химии почв: Учебное пособие / В.Г. Мамонтов, А.А. Гладков, М. М. Кузелев. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. – 225 с.
121. Матюк, Н.С. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии: Учебник / Н.С. Матюк, А.И. Беленков, М.А. Мазиров, В.Д. Полин, А.Я. Рассадин, Е.Д. Абрашкина. М. : Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 189 с.
122. Мельник, В. А. Как перерабатывают птичий помет: удобрение и биогаз. 12.10.2013 [Электронный ресурс] // Для птицеводов : [сайт]. [2010]. URL: <http://ptitcevod.ru/reprodukcija/soderzhanie-pticy/kak-pererabatyvayut-ptichij-pomet-udobrenie-i-biogaz.html> (дата обращения: 03.09.2016).
123. Мельник, А. Ф. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы / А. Ф. Мельник, А. Ф. Мартынов // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – № 2. – С. 23-28.
124. Мельникова, О. В. Сорная флора агрофитоценозов Центрального региона России / О. В. Мельникова. – Брянск. : Изд-во Брянской ГСХА, 2008. – 278 с.
125. Мерзлая, Г. Е. Использование органических отходов в сельском хозяйстве / Г. Е. Мерзлая // Российский химический журнал. – 2005. – т. XLIX, № 3. – С. 48-54.

126. Мерзлая, Г. Е. Охрана окружающей среды при использовании бесподстилочного навоза / Г. Е. Мерзлая, Н. И. Володарская // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 1. – С. 47-51.
127. Мерзлая, Г. Е. Технологии утилизации помета / Г. Е. Мерзлая, В. Г. Тюрин, В. П. Лысенко, Н. Корнева // Птицеводство. – 2009. – № 9. – С. 48-50.
128. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1992. – 63 с.
129. Методические указания по осуществлению Государственного санитарного надзора за проектированием, строительством и эксплуатацией сооружений по очистке сточных вод птицефабрик (утв. Минздравом СССР 19.03.1975 № 1230-75) (вместе с «Основными требованиями к устройству сооружений по очистке сточных вод птицефабрик»).
130. Микрюкова, О. С. Результаты применения кровяной муки в рационе цыплят-бройлеров / О. С. Микрюкова // Агротехнологии XXI века, Всероссийская науч.-практическая конф. с международным участием (2015; Пермь). Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Агротехнологии XXI века», 11–13 ноября 2015 г. Ч 3: в 4 ч. : [посвящ. 85-летию основания ПГСХА, 150-летию со дня рожд. акад. Д.Н. Прянишникова : материалы] / науч. редкол. Ю.Н. Зубарев [и др.]. – Пермь : Изд-во ИПЦ «Прокрость», 2015. – 201 с. – С. 40-45.
131. Минеев, В. Г. Агрохимия: Учебник / В. Г. Минеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.
132. Митрофанов, Н. С. Обработка птицы на конвейерных линиях: потрошения, охлаждения, сортировка и упаковка / Н. С. Митрофанов // Птицеводство. – 2008. – № 8. – С. 54.
133. Михайлова, Л. А. Агрохимия: курс лекций. В 3 ч. Ч 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л.А. Михайлова; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего. образов. «Пермская гос. с.-

- х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2015. – 426 с. – С. 152.
134. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края (1965-2010 годы). – Барнаул. – 2012. – 30 с.
135. Мязин, Н. Г. Система удобрений: учебное пособие / Н. Г. Мязин. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 350 с.
136. Научно-прикладной справочник по климату СССР: Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1-6. Вып. 20 Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край. – СПб. : Гидрометеиздат, 1993. – 717 с.
137. Новиков, Н. Н. Белки зерна пшеницы и формирование качества урожая: автореф. дис. ... д-ра биолог. наук: 06.01.04., 03.00.04 / Новиков Николай Николаевич. – М. , 1995. – 62 с.
138. Новичихин, А. М. Зависимость показателей урожайности и качества зерна озимой пшеницы от применения органических и минеральных удобрений / А. М. Новичихин, Г. В. Гончарова, Е. А. Балюнова // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: Сб. научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Владимир: ФГБНУ ВНИИОУ, 8–10 июля 2015 г. – 352 с. – С. 260-263.
139. Новожилов, И. А. Влияние больших доз куриного помета на свойства и состав дерново-подзолистых грунтово-оглееных почв: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Новожилов Иван Алексеевич. – Н. Новгород : АНО «Изд-во МСХА» – 2004. – 18 с.
140. НТП 17-99\* Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. М., 2001.
141. Овсянников, Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия / Ю. А. Овсянников. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2000. – 264 с.
142. Овцинов, В. И. Экономико-математические методы и моделирование: применение в почвенно-агрохимических исследованиях, землеустройстве и

