

пшеницы по показателю «Урожайность» / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секатуева. – Текст: непосредственный // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.

5. Дворникова, Е. И. Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от агрометеорологических условий возделывания / Е. И. Дворникова, С. В. Жаркова, А. В. Нечаева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6 (176). – С. 5-10.

6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1979. – 416 с. – Текст: непосредственный.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва, 1985. – 269 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Zhuchenko A.A. Ekologo-geneticheskaya problema seleksii rasteniy / A.A. Zhuchenko // Selskokhozyaystvennaya biologiya. – 1990. – No. 3. – S. 3-23.

2. Melekhina T.S., Pinchuk L.G. Urozhaynost i adaptivnost sortov ozimoy pshenitsy v usloviyakh yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri //

Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – No. 6 (128). – S. 5-8.

3. Rosielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical Aspects of Selection for Yield in Stress and Non-Stress Environment. *Crop Science*. 21: 943-946. doi: 10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x.

4. Zhivotkov L.A. Metodika vyyavleniya potentsialnoy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu «Urozhaynost» / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekatueva // Seleksiya i semenovodstvo. – 1994. – No. 2. – S. 3-6.

5. Dvornikova, E.I. Urozhaynost sortov yarovoy myagkoj pshenitsy v zavisimosti ot agrometeorologicheskikh usloviy vozdelivaniya / E.I. Dvornikova, S.V. Zharkova, A.V. Nechaeva // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 6 (176). – S. 5-10.

6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – Moskva: Kolos, 1979. – 416 s.

7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – Moskva, 1985. – 269 s.



УДК 631.42

О.И. Антонова
O.I. Antonova

СОСТОЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ И ВНЕСЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

THE INDICES OF FERTILITY OF AGRICULTURAL SOILS AND APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS IN THE ALTAI REGION

Ключевые слова: мониторинг, агрохимические свойства, гумус, реакция среды, обеспеченность фосфором, калием, удобрения, зоны обслуживания САС и ЦАС.

Keywords: monitoring, agrochemical properties, humus, environmental response, phosphorus and potassium availability, fertilizers, agrochemical stations' service areas.

Согласно мониторингу плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Алтайского края, проведенного агрохимической службой, на 2018 г. 45,9% пахотных почв имеют содержание гумуса менее 4%, 35,6% - среднее (4-6%). По сравнению с 1972-1987 гг. площадь почв с низким содержанием гумуса увеличилась с 31,9 до 45,9%, или в 1,44 раза. Кислые почвы ($pH < 5,5$) занимают 25,7%. По сравнению с 1965-1972 гг. они увеличились с 8,3 до 25,1%, или в 3 раза. Высокое содержание подвижного фосфора характерно для 34,4% пашни, на 35,9% – повышенное и 26,2% – среднее. 79,6% пахотных земель имеет высокое содержание обменного калия, в том числе очень высокое – 62% [1]. Изменения показателей плодородия обусловлены резким дефицитом и слабым возвратом в почву элементов питания. В 1995-2010 гг. на 1 га пашни вносилось 0,7-3,2 кг д.в. Начиная с 2015 г. увеличилось с 3,7 до 6,3 кг/га в 2016 г и 8,6 кг/га д.в. в 2019 г. Азотные удобрения до 2017 г. преобладали над сложными, в 2019 г. это соотношение было близким к 50%. Основными приемами повышения плодородия пахотных почв на современном этапе являются снижение кислотности почв, путем использования дефеката, внесения органических удобрений, повышение гумусированности за счет соломы, сидератов, сокраще-

ния чистых паров и регулирование не только азотного, но и фосфорного и калийного питания.

According to the monitoring of soil fertility of agricultural lands in the Altai Region conducted by the Agrochemical Service, in 2018, 45.9% of arable soils had the humus content less than 4%, 35.6% - the average content (4-6%). The area of soils with low humus content increased from 31.9% (1972-1987) to 45.9%, or 1.44 times. High content of mobile phosphorus is typical for 34.4% of arable lands; in 35.9% of lands - it is increased and in 26.2% - average; 79.6% of arable lands have high content of exchange potassium, including very high - 62%. The changes in fertility rates are determined by an acute deficiency and a low return to the soil of nutrients. From 1995 through 2010, only 0.7-3.2 kg of primary nutrients was applied per hectare of arable land. It is from 2015, primary nutrient application increased from 3.7 to 6.3 kg per ha in 2016 and to 8.6 kg ha in 2019. Before 2017, nitrogen fertilizers dominated over multiple-nutrient fertilizers; in 2019, this ratio was close to 50%. The main techniques of increasing arable soil fertility at the present stage are the reduction of soil acidity by using lime scum, organic fertilizer application, increasing humus content through the use of straw, green manure, reduction of bare fallow and regulation of both nitrogen and phosphorus and potassium nutrition.

