



2. Кружилин И.П., Дронова Т.Н. Ассортимент бобовых трав как источник плодородия орошаемых земель // Вопросы мелиорации. – 1994. – № 2. – С. 49–52.

3. Мелихов В.В., Казакова Л.А. Комплексная мелиорация солонцовых почв // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 8–9.

4. Уполовников Д.А., Денисов Е.П., Денисов К.Е., Зуев В.В., Полетаев И.С. Способ мелиорации солонцовых почв // Патент России № 2581672. 2016. Бюл. № 11.

5. Эффективность использования клиноптилолита для повышения плодородия черноземных почв / А.Н. Арефьев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 8. – С. 3–7.

Денисов Евгений Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Полетаев Илья Сергеевич, канд. с.-х. наук, ассистент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Зуев Валентин Васильевич, аспирант кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-16-28.

Ключевые слова: солонцовые почвы; осадки сточных вод; водно-физические свойства почвы; люцерна синяя; донник желтый.

TECHNIQUES FOR IMPROVING AGROPHYSICAL PROPERTIES OF ALKALINE SOIL

Denisov Evgeniy Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Honored Scientist of RF, Professor of the chair "Crop Production, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Poletaev Ilya Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant of the chair "Crop Production, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Zuev Valentin Vasylyevich, Post-graduate Student of the chair "Crop Production, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: alkaline soil; sewage sludge; water-physical properties of the soil; alfalfa blue; sweet clover yellow.

The specific gravity of alkaline soil in the arable lands of the Saratov region and their harmfulness are shown. The influence

of various doses of sewage sludge on the water-physical properties of alkaline soil was revealed. First of all, water resistance of structural aggregates is significantly improved. This leads to a decrease in soil density to the level of the optimum value. It is marked an increase in porosity and water permeability of the soil. The improvement of these water-physical properties increases the absorption of water into the soil and the reserves of spring moisture in a meter layer. The yield of alfalfa and sweet clover in alkaline soil without the introduction of sewage sludge was practically absent, the introduction of this type of fertilizer in high doses promoted the yield of a green mass of alfalfa of 24 t/ha, and a sweet clover - 38 t/ha. Sewage sludge and sowing of perennial legumes were effective and cost-effective methods of increasing the fertility of alkaline soil.

УДК 631.445.41:633.51.021:631.8

ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ОБМЕННЫХ ОСНОВАНИЙ И РЕАКЦИИ СРЕДЫ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ЮЖНЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ

ЛЮБИМОВА Марина Николаевна, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

АЗИЗОВ Закиулла Мтыуллович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

Проанализированы изменения физико-химических свойств чернозема южного под воздействием различных приемов основной обработки почвы и удобрений. Выявлено, что лемешное лушение с внесением удобрений в севообороте позволяет поддерживать физико-химические свойства чернозема южного на уровне вспашки с внесением удобрений. Вспашка и лемешное лушение без внесения удобрений уступают по всем физико-химическим показателям соответствующим вариантам обработки на удобренном фоне. Некоторое преимущество по физико-химическим показателям по отношению к вспашке и лемешному лушению на обоих фонах удобренности имеет плоскорезная обработка. Установлено, что в условиях континентального климата Поволжья и развития дернового травянистого растительного покрова с дерново-степным типом почвообразования приемы основной обработки почвы в сочетании с удобрениями не ухудшают физико-химические свойства чернозема южного тяжелосуглинистого и сохраняют его эффективное плодородие. В 4-польном зернопаровом севообороте в среднем за 2000–2015 гг. урожайность озимой пшеницы на фоне внесения удобрений в вариантах с ежегодной глубокой вспашкой составила 2,83 т/га, с ежегодной мелкой плоскорезной обработкой – 2,90 т/га, с ежегодным лемешным лушением – 2,88 т/га; на фоне без удобрений – 2,50; 2,55 и 2,68 т/га ($НСР_{05} = 0,33$ т/га) соответственно.

