

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ППК И ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ МНОГОЛЕТНЕМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ИЗВЕСТКОВАНИИ

Елена Сергеевна Гасанова
Анна Николаевна Кожокина
Николай Георгиевич Мязин
Константин Егорович Стекольников

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Изучение изменений, происходящих в черноземных почвах при известковании, проводится с тех пор, как была выявлена и подтверждена несомненная положительная роль этого приема в поддержании почвенного плодородия. Однако механизм его действия на показатели почвенного поглощающего комплекса (ППК) и гумусное состояние всегда имеет свои особенности, зависящие от почвенно-климатических условий и применяемых удобрений. Для изучения влияния удобрений и известкования на плодородие чернозема выщелоченного и урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона (территория Воронежской области) в 1986 г. был заложен многолетний стационарный полевой опыт, в котором освоен шестипольный севооборот. Схема опыта включает 15 вариантов. Для проведения исследований в 2014 и 2018 гг. были выбраны семь из них. Полученные результаты показали, что при внесении минеральных удобрений на фоне последствие органических имеет место подкисление почвы – величина обменной кислотности уменьшалась на 0,6–0,8 ед. (по сравнению с периодом до закладки опыта), а гидролитической – увеличивалась на 0,4 мг-экв./100 г почвы. Одновременно происходило обеднение почвы основаниями. При этом варианты опыта различались между собой. Наиболее благоприятные показатели почвенной кислотности обеспечивало последствие навоза и донного ила без внесения минеральных удобрений, а также совместное использование минеральных, органических удобрений и мелиоранта. Содержание обменного кальция варьировало в пределах 19,4–22, 8 мг-экв./100 г почвы, принимая минимальную величину на вариантах с минеральными удобрениями, внесенными на фоне последствие только навоза. Известкование почвы приводило к увеличению содержания гумуса и его запасов соответственно на 0,2–1,0% и 155–250 т/га. Кроме того, на донных вариантах отмечалось максимальное содержание фракции гуминовых кислот, связанной с кальцием. На вариантах применения минеральных удобрений наблюдалось возрастание доли фульвокислот в составе гумуса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: чернозем выщелоченный, удобрения, мелиорант, содержание гумуса, почвенная кислотность, кальций.

CHANGES IN THE PARAMETERS OF SOIL ADSORPTION COMPLEX AND HUMUS STATE OF LEACHED CHERNOZEM UNDER THE CONDITIONS OF THE LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS AND LIME TREATMENT

Elena S. Gasanova
Anna N. Kozhokina
Nikolay G. Myazin
Konstantin E. Stekolnikov

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The studies of changes in chernozem soils during lime treatment have been performed since the establishment and confirmation of the undoubted positive role of this technique in maintaining the soil fertility. However, the mechanism of action of this method on the parameters of soil adsorption complex and humus state always has its own peculiarities that depend on the soil and climatic conditions and the applied fertilizers. In order to study the effect of fertilizers and lime treatment on the fertility of leached chernozem and yield of agricultural crops in the conditions of the forest steppe of the Central Chernozem Region (on the territory of Voronezh Oblast) a long-term stationary field experiment was laid

in 1986. This experiment utilized a six-field crop rotation. The experimental design includes 15 variants. Seven of them were selected for studies in 2014 and 2018. The obtained results showed that the application of mineral fertilizers on the background of aftereffect of organic fertilizers caused the acidification of soil; the value of exchange acidity decreased by 0.6–0.8 points, and the value of hydrolytic acidity increased by 0.4 mg-eq per 100 g of soil compared to the period before the experiment initiation. Also there was a simultaneous depletion of soil bases. At the same time the experimental variants differed from each other. The most favorable parameters of soil acidity were provided by the aftereffect of manure and defecate without the application of mineral fertilizers, as well as by the co-use of mineral and organic fertilizers and ameliorant. The content of exchangeable calcium varied within the range of 19.4–22.8 mg-eq per 100 g of soil with the minimum value in the variants with mineral fertilizers applied on the background of the aftereffect of manure only. Lime treatment of soil led to an increase in humus content and its reserves by 0.2–1.0% and 155–250 t/ha, respectively. Moreover, the maximum content of calcium-associated humic acid fractions was found in the defected variants. The variants where mineral fertilizers were applied exhibited an increase in the share of fulvic acids in humus composition.

