

УСЛОВИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ СОИ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМАХ И СИСТЕМАХ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЦФО РОССИИ

Савенков Валерий Петрович, доктор сельскохозяйственных наук

Липецкий научно-исследовательский институт рапса – филиал ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»
398037, г. Липецк, ул. Боевой проезд, 26. Тел.: 8 903 643 6975, e-mail: lena-kuzmina07@mail.ru

Ключевые слова: севооборот, соя, приемы и системы основной обработки почвы, содержание в почве минерального азота, подвижного фосфора, обменного калия.

В целях повышения урожайности сои важное значение имеют приемы и системы основной обработки почвы, применение которых позволяет улучшать не только многие ее свойства и фитосанитарное состояние посевов, но и условия минерального питания. В стационарном полевом опыте в годы первой ротации (2015-2018) плодосменного севооборота (соя, озимая пшеница, яровой рапс и ячмень) на посевах сои изучалось влияние различных приемов и систем зяблевой обработки почвы на содержание в ее слоях 0-20 и 20-40 см доступных форм азота, фосфора и калия в условиях лесостепи ЦФО России. Почва опытного участка – выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем. Название изучаемых четырех систем основной обработки почвы было условным, при которых непосредственно под сою проводились – вспашка, глубокое безотвальное рыхление, мелкая и поверхностная обработки. В среднем за годы первой ротации севооборота изучаемые приемы и системы основной обработки почвы оказывали неодинаковое влияние на условия минерального питания сои в фазе 2-3 тройчатых листьев. Выявлено, что при проведении под эту культуру вспашки и отвально-поверхностной системы основной обработки почвы, обеспеченность анализируемых ее слоев минеральным азотом, подвижным фосфором и обменным калием существенно не различалась. От применения при возделывании сои безотвальных приемов и соответствующих систем зяблевой обработки почвы содержание доступных форм азота, фосфора и калия в верхнем слое почвы 0-20 см увеличивалось, а в слое 20-40 см снижалось.

Введение

В настоящее время соя - одна из основных масличных и кормовых культур в России, и в последние годы ее посевные площади здесь постоянно расширяются. В условиях современного сельскохозяйственного рынка семена сои из-за высокого содержания (30-45 %) ценного по аминокислотному составу белка и качественного по жирнокислотному составу растительного масла (20-27 %) и других незаменимых питательных веществ имеют повышенный спрос на кормовые, продовольственные и другие цели, поэтому получение высокой и стабильной урожайности этой зернобобовой культуры является приоритетной задачей растениеводства в нашей стране [1, 2, 3, 4, 5, 6].

При возделывании сои особо важное значение имеет основная обработка почвы, с помощью которой можно регулировать ее водно-воздушные, тепловые, физико-механические и другие свойства, фитосанитарное состояние посевов и снижать эрозию. Кроме того, она оказывает существенное влияние на распределение и накопление основных элементов питания и микробиологические процессы превращения их труднодоступных форм в легкоусвояемые и наоборот в корнеобитаемом профиле почвы, что в

целом определяет условия минерального питания сои и ее продуктивность [2, 3, 7, 8, 9].

Для формирования урожайности полевых культур необходимы различные элементы питания и в наибольшей мере – азот, фосфор и калий, каждый из которых входит в состав определенных ферментов, гормонов, биологических и физиологических активных веществ, выполняющих свои специфические функции в процессах роста и развития растений. Поэтому эти основные элементы питания взаимозаменяемы, и недостаток одного из них отрицательно сказывается на урожайности возделываемых культур. Потребность растений различных семейств в азоте, фосфоре и калии неодинакова, и она зависит от биологических особенностей и уровня урожайности [2, 4, 10, 11]. Соя на формирование одной тонны маслосемян (с учетом выхода побочной продукции) затрачивает 77-100 кг азота, 17-30 кг фосфора и 32-40 кг/га калия, что вызывает необходимость при ее возделывании в хорошей обеспеченности почвы этими основными элементами питания [2, 3, 4, 8, 12].

Исследованиями установлено, что практически во всех земледельческих регионах нашей страны наибольшую продуктивность севооборотов обеспечивают системы основной обработки

почвы, при которых совокупность применения вспашки и минимальных ее приемов обусловлена биологическими особенностями культур и почвенно-климатическими условиями их возделывания [7, 13, 14, 15, 16, 17]. Однако до настоящего времени исследования по оптимизации приемов и систем зяблевой обработки почвы и их влиянию на условия минерального питания сои в плодосменном севообороте (соя, озимая пшеница, яровой рапс и ячмень) на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе в условиях лесостепи ЦФО России не проводились. В связи с этим такие исследования представляют большой научно-практический интерес и актуальность.