- кадастре. Часть I. Математические методы оценки качества и подготовки информации к моделированию: Методические указания к лабораторным занятиям / В.И. Овцинов, А.Б. Совриков. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2007. – 34 с.
143. Овцинов, В. И. Экономико-математические методы и моделирование: применение в почвенно-агрохимических исследованиях, землеустройстве и кадастре. Часть I. Математические методы оценки качества и подготовки информации к моделированию: Методические указания к лабораторным занятиям / В.И. Овцинов, А.Б. Совриков. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2007. – 34 с.
144. Овцов, Л. П. Экологически безопасные технологии сельскохозяйственного использования животноводческих стоков и сточных вод / Л. П. Овцов. – М. : Изд-во МГУ, 2002 г. – 615 с.
145. Органические удобрения в интенсивном земледелии / В. А. Васильев, И. И. Лукьяненко, В. Г. Минеев и др. Под ред. В. Г. Минеева. – М. : Колос. 1984. – 303 с.
146. Орлов, А. Н. Засоренность и урожайность яровой пшеницы в зависимости от элементов технологии возделывания / А. Н. Орлов, О. А. Ткачук, Е. В. Павликова // Молодой ученый. 2012. – № 2 (37). – С. 362-365.
147. Орлов, Д. С. Органическое вещество почв и органические удобрения / Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская, П. Д. Попов. – М. : Изд-во МГУ, 1985. – 97 с.
148. Орлов, Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учеб. пособие для хим., хим.-технол. и биол. спец. вузов / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – М. : Высш. шк., – 2002. – 334 с. – С. 40.
149. Орлова, С. С. Оценка эффективности использования сточных вод на орошении / С. С. Орлова, Т. А. Панкова // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. – № 3-2 (22) – С. 43-46.

150. Основы агрономии: Учебник для нач. проф. образования: Учеб. пособие для сред. проф. образования / Н. Н. Третьяков, Б. А. Ягодин, А. М. Туликов и др.; Под ред. Н. Н. Третьякова. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 360 с.
151. Основы агрохимии [Электронный ресурс] : учебное пособие : электрон. аналог печатного издания / Н. Т. Чеботарёв, Г. Я. Елькина, Г. Г. Романов, А. А. Юдин ; под ред. Н. Т. Чеботарёва, Г. Г. Романова ; Сыкт. лесн. ин-т, ФГБНУ НИИСХ Республики Коми, Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН. – Электрон. дан. – Сыктывкар : СЛИ, 2015. – 144 с.
152. Основы опытного дела в растениеводстве / В. Е. Ещенко, М. Ф. Трифонова, П. Г. Копытко и др.; Под ред. В. Е. Ещенко и М. Ф. Трифоновой. – М. : КолосС, 2009. – 268 с.
153. Панова, И. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих производств / И. Панова, И. Нойберт // Мясные технологии. – 2014. – № 5. – С. 44-45.
154. Патрин, М. А. Продуктивность озимой пшеницы на темно-каштановых почвах Заволжья в зависимости от применения удобрений и системы лесных полос: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. – Оренбург, 2009. – 142 с.
155. Переведенцев, Ю. П. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья: учебное пособие по региональной климатологии / Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, К.М. Шанталинский, Э.П. Наумов, Ю.Г. Хабутдинов [и др.]; науч. ред. Э.П. Наумов – Казань : Центр инновационных технологий, 2011. – 296 с.
156. Переработка птицы / Н. С. Митрофанов, Ю. А. Плясов, Е. Г. Шумков и др. – М. : Агропромиздат, 1990. – 303 с.
157. Петербургский, А. В. Агрохимия и физиология питания растений / А. В. Петербургский // 2-е изд., перераб. – М. : Россельхозиздат, 1981. – 184 с.
158. Пикуш, Г. Р. Как предупредить полегание хлебов : практическое пособие / Г. Р. Пикуш, А. Л. Гринченко, И. Н. Пыхтин ; ред. А. Г. Денисенко. – Киев : Урожай, 1988. – 200 с.