KEYWORDS: leached chernozem, fertilizers, ameliorant, humus content, soil acidity, calcium.

Введение

В современных условиях негативными последствиями нерационального использования земельных ресурсов являются уменьшение общего содержания и запаса гумуса в почве и увеличение площадей кислых почв. Так, в Российской Федерации кислые почвы составляют 32% обследованной площади пашни, в Центральном федеральном округе – 53,7%, в Воронежской области – 26,2% [7, 8]. Основная причина повышения кислотности почв – процесс декальцирования, то есть удаление из почвы поглощенного кальция, магния и их солей. Декальцирование почв является своеобразным «пусковым механизмом» их деградации [2, 6].

Многими учеными в длительных стационарных опытах изучались вопросы регулирования кислотности почвы и повышения содержания в ней органического вещества. Одним из самых эффективных приемов для решения этих задач было признано известкование почвы. Оно оказывает очень сложное, многоплановое действие на почву. Внесение в почву кальцийсодержащих мелиорантов не только способствует устранению избыточной кислотности, но и повышает содержание доступных для растений форм азота и фосфора, благоприятно влияет на физические свойства и т. п. Влияние кальция на почвенные процессы в конечном счете настолько благотворно, что А.Н. Соколовский называл его «стражем почвенного плодородия», а М.Е. Егоров – «кровью почвы» [10].

Важнейшим почвенным компонентом является органическое вещество. Установлено, что гумус выполняет множество функций:

- поддерживает почвенную структуру;
- регулирует кислотность, микробиологическую деятельность;
- определяет водно-воздушный, тепловой, окислительно-восстановительный и пищевой режимы.

Однако многими учеными установлено, что в результате интенсивного сельскохозяйственного воздействия количество и качество гумуса изменяются. При этом известкование благоприятно влияет и на гумусное состояние почвы [3, 4, 5, 9].

Одной из важнейших характеристик гумуса является его фракционно-групповой состав, который служит показателем устойчивости почвенной системы [9]. Гумус представляет собой сложный комплекс высокомолекулярных, полифункциональных органических соединений, в разной степени связанных с минеральной матрицей почв. В зависимости от тесноты этой связи в процессе препаративного выделения можно изучить разные фракции гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК).

Целью представленных исследований являлось изучение влияния многолетнего внесения минеральных и органических удобрений, а также периодического известкования на физико-химические свойства, содержание кальция, а также фракционно-групповой состав гумуса в черноземе выщелоченном.

Методика эксперимента

Исследования проводились в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном в 1986 г. В опыте освоен шестипольный севооборот:

1. Чистый пар.
2. Озимая пшеница.
3. Сахарная свекла.
4. Вико-овес на зеленый корм.
5. Озимая пшеница.
6. Ячмень.

Схема опыта включала 15 вариантов. Для исследований были выбраны семь (табл. 1). Повторность опыта четырехкратная, размещение повторений двухъярусное, расположение делянок систематическое шахматное. Общая площадь опытной делянки – 191,7 м². Образцы почвы отбирались после завершения пятой ротации севооборота с поля чистого пара на глубину до 100 см послойно через каждые 20 см с двух несмежных повторений в пятикратной повторности. Агрохимические анализы почвенных образцов проводились по общепринятым методам [1].

Содержание органического углерода определялось по методу Тюрина. Фракционно-групповой состав изучался по схеме Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [9]. Данная методика позволяет разделить гумус почвы на три фракции гуминовых кислот, четыре фракции фульвокислот и гумин – нерастворимую часть гумуса почвы.

Изучены следующие фракции гуминовых кислот:

фракция 1 – свободная и связанная с подвижными полуторными оксидами;

фракция 2 – связанная с кальцием;

фракция 3 – связанная с глинистыми минералами и неподвижными полуторными оксидами.

Выделены следующие фракции фульвокислот:

фракция 1а – свободная и связанная с подвижными полуторными оксидами («агрессивная фракция»);

фракция 1 – связанная с фракцией 1 ГК;

фракция 2 – связанная с фракцией 2 ГК;

фракция 3 – связанная с фракцией 3 ГК.