Одним из непосредственных источников элементов минерального питания растений в почве являются обменные катионы в почвенно-поглощающем комплексе (ППК). От их

состава и соотношения зависит агрегированность почвы, поглощение органического вещества твердыми фазами, образование органоминеральных соединений, реакция почвенного раствора, кото-



ные удобрения дозой $P_{90}K_{40}$ кг д.в./га, а также навоз – 20 т/га в зернопаропропашном и 30 т/га в зернопаровом севооборотах; корневая подкормка озимых N_{30} , под кукурузу и просо $N_{60}P_{60}K_{40}$; в 4-польном зернопаровом севообороте – корневая подкормка озимых N_{30} , под просо N_{60} . С 1970 по 1981 г. вариант чередования вспашки на 27–30 см с плоскорезной обработкой на 27–30 см изучали только на удобренном фоне, с 1982 г. и по настоящее время ежегодное лемешное лушение на 14–16 см на удобренном и неудобренном фонах.

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый на темно-желтой делювиальной глине с содержанием гумуса 4,5 % в слое 0–30 см. При исследовании физико-химических свойств почвы на опытном участке были использованы общепринятые методики [1]. Статистическую обработку урожайных данных проводили методом дисперсионного анализа [4, 7].

Результаты исследований. Исследуемая почва опытного участка карбонатная и среди поглощенных катионов преобладает кальций, который подщелачивает почву. Сравнение данных, полученных в 1996 г., с данными нашего опыта за последние годы показало, что количество обменного катиона Ca^{2+} , а в связи с этим и сумма обменно-поглощенных оснований в составе ППК в слое почвы 0–40 см в варианте с ежегодной глубокой вспашкой на фоне без применения удобрений, значительно изменились в меньшую сторону, а на удобренном фоне остались без изменений (см. таблицу). Уменьшение обменного кальция в варианте с ежегодной глубокой вспашкой на фоне без применения удобрений, по-видимому, связано с закреплением гумусовых веществ в форме трудно-растворимых кальциевых солей [10] с увеличением мощности гумусового горизонта [3]. Без изменений остался показатель на обоих фонах удобренности в вариантах с ежегодной плоскорезной обработкой и ежегодным лемешным лушением.

Насыщенность почвенно-поглощающего комплекса обменными катионами отражает состояние почвенного раствора, в частности его реакцию. Реакция почвенного раствора характеризует почвенную систему, прежде всего, по величине и качеству содержащих в ней химических веществ, а также по уровню влияния на нее антропогенного фактора. Значения pH солевой суспензии (pH_{KCl}), не оказывающие отрицательного влияния на большинство культурных растений, лежат в интервале от 5–6 до 8 ед. [11]. В наших опытах величина pH_{KCl} не выходила за пределы данных значений по всем приемам основной обработки почвы (см. таблицу). Сравнение данных, полученных в 1996 г., где реакция pH_{KCl} была нейтральной [8], с данными нашего опыта за последние годы показало, что на вариантах обработки на обоих фонах удобренности в слое почвы 0–40 см произошло подкисление почвенного раствора. Наиболее заметно подкисление проходило на вариантах вспашки и лемешного лушения, менее заметно на

варианте плоскорезной обработки.

От систематического внесения навоза, минеральных удобрений, глубокой и мелкой их заделки в вариантах со вспашкой и с лемешным лушением подкисление почвенного раствора заметно ослабло, а при поверхностной их заделке в варианте с плоскорезной обработкой практически оставалось. Реакция почвенного раствора по величине pH_{KCl} сместилась в первых двух вариантах ближе к нейтральной, в третьем – осталась нейтральной. У варианта плоскорезной обработки данный показатель был ближе к варианту залежи.