159. Пискарёв, В. В. Изменчивость и наследование количественных признаков мягкой яровой пшеницы в различных эколого-климатических условиях Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Новосибирск, 2006. – 128 с.
160. Пискунов, А. С. Методы агрохимических исследований / А. С. Пискунов. – М. : КолосС, 2004. – 312 с
161. Подобед, Л. И. Ценная белковая добавка из побочных продуктов переработки отходов убоя птицы / Л. И. Подобед // Эффективні корми та годівля. – 2014. – № 5-6. – С. 54-56.
162. Полетаев, А. Ю. Особенности переработки белкового сырья в полноценные корма для сельскохозяйственных животных / А. Ю. Полетаев, М. Г. Курбанова // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 3(18) – С. 29-34.
163. Понятовский, Ф. А. Применение подстилочного куриного помета и минеральных удобрений под сахарную свеклу на черноземе обыкновенном: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Понятовский Федор Анатольевич. – п. Персиановский. – 2006. – 142 с.
164. Попов, А. В. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от применения различных доз сухого гранулированного птичьего помета на орошаемых темно-каштановых почвах Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Попов Александр Валерьевич. – Оренбург – 2011. – 22 с.
165. Попов, А. В. Эколого-агрохимическая оценка сухого гранулированного птичьего помета / А. В. Попов, А. И. Золотухин // Антропогенная трансформация природных экосистем: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Балашов : Николаев, 2010. – С. 153-156.
166. Почвы Алтайского края. – М. : АН СССР, 1959. – 392 с.
167. Практикум по земледелию и растениеводству / В. С. Никляев, В. В. Ткачев, П. П. Добло, Т. В. Парахина; Под ред. В. С. Никляева. – М. : Колос, 1996. – 319 с.

168. Практическое руководство для сельскохозяйственных предприятий по охране окружающей среды / В. Н. Афанасьев, П. А. Суханов, А. В. Афанасьев, Д. А. Максимов, А. Ю. Перцович. / Под ред. В. Н. Афанасьева. – СПб. : СЗНИИМЭСХ, 2005. – 272 с.
169. Применение органических удобрений в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – 50 с.
170. Протокол испытаний клеточной батареи ярусной «CARRE» для откорма бройлеров № 12-3-2006 (1040013) / ФГБУ «Государственный испытательный центр» [Электронный ресурс] // sistemamis.ru [сайт]. [2006]. URL: sistemamis.ru/Испытания/bd/si0307.doc (дата обращения 03.04.2017)
171. Пряхина С. И. Агрометеорологические прогнозы качества зерна озимой и яровой пшеницы в саратовской области / С. И. Пряхина, Ю. А. Складов, М. Ю. Васильева // Известия Саратовского университета. Новая серия. Науки Земле. – 2007. – Вып. 1. – 26-29.
172. Птичий помет – ценнейшее удобрение // Эффективное животноводство. – 2015. – № 9. – С. 52-53.
173. Пузаченко, Ю. Г. Информационно-логический анализ в медико-биологических исследованиях / Ю. Г. Пузаченко, А. В. Мошкин // Итоги науки. Мед. география. – М., 1969. – Вып. 3. – С. 5-74.
174. Пунда, Н. А. Использование птичьего помета в лесостепной зоне / Н. А. Пунда // Применение удобрений в Омской области – Новосибирск, 1985. – С. 55-63.
175. Путинцева, Н. Ю. Влияние удобрений на основе куриного помета на основные агрохимические свойства почв и урожайность сельскохозяйственных культур на Северо-Западе Нечерноземной зоны России: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04, 06.01.06 / Путинцева Наталья Юрьевна. – Великий Новгород. – 2006. – 174 с.
176. Пшеница и оценка ее качества / Пер. с англ.; под ред. Н. П. Козьминой, Л. Н. Любарского. – М. : Колос, 1968. – 496 с.



177. Рассыпнов, В. А. Сборник задач и упражнений по методике опытного дела: Учеб. пособие / В. А. Рассыпнов. – 2-е изд., доп. и перераб. – Барнаул : Алтайский СХИ, 1987. – 64 с.
178. Растениеводство Центрально-Черноземного региона / В. А. Федотов, В. В. Коломейченко, Г. В. Коренев и др.; Под ред. В. А. Федотова, В. В. Коломейченко. – Воронеж : Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. – 464 с.
179. Растениеводство: учебное пособие / Ф. М. Стрижова, Л. Е. Царева, Ю. Н. Титов. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2008. – 219 с.
180. Рекомендации по использованию птичьего помета на удобрение. / Под ред. П. Д. Попова. – Владимир, 1988. – 32 с.
181. Рециклинг отходов в АПК: справочник / И. Г. Голубев, И. А. Шванская, Л. Ю. Коноваленко, М. В. Лопатников. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 296 с.
182. Решение Зонального районного Собрания депутатов Алтайского края от 27.12.2012 г. № 115 «Программа социально-экономического развития муниципального образования Зональный район Алтайского края на период 2013-2017 годы»
183. Решетняк, А. Ю. Сорные растения посевов зерновых культур Западной Сибири / А. Ю. Решетняк, О. И. Павлова, А. Ф. Захаров, Е. С. Санаров. – Новосибирск, 2009 г. – 96 с.
184. Российский статистический ежегодник. 2016: Стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – 725 с.
185. Рындин, А. Ю. Физические методы определения качества зерна: анализ источников / А. Ю. Рындин // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 12. – С. 72-82
186. Садчиков, А. П. Антропогенное эвтрофирование водоемов / А. П. Садчиков, С. В. Котелевцев // Прикладная токсикология. Том 3. – 2012. – № 2 (8). – С. 20-26