Результаты исследований

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что как многолетнее возделывание сельскохозяйственных культур без внесения удобрений (контроль), так и их систематическое применение на фоне последствий навоза приводят к подкислению почвы (табл. 1).

Таблица 1. Влияние удобрений и мелиоранта на физико-химические свойства чернозема выщелоченного, слой 0–40 см, 2018 г.

Вариант	pH _{KCl}	Hг, мг-экв./100 г почвы	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ , мг-экв./100 г почвы	V, %
До закладки опыта, 1986 г.	5,5	6,0	27,3	84,4
1. Контроль	4,9	5,1	23,7	82,3
2. 40 т/га навоза (последствие – фон)	5,0	4,8	24,3	83,6
3. Фон + NPK	4,9	6,0	23,6	79,7
5. Фон + 2NPK	4,7	6,4	23,4	78,5
12. Фон + дефекат (последствие) + NPK	5,5	4,2	24,8	85,6
13. Фон + дефекат (последствие)	5,6	3,7	25,2	87,2
15. NPK + дефекат (последствие)	5,4	4,2	24,9	85,7

Наибольшее снижение величины pH_{KCl} при увеличении гидролитической кислотности отмечено на варианте внесения двойной дозы минеральных удобрений (вариант 5).

На вариантах с последствием дефеката, внесенного в различных сочетаниях с минеральными и органическими удобрениями, показатели почвенной кислотности имели более благоприятное значение. Однако почва к шестой ротации севооборота начинала испытывать потребность в известковании. Дефекат в пятой ротации севооборота не вносили и, вполне закономерно, что на 12-й год его действие прекращалось.

Проведенные расчеты показали, что для нейтрализации почвенной кислотности требуется внесение следующих доз мелиоранта (по полной гидролитической кислотности): вариант 12 – 13,5 т/га, вариант 13 – 12,5 т/га, вариант 15 – 14,2 т/га.

Содержание суммы обменных оснований зависело от почвенной кислотности и уменьшалось при подкислении, достигая минимальной величины при внесении двойной дозы удобрений. Последствие известкования совместно с внесением NPK обеспечивало примерно одинаковое содержание обменных оснований – 24,8–24,9 мг-экв./100 г почвы. При этом почва всех вариантов опыта характеризовалась высокой обеспеченностью основаниями (варианты 12 и 15).

Изучение различных форм кальция (табл. 2) показало, что содержание обменного кальция на варианте с последствием навоза увеличивалось на 1,1 мг-экв./100 г почвы по отношению к контролю. Внесение на этом фоне минеральных удобрений приводило к снижению содержания обменного кальция на 0,7–1,3 мг-экв./100 г почвы. Вероятно, это было связано с расходом кальция на нейтрализацию физиологической кислотности удобрений и его выносом с увеличившимся урожаем сельскохозяйственных культур.

Таблица 2. Влияние удобрений и мелиоранта на содержание кальция и магния в черноземе выщелоченном, слой 0–40 см, 2018 г.

Вариант	Ca^{2+} , мг-экв./100 г почвы		Mg^{2+} , мг-экв./100 г почвы	
	обм.	водораств.	обм.	водораств.
1. Контроль	19,5	0,65	4,2	0,14
2. 40 т/га навоза (последствие – фон)	20,6	0,85	3,7	0,15
3. Фон + NPK	19,9	0,75	3,7	0,14
5. Фон + 2NPK	19,4	0,65	4,0	0,13
12. Фон + дефекат (последствие) + NPK	22,0	1,50	2,8	0,19
13. Фон + дефекат (последствие)	22,8	1,65	2,5	0,18
15. NPK + дефекат (последствие)	21,9	1,55	3,1	0,22

Известкование почвы обеспечивало существенное увеличение содержания обменного кальция по сравнению с неизвесткованными вариантами. Наибольшим оно было на варианте с совместным последствием навоза и дефеката (вариант 13). Применение минеральных удобрений на известкованном фоне приводило к уменьшению содержания обменного кальция. Так, при внесении оптимальной дозы NPK под культуры севооборота на фоне последствия навоза и дефеката (вариант 12) и только дефеката (вариант 15) оно снижалось соответственно на 0,8 и 1,1 мг-экв./100 г почвы по сравнению с вариантом 13.

