

ДЛИТЕЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СОИ

О.В. Гладышева, к.с.-х.н., В.А. Свирина, В.Г. Черногаев,

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

(ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Россия, 390502, Рязанская область, Рязанский район, с. Подвязье, ул. Парковая, д. 1

E-mail: svirina-vera@mail.ru

Приведены двухлетние данные по влиянию известкования и длительного применения минеральных удобрений в севообороте на реакцию почвенного раствора, содержание питательных веществ в слое 0-30 см, урожайность и качество сои на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве. Цель исследований – изучить влияние длительного применения минеральных удобрений в севообороте на питательный режим темно-серой лесной почвы и выявить реакцию сои на мелиорант. Показано, что на естественном фоне (вариант без удобрений) кислотность почвы $pH_{\text{кол}}$ остается на уровне исходного значения. Мелиорант после повторного внесения продолжает действовать на 4- и 5-й годы. Минеральные удобрения увеличили содержание питательных веществ, что выразилось повышением урожайности сои на 0,58-0,87 т/га. В среднем за 2020-2021 г. прирост урожайности сои в вариантах с удобрениями составил 44 и 36 %, от известки в последствии – 16 и 10 %. Содержание белка в зерне сои от известки увеличивалось на 1,55 и 1,7 %, от минеральных удобрений – на 2,65 %, от сочетания этих приемов – на 4,35 %.

Ключевые слова: соя, минеральные удобрения, известкование, урожайность, гумус, качество зерна.

Для цитирования: Гладышева О.В., Свирина В.А., Черногаев В.Г. Длительное воздействие минеральных удобрений на питательный режим почвы и урожайность сои// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 70-72. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.18.

Значение удобрений в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур, приумножении и сохранении плодородия почвы доказано многочисленными опытами и подтверждено практикой мирового значения. Применение минеральных удобрений – эффективный способ создания оптимальных условий для выращивания сельскохозяйственных культур [1-4].

Урожай семян сои, в отличие от злаковых культур, формируется в результате синергии фотосинтетической и симбиотической деятельности растений, что позволяет регулировать величину и качество урожая. В этой связи принципиально важно иметь оптимальную реакцию почвенного раствора для хорошего развития корневой системы и клубеньковых бактерий. При наиболее благоприятных условиях выращивания соя оставляет в почве после уборки хорошо развитую корневую систему с клубеньковыми бактериями. Это способствует обогащению пахотного слоя азотом в количестве 60-80 кг/га, а также использованию труднорастворимых питательных веществ из нижних слоев почвы, улучшает структуру и плодородие почвы [5, 6].

В южной части Нечернозёмной зоны, в том числе в Рязанской области, в последние пять лет произошёл существенный рост посевов сои [7]. Следует обратить внимание на то, что значительная часть почв этой зоны в силу различных причин остаётся с повышенной кислотностью, что существенно ограничивает возможность получения высокой урожайности сои хорошего качества [8-10]. К тому же это обстоятельство значительно снижает эффективность применяемых удобрений [11]. Повышенная кислотность почвы является, по сути, основным фактором, лимитирующим продуктивность сои в Нечернозёмье.

Учитывая вышеизложенное, а также создание, районирование на данной территории раннеспелых сортов сои и широкий интерес к этой культуре со стороны

сельскохозяйственных товаропроизводителей, изучение отзывчивости сои на интенсификацию земледелия актуально.

Цель исследований – изучить влияние длительного применения минеральных удобрений в севообороте на питательный режим темно-серой лесной почвы и выявить реакцию сои на мелиорант.

Методика. Наблюдения в полевом двухфакторном опыте проведены на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве в ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2020-2021 г. Фактор А – минеральные удобрения $(NPK)_0$ и $(NPK)_{90}$, фактор В – химический мелиорант (доломитовая мука). Основное внесение было в 2011 г. (8,8 т/га $CaCO_3$ в варианте с минеральными удобрениями и 6,9 т/га $CaCO_3$ в варианте без удобрений), повторно вносили известку в 2017 г. под основную обработку почвы из расчета 1,5 г.к.

Наблюдения и исследования проведены на раннеспелом сорте сои Георгия селекции ФГБНУ ФНАЦ ВИМ [12]. Повторность в опыте четырехкратная, размещение делянок рендомизированное, общая площадь делянки – 90 м². Технология возделывания сои традиционная [13]. Семена сои перед посевом обрабатывали Ризоторфином. Общим фоном применили почвенный гербицид Камелот, СЭ – 4 л/га, против сорняков – гербицид Корсар Супер, ВРК – 1,5 л/га. Урожай сои убирали комбайном поделочно. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по общепринятой методике [14].