187. Садчиков, А. П. Экология прибрежно-водной растительности: учебное пособие для студентов вузов / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. – М. : Изд-во НИИ-Природа, РЭФИА, 2004. – 220 с.
188. Самофалова, И.А. Химический состав почв и почвообразующих пород: учебное пособие. / И. А. Самофалова, М-во с.-х. РФ, ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». – Пермь : Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2009. – 132 с.
189. Седых, В. А. Особенности использования птичьего помета при применении в агроценозах / В. А. Седых, Ж. Норовсурэн, А. В. Филиппова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 32-1 / том 4. – С. 283-285.
190. Селезнев, А. В. От локального мониторинга к регулированию сброса загрязняющих веществ в водные объекты / А.В. Селезнева, В.А. Селезнев // Водное хозяйство России. – 2008. – № 2. – С. 4-20.
191. Семендяева, Н. В. Влияние сельскохозяйственного использования на свойства почв Западной Сибири / Новосиб. гос. аграр. ун-т; СибНИИ земледелия и химизации сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2011. – 168 с.
192. Сёмин, И. Г. Эколого-агрохимическая оценка органических удобрений на серых лесных почвах Верхневолжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Сёмин Игорь Валерьевич. – Владимир, 2016. – 191 с.
193. Серпокрылов, Н. С., Спиридонова, Л. Г., Кулик, И. А. Особенности реагентной очистки сточных вод птицефабрик // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 4 (13) [Электронный ресурс]. URL.: <http://naukovedenie.ru/PDF/63trgsu412.pdf> (дата обращения 03.04.2017).
194. Система применения удобрений: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Агрохимия и почвоведение», «Защита растений и карантин» / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапы – Гродно : ГГАУ, 2011. – 418 с.
195. Скрыльник Е. В., Товстый, Ю. Н. Изменение гумусного состояния чернозема оподзоленного под влиянием куриного помета и компоста на его

- основе // «Живые и биокосные системы». 2016. № 17. URL.: <http://www.jbks.ru/archive/issue-17/article-6> (дата обращения 03.04.2017).
196. Смирнов, П. М., Муравин, Э. А. Агрохимия. – М. : «Колос», 1977. – 240 с.
197. Снакин, В. В. Экология и охрана природы : Словарь-справочник / В. В. Снакин; Ред. А. Л. Яншин. – М. : Академия, 2000 . – 384 с.
198. Способ и устройство вакуумной сушки экскрементов домашних животных и птицы : пат. 2042657 Рос. Федерация : МПК **C05F**. № 5032722/15 ; заявл. 31.01.1992 ; опубл. 27.08.1995 // Патент России. 1992. / Борисов Б.Н., Овцын Ю. И., Суховилов Г. Ф., Харламов В. Н., Шитов В. В.
199. Степанов, А. И. Производство и применение компостов под картофель в условиях центральной Якутии / А. И. Степанов, А. Я. Федоров, Е. И. Прибылых, Э. И. Иванов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 24-25.
200. Стецов, Г. Я. Эволюционно-экологические особенности сорных растений и совершенствование мер борьбы с ними в агроэкосистемах полевых культур юга Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Стецов Григорий Яковлевич. – Барнаул, 2007. – 34 с.
201. Стрелков, К. Е. Причины и последствия цветения водоисточников, используемых для целей хозяйственно-питьевого значения / К. Е. Стрелков, И. А. Лушкин, В. М. Филенков // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 12(43). – С. 79-84.
202. Стрижова, Ф.М. Биологические особенности и технология возделывания основных полевых культур в Алтайском крае: учебное пособие / Ф.М. Стрижова, Л.Е. Царева, Н.И. Шевчук, Э.В. Путилин, Л.В. Ожогоина; под ред. Ф.М. Стрижовой. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2006. – 124 с.
203. Ступин, Д. Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления: уч. пособие / Д. Ю. Ступин. – СПб, 2009. – 432 с.
204. Суховеркова, В. Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах / В. Е. Суховеркова // Вестник

- Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 9 (143). – С. 45-55.
205. Терпелец, В. И. Учебно-методическое пособие по изучению агрофизических и агрохимических методов исследования почв / В. И. Терпелец, В. Н. Слюсарев. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 65 с.
206. Техника для внесения твердых органических удобрений [Электронный ресурс] // Белрусагротехника: [сайт]. URL: <http://www.belrusagro.com/techno/catalog/544/426/> (дата обращения 04.04.2017).
207. Технологии и технические средства для переработки помета на птицефабриках (научно-методическое руководство) / Под общ. ред. В. И. Фисинина, В. П. Лысенко – М. : ООО «НИПКЦ Восход-А», 2011. – 296 с.
208. Технология производства продукции растениеводства в условиях Алтайского края: учебное пособие / Л. Е. Царева. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2007. – 115 с.
209. Тиньгаев, А. В. Влияние различных норм внесения птичьего помета на урожайность яровой пшеницы в Бийско-Чумышской зоне Алтайского края / А. В. Тиньгаев, Л. А. Малютина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 12 (134). – С. 41-44.
210. Тиньгаев, А. В. Информационно-логическая модель урожайности яровой пшеницы при внесении птичьего помета в качестве удобрения / А. В. Тиньгаев, Л. А. Малютина // АГАУ. Вестник Алтайского аграрного университета : научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 24-29.
211. Тиньгаев, А. В. Влияние птичьего помета на урожайность яровой пшеницы при внесении в черноземные почвы на Алтае / А. В. Тиньгаев, Л. А. Малютина, В. Б. Шепталов // Мелиорация и водное хозяйство : двухмес. теорет. и науч.-практ. журн. – 2015. – № 3. – С. 22-24.

212. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные работы по внесению органических удобрений. – М. : Инфорагробизнес, 1994. – 100 с.
213. Титова, В. И. Агроэкосистемы: проблемы функционирования и сохранения устойчивости (теория и практика агронома-эколога) / В. И. Титова, М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова. – Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Н. Новгород : НГСХА, 2002. – 205 с.
214. Титова, В.И. Индустриальное птицеводство и экология: опыт сосуществования / В.И. Титова, Л. К. Седов, Е. В. Дабахова. – Н. Новгород : Изд-во ВВАГС, 2004. – 251 с.
215. Титова, В. И., Шафронов, О. Д., Варламова, Л. Д. Фосфор в земледелии Нижегородской области / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород : Изд-во ВВАГС, 2005. – 219 с.
216. Трещов, А. Г. Агрохимия / А. Г. Трещов: Учеб. пособие. – М. : Изд-во РУДН, 1992. – 228 с.
217. Трифонов, А. Ю. Сравнительная эффективность применения птичьего помета и минеральных удобрений при возделывании кормовых культур на серых лесных и дерново-подзолистых почвах: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Трифонов Андрей Юрьевич. – Нижний Новгород. – 2001. – 131 с.
218. Тюрин, В. Г. Экологические и экономические аспекты производства органических удобрений на птицефабриках / В. Г. Тюрин, В. П. Лысенко // Птицефабрика – 2007. – № 6. – С. 29-32.
219. Утилизация навоза/помета на животноводческих фермах для обеспечения экологической безопасности территории, наземных и подземных водных объектов в Ленинградской области / Под ред. В. И. Могилевцева. – СПб. : 2012. – 238 с.
220. Файвишевский, М. Л. Переработка непищевых отходов мясоперерабатывающих предприятий / М. Л. Файвишевский. – СПб : ГИОРД, 2000. – 256 с.

221. Федорова, Р. А. Биохимические особенности свойств зерна : Учеб.-метод. пособие / Р. А. Федорова. СПб. : Университет ИТМО, 2016. – 41 с.
222. Ферберов, И. А. Предложения по созданию технологии и промышленной установки утилизации куриного помета / И. А. Ферберов // Технологические и технические решения утилизации отходов птицефабрик и животноводческих комплексов. М. – 1997.
223. Флесс, Н. А. Фиторемедиация почв, подвергшихся загрязнению в результате применения жидких органических удобрений: дис. ... канд. биолог. наук: 06.01.04 / Флесс Надежда Андреевна. – Москва, 2007 – 187 с. РГБ ОД, 61:07-3/938
224. Хабаров, А. В. Почвоведение / А. В. Хабаров, А. А. Яскин. – М. : Колос, 2001. – 232 с.
225. Хендерсон-Селлерс, Б. Умиряющие озера: причины и контроль антропогенного эвтрофирования / Б. Хендерсон-Селлерс, Х. Ф. Маркленд ; Перевод с англ. под ред. К. Я. Кондратьева, Н. Н. Филатова. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 278 с.
226. Хлудеев, В. С. Атлас сорняков, засоряющих посевы зерновых культур. Токсичные и вредные семена / В. С. Хлудев. – Днепропетровск, 2009. – 30 с.
227. Хрисанов, Н. И. Управление эвтрофированием водоемов: монография / Н.И. Хрисанов, Г.К. Осипов. – СПб : Гидрометеиздат, 1993. – 278 с.
228. Худенко, М. А. Сравнительная характеристика образцов яровой тритикале коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Худенко Марина Анатольевна. – Красноярск, 2014. – 170 с.
229. Хусаинов, А. Т. Содержание нитратного азота в черноземных почвах северного Казахстана / А. Т. Хусаинов, К. Х. Сейдалина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 3. – С. 27-30.
230. Цианобактериальное «цветение» воды – источник проблем природопользования и стимул инноваций в России / Румянцев В. А.,