Содержание водорастворимой формы кальция было ниже и изменялось от 0,65 до 1,65 мг-экв./100 г почвы, подчиняясь тем же тенденциям изменения по вариантам опыта, что и содержание обменной формы этого элемента.

Динамика изменения содержания обменного магния по вариантам опыта носила иной характер. Так, в отличие от кальция, ярко выраженного негативного влияния ми-

неральных удобрений на содержание обменного магния не обнаруживалось, а при внесении двойной дозы минеральных удобрений даже наблюдалась тенденция к некоторому его увеличению по отношению к варианту с последствием навоза (вариант 2). В то же время на мелиорируемых вариантах опыта содержание обменной формы магния было на 0,9–1,2 мг-экв./100 г почвы ниже, чем на варианте внесения NPK на фоне последствия навоза (несмотря на наличие 1,26% магния в составе дефеката). Данный факт, вероятно, можно объяснить тем, что кальций обладает большей способностью к обменному поглощению, чем магний, и способен вытеснять его из почвенного поглощающего комплекса.

Физико-химические свойства почвы за 2014 и 2018 гг. представлены на рисунке 1.

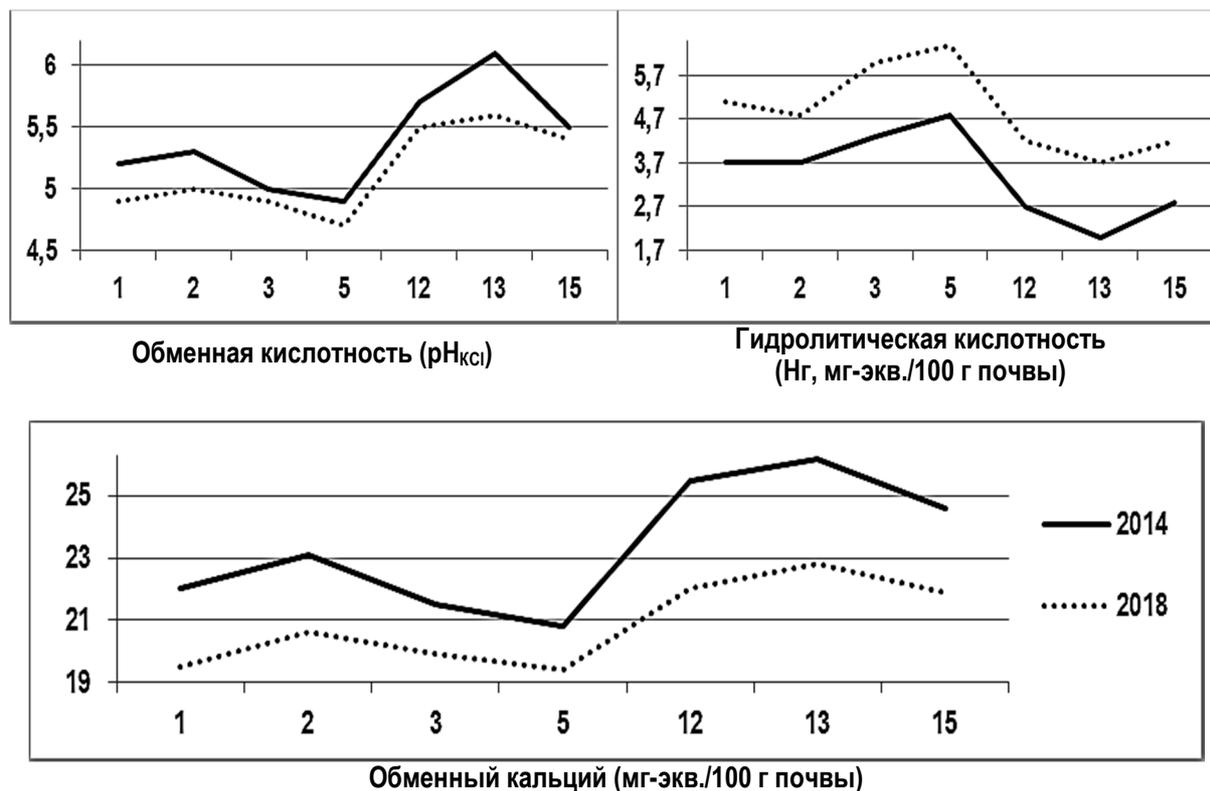


Рис. 1. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного в разные годы, слой 0–40 см