Антонова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., проф. каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: niihim1@mail.ru.

Antonova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: niihim1@mail.ru.

Введение

Анализ показателей плодородия почв по данным мониторинга пахотных земель сельскохозяйственного назначения (2018 г.) по зонам обслуживания агрохимслужбы показал значительные изменения доли почв с высокой и очень высокой обеспеченностью фосфором, а в ряде случаев и обменным калием, увеличение площадей пахотных почв с кислой реакцией среды и низкой гумусированностью. По всем зонам отмечается дефицит жизненно необходимых микроэлементов, которые регулируют углеводный, белковый и жировой обмен веществ в сельскохозяйственных культурах.

Отмеченные изменения существенно отражаются на получении классного зерна яровой пшеницы, также кормовых культур, подсолнечника, рапса и др.

Определенный научный и практический интерес представляет анализ изменения этих показателей на современном этапе по районам и зонам края. При этом важным моментом являются почвенно-климатические особенности зоны, определяющие возможную величину урожайности, связанный с ней вынос элементов питания и, несомненно, низкие объемы внесения удобрений. Изменение показателей плодородия прежде всего связано с отрицательным балансом элементов питания, большим отчуждением азота и кальция [2, 3].

Согласно моделям урожайности зерна яровой пшеницы, разработанным в аграрном университете, для получения высокой урожайности культур в почве должна быть нейтральная или близкая к нейтральной ре-

акция среды (рНв 6,4-6,5), содержание гумуса не менее 6%, количество нитратов более 20 мг/кг, подвижного фосфора 150-200 мг/кг, обменного калия 200-250 мг/кг [2, 4, 5].

Значение гумуса в формировании урожайности сельскохозяйственных культур определяется его влиянием на запасы продуктивной влаги, снабжение растений азотом, который составляет 1/20 запасов гумуса. В нем также содержатся фосфор и сера, поэтому чем больше в почве содержание гумуса, тем он эффективнее обеспечивает сельскохозяйственные культуры азотом, фосфором и в какой-то степени серой.

Цель работы – провести оценку состояния и резерва пахотных почв в отношении названных показателей плодородия, начиная с 1985 по 2018 гг., и дать анализ объемов внесения минеральных удобрений.

Задачи:

- сравнить изменение плодородия по зонам обслуживания агрохимической службы;
- обобщить данные по количеству удобренных площадей и объемам внесения удобрений.

Объекты и методы исследований

Для оценки изменения показателей плодородия пахотных почв сельскохозяйственного назначения использован справочник «Мониторинг плодородия земель с.-х. назначения Алтайского края» (2018).

Результаты обобщены по зонам обслуживания Кулундинской, Алейской, Бийской САС и Краевым ЦАС. Показаны варьирование свойств и их средневзвешенное состояние.

По материалам статотчетности по Алтайскому краю проведен анализ внесения минеральных удобрений. В таблицах отражены варьирование и средние значения полученных данных.

Обсуждение результатов

Игнорирование удобрений в течение более 25 лет привело к ухудшению показателей почвенного плодородия. В таблице 1 приведены данные свойств пахотных почв края за 2010-2017 гг. по районам края [1].

Проявляется повышение площадей почв с низким содержанием гумуса. В Кулундинской зоне их насчитывается 38,3-96,1% (в среднем 80,0%), в Алейской – 2,0-99,5% (в среднем 38,5%), Центральной – 11,4-87,0% (в среднем 39,1%) и наименьшее количество в Бийской зоне – 0-9,1%.

Обобщение данных по наличию почв с кислой реакцией свидетельствует о значительном подкислении пахотных земель в зоне обслуживания Бийской САС – до 10,6-99,1% при среднем значении 73,1%. Подкисление почв отмечается и в Кулундинской зоне – в среднем 30,3% почв имеют рНс менее 5,5. В Алтайском, Зональном, Косихинском, Красногорском, Солтонском, Тальменском и Тогульском районах кислые почвы составляют 91,2-99,3%. Больше 70% таких почв в Залесовском, Первомайском, Троицком районах.

Отмечается снижение площадей почв с высокой и очень высокой обеспеченностью подвижным фосфором – до 1,3-91,9% или в среднем по зонам до 11,8-7,2%. Наиболее значительное снижение характерно для Алейской зоны и зоны обслуживания Краевым ЦАС – 43,9-57,2%.