- Крюков Л. Н., Поздняков Ш. Р., Жуковский А. В. // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). – 2011. – № 2. – С. 222-228.
231. Чайкин, В. В. Влияние полегания на урожайность и качество зерна озимой ржи / В. В. Чайкин, А. А. Тороп // АГРОХХІ. – 2014. – № 4-6. – С. 38-41.
232. Чекаев, Н. П. Агроэкологическая оценка применения куриного помета в качестве удобрения / Н. П. Чекаев // Плодородие. – 2009. – № 3(48). – С.13-15.
233. Черкасов, А. Н. Промышленное производство компотов из помета / А. Н. Черкасов, В. Ю. Уханов, Е. Л. Половцев // Достижения науки и техники АПК. – 1992. – № 3. – С.32-33.
234. Чесноков, В. А. Выращивание растений без почвы / В. А. Чесноков, Е. Н. Базырина, Т. М. Бушуева, Н. Л. Ильинская. – Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1960. – 169 с.
235. Шершнёва, Е. И. Агрономическая и экономическая эффективность применения гербицидов на озимом рапсе / Е. И. Шершнёва, О. И. Нехай, Е. В. Филиппова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / XII Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2017 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. Кн. 2. 704 с. – С. 341-343.
236. Широких, П. С. Сорные растения и методы их подавления: Учебное пособие / П. С. Широких, В. К. Баснак, В. В. Михеев, С. К. Кузьмина, Л. М. Блескина, О. В. Петровская; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2005. – 61 с.
237. Шишкина, О. С. Влияние орошения сточными водами на экологическое состояние территории: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16 / Шишкина Оксана Сергеевна. – Волгоград, 2005. – 24 с.
238. Шубитидзе, Г. В, Курдюков, Ю. Ф., Брель, С. В. Засоренность посевов озимой и яровой пшеницы в зависимости от предшественников и вид севооборотов [Электронный ресурс] // Современные технологии в

- сельскохозяйственной науке и производстве: Сб. материалов международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов, посвященная 130-летию со дня рождения А. П. Шехурдина. 2016. URL: <http://www.arisersar.ru/conference/agriculture/brel.pdf> (дата обращения 01.08.2016).
239. Экологическая химия: Учебное пособие для вузов.– СПб : Химиздат, 2001. – 304 с.
240. Экологически безопасные методы использования отходов: монография / [Р. П. Воробьева, В. Т. Додолина, Г. Е. Мерзлая и др.; под общ. ред. Г. Е. Мерзлой, Р. П. Воробьевой] ; Департамент мелиорации земель и с.-х. водоснабжения, НИИ по с.-х. использованию сточных вод (НИИССВ) «Прогресс», Алт. фил. НИИССВ «Прогресс» и др. – Барнаул : Изд-во АГУ, 2000. – 554 с.
241. Эрнст, Л. Переработка отходов животноводства и птицеводства / Л. Эрнст, Ф. Злочевский, Г. Ерастов // Тваринництво УКРАЇНИ. – 2011. – № 10. – С. 14-18.
242. Эффективное использование вторичного сырья, получаемого при переработке птицы / Волик В. Г., Исмаилова Д.Ю., Ерохина О.Н., Зиновьев С.В., Козак С.С., Мухин Ю.Е., Королева О.В. // «Птица и птицепродукты». – 2011. – № 3. – С. 16-19.
243. Эффективные решения в области очистки сточных вод и утилизации помета птицеводческих предприятий / Ю. Н. Гоков, Е. В. Сырников, Д. В. Мельник, А. А. Шевченко // Сучасне птахівництво. – 2011. – № 10. – С. 28-34
244. Юсупов, Р. М. Орошение сточными водами, животноводческими и птицеводческими стоками – надежный способ охраны водных объектов [Электронный ресурс] / ФГУП НИИССВ «Прогресс», г. Старая Купавна, Московская область. // Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России: Сб. материалов Международной научно-практической