Сравнение результатов изучения физико-химических свойств почвы за 2014 и 2018 гг. показало, что за этот период наблюдалось их заметное изменение. Так, величина pH_{KCl} снижалась на 0,1–0,5 ед., а Hг увеличивалась на 1,1–1,7 мг-экв./100 г почвы. При этом почва на немелиорируемых вариантах опыта переходила из класса слабокислой в класс среднекислой. При внесении минеральных удобрений на фоне совместного последствия навоза и дефеката и только дефеката уровень кислотности увеличивался до слабокислого. И только при совместном последствии навоза и дефеката без внесения минеральных удобрений кислотность почвы оставалась на уровне класса, близком к нейтральному, но приближалась к нижней границе этого класса.

Содержание обменного кальция также претерпевало существенные изменения. За четырехлетний период оно уменьшилось на 1,4–3,5 мг-экв./100 г почвы. Наиболее сильно оно снижалось на известкованных вариантах опыта. Возможно, это было связано с увеличением потерь кальция при известковании с инфильтрационными водами.

На рисунке 2 представлены результаты определения содержания органического углерода в анализируемых почвенных образцах.

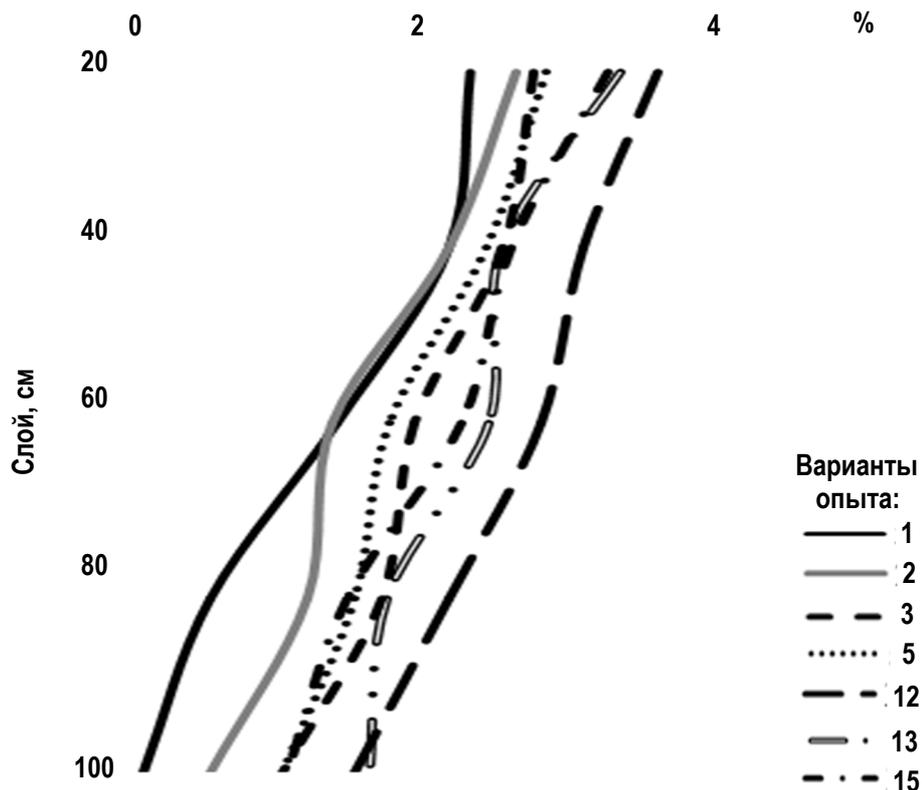


Рис. 2. Содержание общего углерода в почвенных образцах

Как следует из данных, представленных на рисунке 2, максимальное содержание органического углерода в слое 0–20 отмечается на варианте внесения удобрений и дефеката, минимальное – характерно для контрольного варианта. С глубиной содержание гумуса снижается.