Данные по величине pH_{KCl} показали, что в условиях непромывного водного режима и некомпенсированного отчуждения обменных катионов с урожаем произошло снижение в гумусовых горизонтах по сравнению с материнской породой показателя реакции почвенного раствора ($pH_{KCl} = 7,4–7,8$). Отмечали более интенсивное понижение pH_{KCl} почвенного раствора по сравнению с материнской породой на вариантах вспашки и лемешного лушения без удобрений, менее интенсивное – на варианте плоскорезной обработки на обоих фонах удобренности. На залежи отмечали наибольшую pH_{KCl} почвенного раствора. На варианте вспашки и лемешного лушения с внесением удобрений наблюдали менее интенсивное понижение pH_{KCl} почвенного раствора по сравнению с неудобренными вариантами обработки. Это связано с интенсивной механической обработкой почвы в сочетании с применением удобрений, которые способствуют активизации процессов выветривания и соответственно более активному их поступлению в почвенный раствор, несмотря на систематическое отторжение обменных поглощенных катионов с урожаем. Полученные данные по реакции почвенного раствора в полной мере характеризуют генетические особенности анализируемых почв и роль антропогенного фактора в их изменении.

Уменьшение глубины вспашки путем применения лемешного лушения на обоих фонах удобренности не ухудшает физико-химические свойства почвы по отношению к соответствующим вариантам вспашки. Выявлено, что лемешное лушение, как с внесением удобрений, так и без них в севообороте позволяет поддерживать физико-химические свойства чернозема южного на уровне вспашки. Вспашка и лемешное лушение без внесения удобрений уступают по всем физико-химическим показателям соответствующим вариантам обработки на удобренном фоне.

Некоторое преимущество по физико-химическим показателям по отношению к вспашке и лемешному лушению на обоих фонах удобренности имеет плоскорезная обработка, которая, противодействуя процессу подкисления почвы, способствует сохранению количества обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} и их суммы в пределах параметров, характерных для залежи. Противодействуют процессу подкисления почвы удобрения, которые, снижая количество обменных катионов Mg^{2+} , способствуют увеличению соотношения между обменными катионами Ca^{2+}



и Mg^{2+} . Следует отметить, что при внесении удобрений в вариантах обработки количество катионов Ca^{2+} осталось практически на уровне 1996 г., а количество катионов Mg^{2+} уменьшилось. Отсюда соотношение между обменными катионами Ca^{2+} и Mg^{2+} по вариантам обработки возросло, особенно по плоскорезной обработке и лемешному лущению, превысив по данному показателю залежь.

Значительно в меньшую сторону изменилось количество катионов Ca^{2+} и в большую количество катионов Mg^{2+} в составе ППК в слое почвы 0–40 см в варианте вспашки без удобрений. Сумма обменно-поглощенных оснований в составе ППК в слое почвы 0–40 см в варианте вспашки без удобрений из-за уменьшения катионов Ca^{2+} также уменьшилась. Количество катионов Mg^{2+} уменьшилось и на варианте с ежегодной плоскорезной обработкой на удобренном фоне по отношению к уровню 1996 г. Уменьшилось количество катионов Mg^{2+} на варианте с ежегодным лемешным лущением на обоих фонах удобренности, увеличив тем самым соотношение между катионами и приблизив данный показатель к уровню на варианте плоскорезной обработки, особенно на удобренном фоне.

Сравнение приемов основной обработки почвы в сочетании с применением удобрений с залежью показало, что количество обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} по варианту вспашки с удобрением осталось практически на уровне залежи. Без применения удобрений количество обменных катионов Ca^{2+} несколько снизилось, а количество обменных катионов Mg^{2+} повысилось, уменьшив тем самым соотношение между этими катионами. Плоскорезная обработка на обоих фонах удобренности наиболее близка к варианту залежи по количеству обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , а значит по соотношению этих катионов и по их сумме в составе ППК. При лемешном лущении на обоих фонах удобренности количество обменных катионов Ca^{2+} осталось без изменений по отношению к уровню 1996 г., а количество обменных катионов Mg^{2+} понизилось, увеличив тем самым соотношение между этими катионами и приблизив к варианту плоскорезной обработки и залежи. Убыль обменных катионов магния по сравнению с катионами обменного кальция в рассматриваемом варианте обработки, по-видимому, связана с более высокой растворимостью его солей и миграцией их в нижележащие горизонты профиля почвы [10].

Одной из основных причин широкого колебания поглощенных оснований в верхних горизонтах почвенного профиля является сохранение в течение длительного времени видового состава растительного покрова, характерного для пашни и залежи, и активизация на первом фоне процессов биологического, химического и физического выветривания путем применения приемов основной обработки почвы и удобрений.