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы перед закладкой опыта в 2011-2017 г.: гумус в варианте без удобрений – 3,03% (по Тюрину), на фоне применения $(NPK)_{90}$ – 3,11%, P_2O_5 (по Кирсанову), соответственно, 10,6 и 19,0 мг/кг почвы, K_2O (по Кирсанову) – 9,2 и 12,3 мг/100 г почвы, реакция почвенного раствора $pH_{\text{кол}}$ 5,11-4,78 ед, Нг – 4,11-4,77 мг-экв/100 г

почвы, S – 20,5 и 18,5 мг-экв/100 г, V – 81,3-75,9 %, Ca – 16,9-17,5, Mg 2,2-2,4 мг-экв/100 г почвы.

Основные наблюдения и учеты осуществляли в соответствии с методическими рекомендациями по проведению опытов с масличными культурами [15, 16]. Содержание сырого белка и масла в семенах определяли на анализаторе Infratek 1241.

Результаты и их обсуждение. Анализ температуры воздуха и количества выпавших осадков за вегетационные периоды 2020-2021 г. показал, что условия роста сои неравнозначны по годам исследований: гидротермический коэффициент вегетации 2020 г. составил – 1,37, что соответствует избыточному увлажнению, 2021 г. – 0,65 – сухому земледелию. Следует отметить, что в целом для Рязанской области подобные колебания ГТК типичны [13].

Анализ биометрических показателей растений сои свидетельствует, что метеорологические условия влияли на развитие растений сои, высота растений в варианте 1 варьировала от 51,7 см в засушливый год до 60 см во влажный год (табл. 1).

1. Структура урожая сои сорта Георгия

| Вариант | Высота растений | Высота прикрепления нижнего боба | Число семян с 1 растения | Масса семян с 1 растения | Масса 1000 семян |
|--|-----------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| | см | | | г | |
| 1. N ₀ P ₀ K ₀ (контроль) | 55,9 | 9,5 | 30 | 3,8 | 114,3 |
| 2. N ₀ P ₀ K ₀ + CaCO ₃ | 58,6 | 11,2 | 30 | 4,1 | 119,3 |
| 3. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ | 58,9 | 11,7 | 33 | 3,5 | 118,3 |
| 4. N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ + CaCO ₃ | 60,8 | 12,5 | 29 | 4,5 | 125,9 |

Наиболее заметное влияние фона минерального питания на высоту растений отмечено в засушливый год – увеличилась на 7,4 %, а на фоне без удобрений составила 3,6%. Мелиорант также оказывал действие на высоту, увеличивая её в засушливый год на 7,2 % в варианте без удобрений и на 4,1 % на удобренном фоне, против 2,8 и 2,4 % соответственно во влажный год. На высоту сои большее влияние оказывал мелиорант по сравнению с минеральным удобрением. Это свидетельствует о большей её отзывчивости на данный технологический приём в условиях средней обеспеченности питательными элементами и повышенной кислотности.

В варианте с минеральными удобрениями и известью наблюдается увеличение высоты прикрепления нижнего боба, которая составляет в опыте 12,5 см, что на 3,0 см выше, чем без удобрений. В этом варианте отмечены максимальные значения массы 1000 семян – 125,9 г, что на 11,6 г выше, чем в варианте без удобрений.

Длительное внесение минеральных удобрений привело к изменению содержания питательных веществ. В формировании плодородия почвы важная роль принадлежит гумусу. В исследованиях без внесения минеральных удобрений и извести отмечено низкое содержание гумуса в слое 0-30 см для данного типа почв – 2,98% и по сравнению с 2017 г. (начало очередной ротации) оно снизилось на 0,07%. Внесение минеральных удобрений и CaCO₃ способствовало сохранению и воспроизводству гумуса – 3,44 %, что превосходит кон-

троль без удобрений на 0,47 %, и выше, чем в начале ротации на 0,29% (табл. 2).