На рисунке 3, а представлено распределение по почвенному профилю общего содержания ГК (сумма ГК1, ГК2, ГК3). Большинство кривых носит S-образный характер с двумя максимумами в слое 0–20 и 40–60 см. Верхний максимум обусловлен поступлением свежего органического вещества с растительными остатками и органическими удобрениями. Второй максимум связан с вымыванием подвижных ГК из верхних горизонтов в нижние. Высокими значениями содержания растворимых ГК в верхних горизонтах характеризуются варианты 1, 2, 12 и 13. Следует отметить, что на вариантах с внесением кальциевого мелиоранта второго максимума не отмечается. Это можно объяснить закреплением ГК в трудноизвлекаемые комплексы с катионами Ca^{2+} , который содержится в дефекате.

На рисунке 3, б показаны кривые профильного распределения ФК (сумма всех фракций).

Максимальное содержание ФК отмечается на вариантах 2, 3 и 5. На втором варианте это может объясняться присутствием свежего подвижного органического вещества, которое представлено низкомолекулярными органическими соединениями навоза. На вариантах применения минеральных удобрений высокое содержание ФК связано с усилением процессов кислотного гидролиза, в результате которого высокомолекулярные ГК распадаются до более простых соединений, которые при экстрагировании попадают во фракции ФК. Данный факт согласуется с результатами, представленными в опубликованных ранее работах [5]. Кроме того, на варианте с двойной дозой минеральных удобрений выделяется агрессивная фракция ФК1а, которая характерна для почв с кислой реакцией среды, и в нашем случае, возможно, является продуктом усиленной деструкции ГК.