Оборот и перемешивание физиологически кислых удобрений с почвой при проведении вспашки и лемешного лущения, по-видимому, приводят к разрушению конкреций карбонатов

и частичной их миграции в глубь почвенного профиля. Ежегодное перемешивание почвы с органической массой, в том числе с гумусовыми кислотами, при вспашке и лемешном лущении также ведет к разрушению карбонатов и частичному их связыванию с кальцием, что обеспечивает высокую буферную способность почв. При плоскорезной обработке удобрения, пожнивные и корневые остатки сосредотачиваются и перемешиваются с почвой в верхних ее слоях. Поэтому карбонаты находятся в профиле почвы несколько выше на данном варианте обработки по сравнению с вариантом вспашки. Аналогичная закономерность наблюдается и на залежи, где сосредоточение в верхних слоях почвы растительных остатков также ведет к накоплению карбонатов в профиле несколько выше по сравнению с вариантом вспашки.

В настоящее время кислотность слоев почвы в 0–40-сантиметровом профиле на залежи при плоскорезной обработке на обоих фонах удобренности можно отнести к нейтральной, при вспашке с применением удобрений и лемешного лущения на обоих фонах удобренности – близкой к нейтральной, при вспашке без удобрений – к слабокислой [8].

Анализ полученных данных показал, что основным фактором формирования реакции почвенного раствора в гумусовом слое чернозема южного является материнская порода, а также различные приемы основной обработки почвы, благодаря которым на разную глубину заделываются растительные остатки и удобрения. По вышеуказанным показателям почва опытного участка при разных приемах основной обработки близка к зональным черноземам [9].

Результаты многолетних исследований с озимой пшеницей свидетельствуют об отсутствии негативного воздействия приемов основной обработки в сочетании с применением удобрений на физико-химические свойства почвы и продуктивность зерновых культур. Так, в 6-польном зернопаропропашном и зернопаровом севооборотах урожайность в среднем за 1972–1982 гг. на фоне внесения удобрений в вариантах с ежегодной глубокой вспашкой озимой пшеницы составила 3,45 т/га, с ежегодной глубокой плоскорезной обработкой – 3,51, на фоне без удобрений – соответственно 3,21 и 3,23 т/га ($HCP_{05} = 0,14$ т/га); в 6-польном зернопаровом севообороте в среднем за 1983–1999 гг. на фоне удобрений в вариантах со вспашкой – 3,56 т/га, с плоскорезной обработкой – 3,49, с лемешным лущением – 3,53; на фоне без удобрений – 3,18; 3,08 и 3,33 т/га ($HCP_{05} = 0,32$ т/га); в 4-польном в среднем за 2000–2015 гг. на фоне внесения удобрений в варианте с ежегодной глубокой вспашкой – 2,83 т/га, с ежегодной мелкой плоскорезной обработкой – 2,90 т/га, с ежегодным лемешным лущением – 2,88 т/га; на фоне без удобрений – 2,50, 2,55 и 2,68 т/га ($HCP_{05} = 0,33$ т/га).

Выводы. В засушливых условиях Поволжья плоскорезная обработка на обоих фонах удоб-



ренности наиболее близка по физико-химическим показателям к залежи. Мелкое лемешное лушение уступает плоскорезной обработке по показателю pH_{KCl} . Глубокая вспашка на фоне без удобрений уступает мелкому лемешному лушению по соотношению обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} .