2. Изменение агрохимических показателей темно-серой лесной почвы под воздействием минеральных удобрений и извести под соей в слое 0-30 см (среднее за 2020-2021 г.)

| № вари- анта | Гумус, % | P ₂ O ₅ | K ₂ O | pH сол. | N- NH ₄ | N- NO ₃ |
|--------------------|-------------|-------------------------------|------------------|------------|-----------------------|--------------------|
| | | мг/кг почвы | | | мг/кг почвы | |
| 1 | 2,98 | 119,5 | 107,4 | 5,08 | 1,93 | 7,74 |
| 2 | 3,25 | 166,4 | 114,0 | 5,60 | 2,22 | 8,11 |
| 3 | 3,27 | 235,3 | 136,4 | 4,77 | 1,93 | 9,49 |
| 4 | 3,44 | 294,5 | 157,0 | 5,70 | 2,98 | 11,68 |

Внесение минеральных удобрений в сравнении с контролем обеспечивало формирование больших запасов P₂O₅ в почве – на 96%, внесение CaCO₃ увеличивало подвижный фосфор на 39% на удобренном фоне и на 25% на удобренном.

Реакция почвенного раствора на фоне внесения доломитовой муки была близка к нейтральной (5,6-5,7 ед), на фоне длительного применения удобрений отмечается подкисление почвы.

Отмечено, что применение (NPK)₉₀ и CaCO₃ достоверно увеличило содержание нитратного азота в сравнении с вариантом без удобрений – на 3,94 мг/кг почвы.

Созданный в процессе применения минеральных удобрений и известкования уровень питательного режима положительно повлиял на урожайность сои (табл. 3).

3. Урожайность сои и содержание белка и масла в её семенах в зависимости от применения удобрений и извести (среднее за 2020-2021 г.)

| № варианта | Урожайность, т/га | Прибавка к контролю | | Содержание, % | | Выход, т/га | |
|-------------------------|-------------------|---------------------|------|---------------|-------|-------------|-------|
| | | т/га | % | белка | масла | белка | масла |
| 1. | 1,31 | - | - | 30,95 | 24,75 | 0,347 | 2,80 |
| 2. | 1,52 | 0,25 | 16,0 | 32,5 | 25,1 | 0,437 | 3,50 |
| 3. | 1,89 | 0,58 | 40,4 | 33,6 | 25,75 | 0,547 | 4,20 |
| 4. | 2,08 | 0,87 | 59,1 | 35,3 | 27,3 | 0,633 | 4,95 |
| НСП ₀₅ : уд. | 0,02 | | | 0,43 | 0,21 | | |
| изв. | 0,03 | | | 0,43 | 0,22 | | |

Урожайность сои в среднем по опыту в 2020 г. составила 2,02 т/га, в 2021 г. – 1,4 т/га, что составляет 69% от уровня 2020 г. ввиду засухи во время цветения и образования бобов, приведшей к преждевременному пожелтению и опаданию листьев, осыпанию завязей и бобов. Так, урожайность сои в 2020 г. на контроле составила 1,52 т/га, в 2021 г. – 1,1 т/га.

Минеральные удобрения повысили урожайность сои по сравнению с вариантом, где не применяли минеральные удобрения на 0,58-0,87 т/га. В среднем за 2020-2021 г. прирост урожайности сои в вариантах от удобрений составил 44 и 36 %, от извести -16 и 10 %.

Реальная ценность зерна сои во многом определяется его качественными показателями. В среднем на минеральном фоне и на фоне известкования качество продукции сои улучшалось. Содержание белка в зерне сои от извести увеличивалось на 1,55 и 1,7 %, от минеральных удобрений на 2,65 %, от сочетания этих приемов на 4,35 %.

Закключение. Полученные экспериментальные данные за 2020-2021 г. при возделывании очередной культуры севооборота – сои – свидетельствуют о позитив-

ных изменениях в почвенной среде при внесении минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ и извести в дозе 1,5 г.к. и показали улучшение ряда показателей (нитратного азота, подвижного фосфора, обменного калия). На темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве соя способна формировать устойчивую урожайность. Однако, для этого необходимо работать над агрохимическими показателями плодородия почвы, в частности оптимизировать реакцию почвенного раствора. Повторное внесение доломитовой муки в севообороте способствовало уменьшению кислотности почвы, а системное внесение минеральных удобрений – накоплению питательных веществ, что привело к увеличению урожая семян сои на 0,87 т/га, или 59,1 % и улучшению их белковости и масличности. Прирост урожайности сои в вариантах от последнего действия мелиоранта на 4-5-й годы составил 16 и 10 %.