Цель наших исследований – изучить влияние различных приемов и систем основной обработки почвы в плодосменном севообороте (соя, озимая пшеница, яровой рапс и ячмень) на условия минерального питания сои в условиях лесостепи ЦФО России.

Материалы и методы исследований

Место проведения стационарного полевого опыта – Липецкий НИИ рапса. В плодосменном севообороте (соя, озимая пшеница, яровой рапс и ячмень) в 2015-2018 гг. изучались четыре системы основной обработки почвы, с условным названием: отвально-поверхностная, отвально-поверхностная с глубоким рыхлением, отвально-поверхностная с мелким рыхлением и минимальная, где при возделывании сои проводились – вспашка, глубокое безотвальное рыхление, мелкая и поверхностная обработки. Приемы обработки почвы осуществлялись согласно ГОСТа 16265-89. Повторность опыта – трехкратная. Общая площадь делянки – 264 м².

При возделывании сои и других культур в севообороте использовались общепринятые в лесостепи ЦФО России технологии (кроме изучаемых приемов обработки почвы). Сорт сои – Бара.

Осенью под сою, яровой рапс и ячмень вносили полное минеральное удобрение (нитроаммофоска – 15:15:15) в дозах – N60P60K60, N80P80K80 и N60P60K60 соответственно, а на посевах озимой пшеницы весной проводили подкормку азотным удобрением в дозе N60.

Полевой опыт был заложен на выщелоченном тяжелосуглинистом среднемощном черноземе, с характерной для этой почвы агрохимической характеристикой. При этом в ее слоях 0-20 и 20-40 см содержание подвижного фосфора (по Чирикову) изменялось в пределах 90-162 мг/кг и обменного калия (по Чирикову)

– 118-222 мг/кг.

В вариантах опыта в фазе 2-3 тройчатых листьев сои отбирали пробы почвы и проводили их анализ на содержание доступных форм основных элементов питания, где использовались общепринятые методики.

Регион исследований – Липецкий район Липецкой области, где за вегетационный период согласно среднемноголетней норме среднесуточная температура воздуха составляет 17,4 °С, сумма осадков – 236 мм и ГТК по Селянинову – 1,11. В годы первой ротации севооборота эти гидротермические показатели погодных условий различались, что определенным образом сказалось на накоплении в почве основных элементов питания.

Результаты исследований

Для роста и развития сои необходимы различные элементы питания и в наибольшей мере азот, фосфор и калий. Эта зернобобовая культура свою потребность в азоте удовлетворяет на 60-70 % за счет симбиотической фиксации его из атмосферы. Остальную часть этого элемента питания, а также фосфор и калий она использует из почвы. Следует отметить, что для сои особо важное значение имеет содержание минеральных форм азота в почве в начале вегетации, когда азотфиксирующая деятельность ее клубеньковых бактерий еще не началась или очень слабая. Поэтому для формирования урожайности сои необходима хорошая обеспеченность почвы основными элементами питания, а их недостаток можно восполнить за счет применения соответствующих доз минеральных удобрений [3, 4, 10, 11, 12].

В наших исследованиях фенологические наблюдения показали, что фаза 2-3 тройчатых листьев сои отмечалась в конце первой-начале второй декады июня. В годы проведения опыта в этой фазе ее роста и развития в вариантах опыта содержание азота обменного аммония в слое почвы 0-20 см варьировало в пределах 5,7-50,9 мг/кг и в слое 20-40 см – 5,1-40,2 мг/кг. По нитратному азоту в аналогичных слоях почвы оно соответственно изменялось в пределах 2,1-11,7 и 1,4-12,6 мг/кг. При этом аммонийного азота практически всегда накапливалось значительно больше в слое почвы 0-20 см, а по нитратному азоту анализируемые слои почвы оказались близкими. Отмеченные изменения условий азотного питания сои, очевидно, были обусловлены особенностями погодных условий, сложившимися в начальный отрезок вегетации (всходы-фаза 2-3 тройчатых листьев), которые