В целом приемы основной обработки почвы и удобрения, длительно применяемые в севообороте, не оказывают отрицательного влияния на физико-химические свойства чернозема южного тяжелосуглинистого и доступность элементов питания, а также и на продуктивность зерновых культур. Об отсутствии их негативного воздействия на данные свойства почвы свидетельствуют многолетние результаты исследований с озимой пшеницей, высеваемой по черному пару, урожайность которой по приемам обработки в сочетании с применением удобрений колебалась в пределах ошибки опыта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова, Д.И. Аскинава, И.П. Сердобольского. – М.: Изд-во АН СССР, 1975. – 656 с.
2. Азизов З.М. Физико-химические свойства и групповой состав гумуса чернозема в системе основной обработки почвы в севообороте // Плодородие. – 2011. – № 6. – С. 23–25.
3. Азизов З.М. Влияние приемов основной обработки почвы и удобрений на мощность гумусового слоя и запасы гумуса чернозема южного // Плодородие. – 2015. – № 5. – С. 41–43.
4. Афанасьев Р.А. К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов // Агрохимия. – 2004. – № 5. – С. 85–91.
5. Гедройц К.К. Почва как культурная среда для сель-

скохозяйственных растений. Почвенные коллоиды и солонцеватость почвы. – Киев, 1926. – 66 с.

6. Данилов А.Н., Летучий А.В. Сравнительная оценка удобрений и способов основной обработки почвы в полевом севообороте // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 6. – С. 3–7.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

8. Земледелие с почвоведением / А.М. Лыков [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.

9. Медведев И.Ф. Экологические проблемы формирования и использования почв черноземной зоны Поволжья // Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье. – Саратов, 2000. – Ч. 2. – С. 70–94.

10. Орлов Д.С. Химия почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 399 с.

11. Почвоведение / под ред. И.С. Кауричева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 720 с.

12. Хан Д.В. Органоминеральные соединения и структура почвы. – М., 1969. – 142 с.

13. Эффективность длительного применения удобрений в агроценозах степной зоны Саратовского Поволжья в условиях аридного климата / М.П. Чуб [и др.] // Бюл. географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА, 2014. – 56 с.

Любимова Марина Николаевна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Азизов Закиуллы Мтыулович, д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия. 410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7. Тел.: (8452) 64-74-39.

Ключевые слова: чернозем; плодородие; удобрения; почва; физико-химические свойства; количество обменных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} ; залежь; вспашка; плоскорезная обработка; лемешное лушение; урожайность; озимая пшеница.

CHANGES OF IN THE COMPOSITION OF EXCHANGE BASES AND REACTIONS OF ENVIRONMENT ON SOUTHERN CHERNOZEM UNDER DIFFERENT TILLAGE AND FERTILIZER IN CROP ROTATION

Lyubimova Marina Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Azizov Zakiulla Mtyullovich, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region. Russia.

Keywords: chernozem; fertility; fertilizers; soil; physical and chemical properties; reaction; the amount of exchangeable cations of Ca^{2+} and Mg^{2+} ; old arable land; the moldboard plowing; the subsurface plowing.

In field stationary long experience analysis physical and chemical properties of chernozem under influence of different tillage practice types and fertilizer is presented. The findings suggest that plowing with fertilizers in crop rotation allows to maintain physical and chemical properties of southern chernozem better than plowing without fertilizers and the subsurface plowing on both backgrounds fertilizers, counteracting the process of acidification of soil and contributing to the conservation of the number of exchangeable cations Ca^{2+} and Mg^{2+} , and their amount in the range of parameters, typical for southern chernozem,

located a long time in agricultural use. It is determined that in the continental climate of the Volga region and the development of the sod grassland vegetation from sod-steppe type of soil formation of tillage practice types of soil and fertilizer do not worsen physical and chemical properties of southern chernozem heavy-loamy: the annual plowing without the use of fertilizers and the subsurface plowing on both backgrounds of fertilizers counteract the process of acidification of soil and contribute to the preservation of effective fertility. The absence of the negative impact of methods of tillage practice types in combination with the use of fertilizers on the physicochemical properties of the soil, and hence the productivity of crops, may be judged by many years of research results with winter wheat sown on black fallow, yields which on tillage practice types ranged within experimental error. For example, in 4-field grain fallow rotation on average over 2000-2015gg. against the backdrop of fertilizing variants with deep plowing annual yield of winter wheat was 2.83 t/ha, the annual shallow the subsurface plowing - 2.90, against the backdrop without fertilizers - respectively 2.50 and 2.55 t/ha (NSR05 = 0.33 t/ha).