Высокая и очень высокая обеспеченность обменным калием определена на 8,7-100% пашни. В среднем по зонам она варьирует от 40,8 до 99,7% и с наибольшим снижением до 40,8% в районах Бийской зоны.

В таблице 2 показаны изменения свойств в пахотных почвах ряда районов с 1985-1990 по 2012-2017 гг. (согласно имеющимся данным в эти годы).

**Основные агрохимические показатели пахотных почв среднее за 2010-2017 гг.
по зонам обслуживания агрохимслужбой**

% пашни с содержанием гумуса < 4%	% пашни с pH<5,5	% пашни с высоким и очень высоким содержанием P ₂ O ₅	% пашни с высоким и очень высоким содержанием обменного K ₂ O
12 районов, обслуживающихся Кулундинской САС (2011-2017 гг.)			
$\frac{38,3 - 96,1}{80,0}$	$\frac{0 - 91,3}{30,3}$	$\frac{1,3 - 48,7}{12,7}$	$\frac{34,2 - 100}{85,8}$
8 районов, обслуживающихся Алейской САС (2011-2017 гг.)			
$\frac{2 - 99,5}{38,5}$	$\frac{0,4 - 9,3}{3,2}$	$\frac{5,6 - 91,9}{43,9}$	$\frac{53,9 - 99,7}{84,4}$
8 районов, обслуживающихся Краевым ЦАС (2011-2017 гг.)			
$\frac{11,4 - 87,0}{39,1}$	$\frac{0 - 26,0}{12,9}$	$\frac{31,9 - 77,5}{57,2}$	$\frac{98,9 - 100}{99,7}$
9 районов, обслуживающихся Бийской САС (2011-2017 гг.)			
$\frac{0 - 9,1}{1,8}$	$\frac{10,6 - 99,1}{73,1}$	$\frac{0,24 - 49,7}{11,8}$	$\frac{8,7 - 73,1}{40,8}$
В среднем по 37 районам края			
$\frac{0 - 99,5}{43,9}$	$\frac{0 - 99,1}{29,9}$	$\frac{0,24 - 77,5}{31,4}$	$\frac{8,7 - 100}{77,6}$

Так, в ряде районов существенно снизилась площадь пахотных земель с высокой и очень высокой обеспеченностью подвижным фосфором – до 4,39-42,2 раза. Изменилась площадь высокообеспеченных почв и обменным калием от 1,02 до 3,5 раз при некотором увеличении в некоторых районах. Почти по всем анализируемым районам происходит подкисление почв, что выражается в увеличении площади почв с pH<5,5 – с 1,07 до 12 раз. Увеличились и площади с низким содержанием гумуса – в 1,06-10,5 раза и появились такие почвы в районах, где их в предыдущих обследованиях не было – от 0,3 до 2,1 тыс. га.

Наибольшие изменения отмечаются в Родинском, Бийском, Петропавловском, Со-

ветском, Тогульском, Калманском, Крутихинском, Романовском районах. То есть ухудшение показателей плодородия в Алтайском крае происходит во всех почвенно-климатических зонах.

Подобные изменения проявились, как отмечалось ранее, в связи с крайне низким возвратом элементов питания, включая кальций, микроэлементы, а так же органических удобрений. Однако, благодаря применению ресурсосберегающих технологий, когда побочная продукция, и прежде всего солома, остаются на полях, во многих хозяйствах удалось стабилизировать, а при использовании технологии no-till несколько повысить содержание гумуса [6].

Изменение свойств почвы с 1985-1990 по 2012-2017 гг.

Район	Уменьшение площади пашни с высоким и очень высоким содержанием, раз		Увеличение площадей пашни, раз	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	с pH < 5,5	с содержанием гумуса < 4 %
Родинский	2,60	2,39	1,7	1,24
Третьяковский	1,24	Без изменений	Без изменений	Появилось 2 тыс. га
Шипуновский	Увел. в 1,17	1,02	12,0	1,06
Алтайский	30,0	Увел. в 1,3	1,6	-
Бийский	10,0	3,5	2,5	Появилось 1,2 тыс. га
Косихинский	7,09	Увел. в 1,43	1,45	2,1 тыс. га
Петропавловский	42,2	1,18	6,8	-
Советский	17,0	1,73	1,07	1 тыс. га
Тогульский	4,39	Увел. в 1,76	1,29	0,3 тыс. га
Калманский	1,34	Увел. в 1,04	11,0	2,0
Крутихинский	1,19	1,04	2,35	8,28
Мамонтовский	1,12	Увел. в 1,4	1,66	1,33
Павловский	1,04	Увел. в 1,1	4,5	10,5
Романовский	1,13	1,02	26,3	2,33

В 1995-2010 гг. на 1 га пашни минеральных удобрений вносилось в пределах 0,7-3,2 кг/га д.в. при выносе с каждого гектара по 100 кг д.в. Начиная с 2015 г. оно увеличилось с 3,7 до 6,3 кг/га в 2016 г., 6,0-6,2 кг/га в 2017-2018 гг. и до 8,6 кг д.в. в 2019 г. [7].