- конференции. 2005. URL: [www.ieek.timacad.ru/science/1/2005\\_2/2\\_51.doc](http://www.ieek.timacad.ru/science/1/2005_2/2_51.doc)  
(дата обращения: 04.03.2016).
245. Ягодин, Б. А. *Агрохимия* / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко ;  
Под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Колос, 2002. – 584 с.
246. Balla, K., Rakszegi, M., Li Z., Békés, F., Bencze, S., Veisz, O. Quality of  
winter wheat in relation to heat and drought shock after anthesis // *Czech J. Food  
Sci.*, 2011. – № 29. – P. 117-128.
247. Bolan, N. S., Szogi, A.A., Chuasavathi, T., Seshadri, B., ROTHROCK JR  
M.J.. and P. Pannersselvam P. Uses and management of poultry litter // *World's  
Poultry Science Journal*, Vol. 66, December 2010. – P. 673-698.
248. Геркіял, О. М. Агрономічна ефективність тривалого (45 років)  
застосування різної насиченості органічними і мінеральними добривами в  
польовій сівозміні // *ВІСНИК Уманського національного університету  
садівництва*. – 2012. – № 1-2. – С. 27-33.
249. Gotsova ,V., Gotsova, P. Influence of lodging on the yield and quality of wheat  
// *Rast. Nauki (Sofia)*. – 1965. – № 2. – P. 33-39.
250. Jones, J. Benton, *Hydroponics: a practical guide for the soilless grower* / J. Benton  
Jones, Jr. – 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2005.
251. Hammer, Mark J., Hergemader, Gary L., "Eutrophication Of Small Reservoirs  
In Eastern Nebraska" (1973). *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences  
and Affiliated Societies. Paper 373.* //  
<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1376&context=tnas>
252. Lingan Kong, Jisheng Si, Bin Zhang, Bo Feng, Shengdong Li, Fahong Wang  
Environmental modification of wheat grain protein accumulation and associated  
processing quality: a case study of China // *Australian Journal of Crop Science*. –  
2013. – № 2. – P. 173-181.
253. Yetilmezsoy, K., Turkdogan-Aydinol, I., Gunay, A., Ozis, I. Post Treatment of  
Poultry Slaughterhouse Wastewater and Appraisal of the Economic Outcome //  
*Environmental Engineering and Management Journal* November 2011, Vol.10,  
No. 11, 1635-1645 <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>

254. Siavoshi, Morteza; Laware, shankar laxman; L. LAWARE, Shankar.. Effect of Organic Fertilizer on Growth and Yield Components in Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*, [S.l.], v. 3, n. 3, p. p217, sep. 2011. ISSN 1916-9760. Available at: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/8718/8579>>. Date accessed: 30 Oct. 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.5539/jas.v3n3p217>.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Описание почвенного разреза



Рис. 1 – Почвенный разрез чернозема оподзоленного, Зональный район Алтайского края

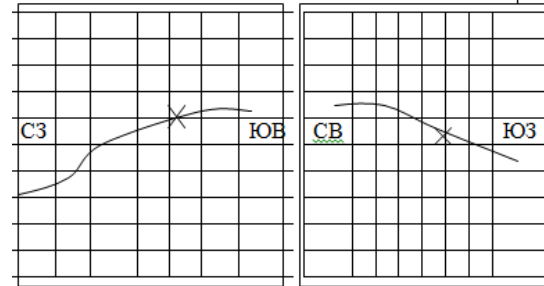
**Месторасположение разреза:** в 6,5 км от пос. Мирный, Зональный район Алтайского края,

**Координаты разреза:**

52°35'10.6''N

84°57'27.4''E

**Расположение разреза по рельефу, экспозиция склона:**



**Глубина разреза:** 117 см

**Характеристика генетических горизонтов:**

**А<sub>пах.</sub> (0-8 см)** (рис. 1) – горизонт влажный, окраска темно-серая, гранулометрический состав – среднесуглинистый; структура почвы комковато-глыбистая, сложение рыхлое. Характер перехода границы – постепенный. Горизонт содержит гумус, обильно пронизан корнями.

**А (8-20 см)** – свежий, темно-серый с белесоватым оттенком, гранулометрический состав – среднесуглинистый; структура почвы – комковато-плитчатая, сложение – уплотненное. Характер перехода постепенный. Горизонт содержит гумус, обильно пронизан корнями, кремнезем (SiO<sub>2</sub>).

**АВ (20-32)** – влажный, темно-серый с седым оттенком, гранулометрический состав – среднесуглинистый; структура почвы – комковато-зернистая; сложение – уплотненное. Характер перехода резкий по окраске. Слой содержит гумус, корни.

**В<sub>t</sub> (32-72 см)** – горизонт влажный, окраска неоднородно-бурая, белесые затеки; гранулометрический состав – тяжелосуглинистый; структура почвы комковато-ореховато-призматическая, сложение – плотное. Характер перехода постепенный. Горизонт содержит затеки железа, гуматы натрия, кремнезем (SiO<sub>2</sub>).