Литература

1. Алиев А.М., Варламов В.А., Ваулина Г.И., Державин Л.М., Переведенцева С.В., Самойлов Л.Н., Сычев В.Г., Шаповал О.А., Яковлева Т.А. Комплексное применение агрохимических средств – основа высокой продуктивности и устойчивости земледелия // Плодородие. – 2009. – № 2. – С. 5-6.
2. Гладышева О.В., Пестряков А.М., Свирина В.А. Бобово-злаковые травы и минеральные удобрения в системе мер повышения плодородия почвы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 2. – С. 26-27.
3. Хомченко А.А., Булатова Н.В., Чеботарев Н. Т. Влияние извести и минеральных удобрений на агрохимические свойства и продуктивность – дерново-подзолистой почвы // Земледелие. – 2016. – № 5. – С.28-27.
4. Дыбин В.В., Чернышкова Л.Б. Изменение плодородия дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур при длительном применении удобрений с известкованием // Плодородие. – 2014. – №2. – С. 22-24.

5. Лабутова Н.М., Поляков А.И., Лях В.А., Гордон В.Л. Влияние инокуляции растений клубеньковыми бактериями и эндомикоризным грибом на урожай различных сортов сои и содержание белка и масла в семенах // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 2. – С.10-11.
6. Шеуджен А.Х., Онищенко Л. М., Исупова Ю.А. Влияние длительного применения удобрений на физико-химические свойства почвы, урожайность и качество сои // Плодородие. – 2013. – № 1. – С. 26-27.
7. Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В. Соя – стратегическая культура в экономической политике // Владимирский земледелец. – 2017. – №1 – С. 15-17.
8. Иванов А.И., Конашенков А.А., Воробьев В.А., Иванова Ж.А., Вязовский А.А., Петров И.И. Актуальные вопросы известкования кислых почв Нечерноземья // Агрохимический вестник. – 2019. – № 6. – С. 3-9.
9. Гладышева О.В., Свирина В.А., Артюхова О.А. Изменение плодородия почвы и продуктивности севооборота при длительном применении минеральных удобрений с известкованием // Плодородие. – 2021. – № 1 (118). – С. 27-29.
10. Гуреева Е.В., Гвоздев В.А., Овсянникова М.В., Маркова В.Е. Влияние известкования на урожайность и качество зерна сои в условиях Рязанской области // Орошаемое земледелие. – 2021. – № 1. – С. 48-51.
11. Гладышева О.В., Свирина В.А., Артюхова О.А. Влияние севооборотов и минеральных удобрений на гумусное состояние почвы в длительном стационарном опыте. // Аграрная наука. – 2020. – № 10. – С. 83-87.
12. Гуреева Е.В., Фомина Т.А. Сорт сои Георгия // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 6. – С. 45-46.
13. Гуреева, Е.В. Инновационная технология возделывания сои в хозяйствах Центрального района Нечерноземной зоны: библиотечка «В помощь консультанту» / Е.В. Гуреева, М.П. Гуреева, Т.А. Фомина, В.З. Веневцев. – М.: ФГУ «Российский центр сельскохозяйственного консультирования», 2008. – 34 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под ред. В.М. Лукомца. – Краснодар, 2010. – 310 с.
16. Методические указания по селекции и семеноводству сои / Под ред. Ю.П. Мякушко. – М., 1981. – 37 с.

LONG-TERM EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE NUTRIENT REGIME OF DARK GRAY FOREST SOIL AND SOYBEAN YIELD

O.V. Gladysheva¹, V.A. Svirina¹, V.G. Chernogaev¹

¹The Institute of Seed and Agrotechnologies is a branch of the Federal State Budget Research Institution

"Federal Scientific Agroengineering Center VIM"(ISA – a branch of the FSBI FNATS VIM)

Russia, 390502, Ryazan region, Ryazan district, p. Podvyaze, st.Parkovaya, 1

E-mail: svirina-vera@mail.ru

Two-year data on the effect of liming and long-term use of mineral fertilizers in crop rotation on the reaction of soil solution, nutrient content in a layer of 0-30 cm, yield and quality of soybeans on dark gray forest heavy loamy soil are presented. The purpose of the research is to study the effect of long-term use of mineral fertilizers in crop rotation on the nutrient regime of dark gray forest soil and to identify the reaction of soybeans to meliorant. It is shown that on a natural background (option without fertilizers), the acidity of the soil is pH sol. remains at the level of the original value. The meliorant after repeated application continues to be valid for 4 and 5 years. Mineral fertilizers increased the nutrient content, which resulted in an increase in soybean yield by 0.58-0.87 t/ha. On average, in 2020-2021, the increase in soybean yield in the variants from fertilizers was 44% and 36%, from lime in the aftereffect – 16% and 10%. The protein content in soybean grain from lime increased by 1.55% and by 1.7%, from mineral fertilizers by 2.65%, from a combination of these techniques by 4.35%.

Keywords: soybean, mineral fertilizers, liming, yield, humus, grain quality.