В таблице 3 показано количество удобренных площадей, внесение удобрений на 1 га посевной и удобренной площади за 2017 и 2019 гг. Представлен баланс основных элементов питания, рассчитанный агрохимслужбой края за 2017 г. с учетом внесения. Наибольшее количество удобрений вносится в центральных и предгорных районах – в среднем 11,24 и 13,55 кг д.в. на 1 га посевной площади и удобряется 35,3-38,9% пашни против, соответственно, 4,28-5,13 кг

д.в. и 18-20,1% в Кулундинской и Алейской зонах. На 1 га удобренной площади в среднем по всем зонам приходится 18,1-27,9 кг д.в. Соизмеряя количество вносимых удобрений и баланс за 2017 г., необходимо отметить, что самая напряженная ситуация характерна для Бийской зоны, где формируются наибольшие урожаи, меньше почв с высокой и очень высокой обеспеченностью фосфором и калием и высокий процент кислых почв. Не менее серьезное состояние плодородия и Кулундинской зоны, где очень мало площадей пашни с высоким содержанием фосфора и основная доля пашни характеризуется низким содержанием гумуса, что обуславливает дефицит азота.

Изменение удобренной площади, внесения д.в. удобрений и баланс элементов питания

Удобренная площадь, %		Внесено удобрений на 1 га пашни, кг д.в.		Внесено удобрений на 1 га удобренной пло- щади, кг д.в.		Баланс NPK кг/га за 2017 г.
2017 г.	2019 г.	2017 г.	2019 г.	2017 г.	2019 г.	
13 районов, обслуживающихся Кулундинской САС						
$\frac{0 - 73,5}{18,7}$	$\frac{1,3 - 5,02}{18,0}$	$\frac{0 - 9,2}{2,79}$	$\frac{0,2 - 16,2}{4,28}$	$\frac{0 - 30,4}{17,96}$	$\frac{8,8 - 35,1}{18,1}$	$\frac{42,2 - 96,6}{68,7}$
15 районов, обслуживающихся Алейской САС						
$\frac{0 - 67,7}{17,48}$	$\frac{2,7 - 36,7}{20,1}$	$\frac{0 - 7,7}{3,39}$	$\frac{0,5 - 12,8}{5,13}$	$\frac{0 - 60,7}{25,4}$	$\frac{7,6 - 62,1}{25,7}$	$\frac{35,6 - 75,8}{53,1}$
16 районов, обслуживающихся Краевым центром						
$\frac{8,4 - 78,0}{32,8}$	$\frac{5,6 - 98,7}{35,3}$	$\frac{1,7 - 17,2}{8,6}$	$\frac{2,7 - 42,7}{11,24}$	$\frac{6,6 - 44,8}{25,1}$	$\frac{10,5 - 53,2}{27,9}$	$\frac{28,9 - 86,9}{40,9}$
16 районов, обслуживающихся Бийской САС						
$\frac{0 - 100}{30,9}$	$\frac{0 - 95,1}{38,9}$	$\frac{0 - 33,4}{10,6}$	$\frac{0 - 45,9}{13,55}$	$\frac{0 - 50,3}{27,35}$	$\frac{0 - 65,9}{26,65}$	$\frac{19,1 - 157,1}{84,5}$
В среднем по краю						
$\frac{0 - 100}{23,6}$	$\frac{0 - 98,7}{31,0}$	$\frac{0 - 33,4}{6,34}$	$\frac{0 - 45,9}{8,55}$	$\frac{0 - 60,7}{23,95}$	$\frac{0 - 65,9}{24,6}$	$\frac{19,1 - 157,1}{61,8}$

Оценивая объемы и площади внесения удобрений в 2019 г., можно выделить Калманский, Зональный и Целинный районы, где удобрения в количестве 31,6-43,4 кг/га д.в. вносятся на 89,8-98,7% пашни. В Троицком, Смоленском, Павловском, Ребрихинском и Первомайском районах удобряется 51,2-69,5% пашни в количестве 22,0-53,2 кг/га д.в. В пределах на 40-50% площади пашни внесены удобрения в Суетском, Мамонтовском, Тогульском, Кытмановском, Михайловском, Косихинском, Волчихинском и Романовском районах с дозой внесения от 10,9 до 41,2 кг/га д.в.