**ВС (72-92 см)** – влажный, желтовато-бурый, гранулометрический состав – среднесуглинистый; структура почвы – комковато-призматическая; сложение – уплотненное. Характер перехода – постепенный. Горизонт включает гуматы, железо.

**С (>97 см)** – влажный, светло-желтый, гранулометрический состав – среднесуглинистый; структура почвы – комковато-пылеватая; сложение – уплотненное. Характер перехода – постепенный. Новообразований и включений нет.

## Приложение 2

Метеорологические условия в вегетационный период яровой мягкой пшеницы, 2014-2016 гг.

(по данным метеостанции Бийск Зональная)

Годы исследования	Температура воздуха, °С							Осадки, мм				
	май	июнь	июль	август	среднее значение за период	минимальное значение за период	максимальное значение за период	май	июнь	июль	август	число дней с осадками
2014	10,5	18	19,3	17,7	16,4	-3,7	+36,2	72	49	81	51	51
2015	13,3	19,6	20,2	17,6	17,7	+0,4	+34,1	86	9,2	70	29	51
2016	11,7	19,3	20,9	16,6	17,1	-3,9	+30,6	54	56	146	22	63
Среднее многолетнее	11,3	17,2	19,2	16,3	16,0	х	х	68,3	51,6	61,1	58,3	х

## Приложение 3

Гидротермические коэффициенты за вегетационный период яровой мягкой пшеницы, 2014-2016 гг.

Месяц	2014 г.		2015 г.		2016 г.	
	ГТК	характер влагообеспеченности	ГТК	характер влагообеспеченности	ГТК	характер влагообеспеченности
май	3,2	переувлажнение	2,2	переувлажнение	1,8	достаточно влажно
июнь	1,0	недостаточно влажно	0,2	очень сильная засуха	1,0	недостаточно влажно
июль	1,4	достаточно влажно	1,1	достаточно влажно	2,3	переувлажнено
август	1,0	недостаточно влажно	0,5	средне засушливо	0,4	очень низкая засуха
За весь период вегетации	1,4	достаточно влажно	0,9	недостаточно влажно	1,4	достаточно влажно

## Приложение 4

КГБУ «Алтайская краевая  
ветеринарная лаборатория»  
656031, ул. Шевченко, 160  
тел/факс (385-2) 501-436  
«25» апреля 2014 г

Адрес г.Барнаул,  
«Алтайагрохимсоюз»  
Кому Руководителю

### Результат исследований по экспертизе № 1212-1216 (бактериологических, вирусных, биохимических и др.)

При исследовании 5 проб помёта: проба №1 свежий помет от взрослой птицы (эксп.1212), проба №2 свежий помет от молодняка возраст 1-2 недели (эксп.1213), проба №3 свежий помет от молодняка возраст 3 недели (эксп.1214), проба №4 подстилочный помет (эксп.1215) и проба №5 смешанный помет от взрослой птицы и молодняка (эксп.1216)  
доставленных «21» апреля 2014 г. и принадлежащих г.Барнаул, «Алтайагрохимсоюз»  
исследовать на сальмонеллы  
получен следующий результат При бактериологическом исследовании из доставленных проб помёта сальмонеллы не выделены.

Начальник КГБУ «АКВЛ»  
Зав.бак. отделом


В.В. Разумовская  
Л.А.Кучина

## Приложение 5

Засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в фазу полной спелости в полевом опыте, 2014-2016 гг.

Вариант	2014 г. (с внесением птичьего помета)		2015 г. (с внесением птичьего помета)		2015 г. (без внесения птичьего помета)		2016 г. (с внесением птичьего помета)		2016 г. (без внесения птичьего помета)	
	количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> , шт.	степень засоренности*	количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> , шт.	степень засоренности*	количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> , шт.	степень засоренности*	количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> , шт.	степень засоренности*	количество сорняков на 1 м <sup>2</sup> , шт.	степень засоренности*
Контроль	144,0	средняя	19,0	очень слабая	19,0	очень слабая	69,1	слабая	69,1	слабая
ПП, 5 т/га	565,3	очень сильная	114,3	средняя	45,7	слабая	208,8	сильная	63,3	слабая
ПП, 10 т/га	568,9	очень сильная	139,7	средняя	42,4	слабая	205,3	сильная	72,5	слабая
ПП, 15 т/га	825,8	очень сильная	108,6	средняя	41,4	слабая	145,9	средняя	75,0	слабая
ПП, 20 т/га	650,7	очень сильная	229,9	сильная	130,0	средняя	105,4	средняя	83,4	слабая
НСР <sub>05</sub> , шт.	77,8	х	19,5	х	8,9	х	23,4	х	11,7	х

\* Глазомерно-численный метод кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА (Мазиров М. А., 2009)