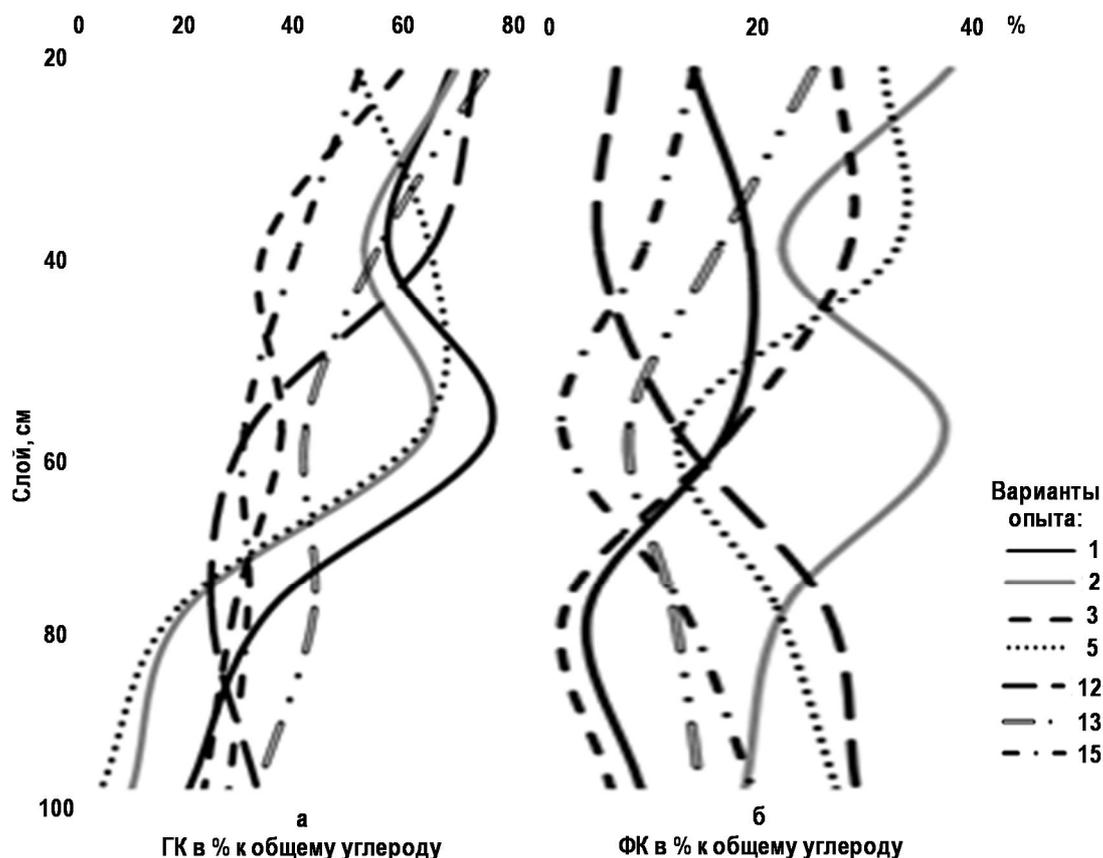


Рис. 3. Содержание фракций ГК и ФК в почвенных образцах

Кроме того, именно на этих вариантах обнаруживается большее количество ГК фракции 2, связанной с кальцием. Данная фракция ГК очень важна для формирования почвенного плодородия. Именно она способствует формированию водопрочной структуры почвенных агрегатов, в результате чего создается благоприятный водно-воздушный режим, оптимизируются микробиологические процессы.

В таблице 3 представлены результаты расчетов запаса гумуса в метровом слое в почвах анализируемых вариантов. Максимальный запас гумуса отмечается на варианте с совместным внесением навоза, минеральных удобрений и кальциевого мелиоранта. Это можно объяснить созданием оптимальных условий для интенсивного процесса гумификации. Минимальный показатель характерен для контрольного варианта, что связано с наименьшим поступлением органического вещества.

Таблица 3. Параметры гумусного состояния чернозема выщелоченного

Вариант	Запас гумуса в метровом слое, т/га	Сгк : Сфк в слое 0–20 см	Степень гумификации, %	Сумма подвижных фракций, % С
1. Контроль	332,8	3,01	64	74,65
2. 40 т/га навоза – фон	385,58	1,73	53	89,75
3. Фон + NPK	466,46	1,88	50	76,62
5. Фон + 2NPK	518,3	1,53	45	73,95
12. Фон + дефекат + NPK	584,2	4,14	59	73,89
13. Фон + дефекат	529,6	2,38	60	85,96
15. NPK + дефекат	488,5	2,40	58	63,75

Также в таблице 3 приведены результаты расчета типа гумуса, который определяется соотношением содержания ГК и ФК (Сгк : Сфк). На контрольном варианте и на

вариантах применения дефеката (12, 13 и 15) отмечается гуматный тип гумуса, на немелиорированных вариантах – фульватно-гуматный. Степень гумификации органического вещества (Сгк : Собщ) на всех вариантах опыта очень высокая. Сумма подвижных фракций (извлекаемое органическое вещество) имеет высокие показатели для всех вариантов. Это можно объяснить длительным использованием почв стационара в интенсивном сельскохозяйственном производстве, в результате чего стабильные молекулы гумусовых кислот начинают постепенно разрушаться до подвижных менее высокомолекулярных соединений.

В таблице 4 показаны доли отдельных фракций гумусовых кислот.

Таблица 4. Содержание фракций гумусовых кислот в почвенных образцах анализируемых вариантов, %

Варианты опыта	ГК1	ГК2	ГК3	ФК1	ФК1а	ФК2	ФК3
1. Контроль	15	52	7	13	Не обн.*	8	5
2. 40 т/га навоза – фон	4	53	5	6	Не обн.	26	6
3. Фон + NPK	7	44	15	8	Не обн.	21	5
5. Фон + 2NPK	9	46	5	7	7	18	8
12. Фон + дефекат + NPK	11	58	12	5	Не обн.	9	5
13. Фон + дефекат	11	51	9	3	Не обн.	19	7
15. NPK + дефекат	15	44	12	5	Не обн.	15	9

Примечание: не обн. * – содержание фракции ФК1а не обнаруживалось.

Результаты анализа оптической плотности выделенных фракций ГК показали, что более высокие значения характерны для молекул ГК с развитой алифатической частью. Это более подвижные фракции ГК1. Низкие показатели свидетельствуют о накоплении ГК с конденсированной частью – зрелые ГК2. ГК3, связанные с глинистыми минералами, занимают промежуточное положение.

Выводы

1. Последействие только органических удобрений оказывало благоприятное влияние на показатели почвенной кислотности, однако не способствовало достижению их оптимальной величины. Внесение минеральных удобрений на фоне последействия органических приводило к заметному подкислению почвы и ее обеднению основаниями тем сильнее, чем выше была доза минеральных удобрений.