В Солонешенском районе удобрения систематически не вносят и на ограниченной площади – менее 5% – их вносят в Бурлинском, Кулундинском, Славгородском и Угловском районах.

Сопоставляя данные внесения минеральных удобрений за 2017 и 2019 гг., можно отметить, что в среднем на 1 га посевной пло-

щади произошло увеличение количества д.в. с 6,34 до 8,55 кг/га, а по дозам внесения на 1 га удобренной площади изменения незначительные (23,95 и 24,6 кг д.в.).

Среди минеральных удобрений, применяемых в крае в 2017 г., основная доля приходилась на азотные удобрения, особенно аммиачную селитру (всего азотных удобрений 74,9%, в том числе аммиачной селитры 54,4%), сложные удобрения составляли 24,1%. В 2019 г. ситуация изменилась – азотные удобрения составили 50,8%, а сложные – 49,2%. Доля аммиачной селитры сократилась до 24%, но увеличилось количество жидких азотных удобрений. Такое изменение произошло с учетом понимания производителей необходимости регулирования не только азотного питания, но и фосфорного и калийного, что подтверждается ростом урожайности сельскохозяйственных культур и улучшением качества продукции.

В заключение по данному обзору следует сказать, что в целях сохранения плодородия почв, получения урожая высокого качества, следует считать первостепенными такие мероприятия, как использование дефеката, снижающего кислотность почв (особенно имеющих $pH < 5$), а также приемы, стабилизирующие и повышающие запасы гумуса в почвах, и регулирование, наряду с азотным, фосфорного, калийного питания, стимулирующих развитие корневой системы растений и повышающих засухоустойчивость и качество урожая.

Библиографический список

1. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Алтайского края – Барнаул, 2018. – 380 с. – Текст: непосредственный.
2. Бурлакова, Л. М. Управление плодородием пахотных почв Алтайского края в системе агроценозов при системном экологическом сбалансированном земледелии // Л. М. Бурлакова, Г. Г. Морковкин, В. А. Рассыпнов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2005. – № 1 (5). С. 119-121.
3. Бурлакова, Л. М. Оценка современного состояния плодородия почв / Л. М. Бурлакова. – Текст: непосредственный // Плодородие почв в Сибири: Межрегиональный специализированный конгресс «Плодородие почв Сибири (г. Барнаул, 25-27 октября 2005 г.). – Барнаул, 2005. – С. 12-15.
4. Антонова, О. И. К вопросу моделирования прогнозной урожайности сельскохозяйственных культур / О. И. Антонова. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / IX Международная научно-практическая конференция (5-6 февраля 2014 г.). – Барнаул: РИО АГАУ, 2014. – С. 354-357.
5. Михайлина В. И. Влияние органических удобрений на повышение плодородия почв / В. И. Михайлина. – Москва: ВНИИТЭИ сельхоз ВАСХНИЛ, 1983 – 61 с. – Текст: непосредственный.
6. Материалы статотчетности по применению минеральных удобрений в Алтайском крае в 2017-2019 гг. – Текст: непосредственный.

References

1. Monitoring plodorodiya pochv zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya Altayskogo kraja. – Barnaul, 2018. – 380 s.
2. Burlakova L.M., Morkovkin G.G., Rassyynov V.A. Upravlenie plodorodiem pakhotnykh pochv Altayskogo kraja v sisteme agrotsenozov pri sistemnom ekologicheskom sbalansirovannom zemledelii // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – No. 1 (5). – S. 119-121.
3. Burlakova L.M. Otsenka sovremennogo sostoyaniya plodorodiya pochv // Plodorodie pochv v Sibiri / Mezhdunarodnyy spetsializirovanny kongress «Plodorodie pochv Sibiri» (Barnaul, 25-27 oktyabrya 2005 g.). – Barnaul, 2005. – S. 12-15.
4. Antonova O.I. K voprosu modelirovaniya prognoznoy urozhaynosti selskokhozyaystvennykh kultur // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / IX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (5-6 fevralya 2014 g.). – Barnaul: RIO AGAU, 2014. – Kn. 2. – S. 354-357.
5. Mikhaylina V.I. Vliyanie organicheskikh udobreniy na povyshenie plodorodiya pochv. – Moskva: VNIITEIselkhoz VASKhNIL, 1983 – 61 s.
6. Materialy statotchetnosti po primeneniyu mineralnykh udobreniy v Altayskom krae v 2017-2019 gg.