2. По истечении двух ротаций севооборота (12 лет) благоприятное действие дефеката на показатели почвенной кислотности заканчивалось. Почва начинала испытывать потребность в известковании. Так как в севообороте возделываются чувствительные к кислотности культуры (сахарная свекла), необходимо известкование почвы в дозе, рассчитанной по полной гидролитической кислотности.

3. Содержание как обменной формы кальция, так и водорастворимой уменьшалось при внесении минеральных удобрений на фоне последействия органических. Известкование почвы, даже на 12-й год последействия, способствовало накоплению большего количества кальция по сравнению с неизвесткованными вариантами. Содержание магния, в отличие от кальция, было выше на неизвесткованных вариантах опыта.

4. За период с 2014 по 2018 г. наблюдались заметные изменения физико-химических свойств почвы: величина почвенной кислотности увеличивалась в среднем на один класс, а содержание обменного кальция уменьшалось на 1,4–3,5 мг-экв./100 г почвы.

5. Внесение кальциевого мелиоранта способствует увеличению процента содержания гумуса, его запасов. Кроме того, на дефекатированных вариантах отмечается максимальное содержание ГК, связанных с кальцием. На вариантах применения минеральных удобрений отмечается возрастание доли ФК в составе почвенного гумуса, что может отрицательно сказаться на уровне плодородия в целом.

Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв / Д.М. Алексеева и др. – Москва : Наука, 1975. – 420 с.
2. Вопросы оптимизации кислотности почв и баланса кальция / Н.И. Аканова, В.Н. Темников, Г.Е. Гришин, Н.А. Комарова, О.Д. Шафронов // Нива Поволжья. – 2011. – № 1 (18). – С. 1–6.
3. Гасанова Е.С. Изменение поглотительной способности чернозема выщелоченного под влиянием агротехнических приемов / Е.С. Гасанова // Перспективы применения средств химизации в ресурсосберегающих агротехнологиях : материалы 47-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов. – Москва : ВНИИА, 2013. – С. 42–44.
4. Исследование качества гуминовых кислот чернозема выщелоченного под сельскохозяйственными культурами / Е.С. Гасанова, В.В. Котов, К.Е. Стекольников, Т.О. Фоминых // Агрохимия. – 2014. – № 4. – С. 27–34.
5. Исследование состава гумусовых веществ методом УФ-спектроскопии / К.Е. Стекольников и др. // Агро XXI. – 2009. – № 1–3. – С. 38–40.
6. Кожокина А.Н. Влияние удобрений и мелиоранта на кальциевый режим чернозема выщелоченного / А.Н. Кожокина, Н.Г. Мязин // Инновационные технологии и технические средства для АПК : материалы международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, г. Воронеж, 15–17 ноября 2016 г. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – С. 46–51.
7. Корчагин В.И. Мониторинг агрохимических показателей плодородия почв и урожайность основных сельскохозяйственных культур Воронежской области / В.И. Корчагин, Ю.А. Кошелев, Н.Г. Мязин // Плодородие. – 2016. – № 3 (90). – С. 10–13.
8. Мониторинг кислотности пахотных почв Центрально-Черноземного района / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин, Ю.И. Сискевич и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С. 6–8.
9. Орлов Д.С. Химия почв : учебник / Д.С. Орлов. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.
10. Шильников И.А. Значение известкования и потребность в известковых удобрениях / И.А. Шильников, Н.И. Аканова, В.Н. Темников // Агрохимический вестник. – 2008. – № 6. – С. 28–30.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-316-00035 мол_а «Изучение механизма деградации чернозема на примере дегумификации и декальцирования и разработка мероприятий по повышению почвенного плодородия»

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Елена Сергеевна Гасанова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Анна Николаевна Кожокина – кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: annakozh27@yandex.ru.

Николай Георгиевич Мязин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@agronomy.vsau.ru.

Константин Егорович Стекольников – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@agronomy.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 25.11.2018

Дата принятия к печати 20.12.2018

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Elena S. Gasanova – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Anna N. Kozhokina – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: annakozh27@yandex.ru.

Nikolay G. Myazin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Konstantin E. Stekolnikov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Received November 25, 2018

Accepted December 20, 2018