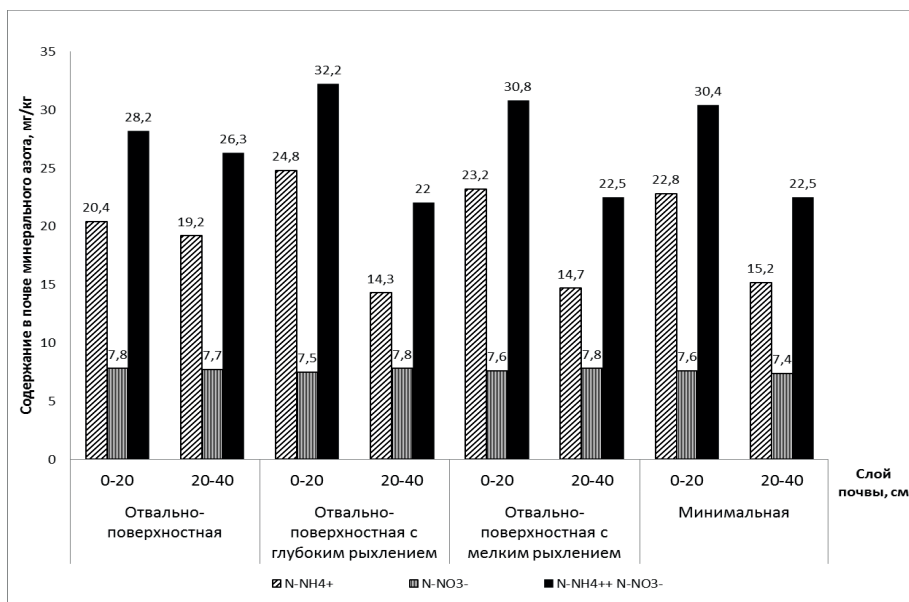


Рис. 1 – Содержание минерального азота в почве на посевах сои в зависимости от приемов и систем основной ее обработки (в среднем за 2015-2018 гг.)

определяли интенсивность процессов нитрификации и накопления соответствующих форм минерального азота в почве.

Выявлено, что при возделывании сои в севообороте изучаемые обработки почвы в значительной мере определяли ее обеспеченность минеральными формами азота, закономерности изменения которой по годам проведения опыта были близкими. В среднем за годы первой ротации севооборота от проведения под сою глубокого безотвального рыхления, мелкой и поверхностной обработок почвы и соответствующих ее систем содержание аммонийного азота в слое почвы 0-20 см стало более высоким (рис. 1). Однако это преимущество относительно агротехнологии сои со вспашкой при отвально-поверхностной системе зяблевой обработки почвы оказалось достоверным не во всех вариантах опыта. Слой почвы 20-40 см, напротив, был значительно лучше обеспечен азотом обменного аммония в варианте опыта с отвальной вспашкой под сою. В изучаемых вариантах опыта содержание нитратного азота в анализируемых слоях почвы оказалось практически равноценным и было в 2-3 раза меньше, чем аммонийного. Следует отметить, что в вариантах опыта в почве минеральный азот на 65-77 % был представлен аммонийной формой.

На посевах сои в слое почвы 0-20 см сумма доступных форм азота была более высокой в вариантах опыта с безотвальной обработкой почвы. В то же время в слое 20-40 см их накапливалось больше, когда проводилась вспашка при

отвально-поверхностной системе зяблевой обработки почвы. Хотя отмеченные изменения условий азотного питания этой культуры в слое почвы 0-20 см были существенны только при глубоком безотвальном рыхлении.

Для формирования урожайности сои наряду с содержанием минерального азота в почве важное значение имеет ее обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием. В годы исследований по полям севооборота на посевах сои содержание доступных форм этих основных элементов питания в почве изменялось, и несколько большим оно было в верхнем слое 0-20 см.

Анализы показали, что на посевах сои в среднем по вариантам опыта содержание подвижного фосфора в слоях почвы 0-20 и 20-40 см изменялось в пределах 70-156 и 69-119 мг/кг соответственно. Данный показатель агрохимической характеристики в этих слоях почвы по значению оказался средним в 2015, 2016 и 2017 гг. и повышенным в 2018 г. При возделывании сои в севообороте обеспеченность почвы обменным калием была несколько лучше, чем подвижным фосфором. В среднем по вариантам опыта в 2015, 2016, 2017, 2018 гг. содержание доступного калия в слоях почвы 0-20 и 20-40 см соответственно составило: 76 и 71, 115 и 93, 104 и 82, 260 и 146 мг/кг, т.е. согласно его группировки (по Чирикову) оно варьировало от средних до очень высоких значений.

В годы проведения полевого опыта, несмотря на отмеченные различия по условиям фосфорного и калийного питания сои, закономерности их изменений в изучаемых вариантах опыта, оказались практически равноценными, поэтому анализы результатов исследований проводились по данным в среднем за годы первой ротации севооборота.

Выявлено, что обеспеченность почвы подвижным фосфором была средней и повышенной, а обменным калием повышенной и высокой (рис. 2). При агротехнологии сои с использованием отвальной вспашки условия фосфорного

питания в анализируемых слоях 0-20 и 20-40 см существенно не различались. Относительно этого варианта опыта применение под сою безотвальных приемов зяблевой обработки почвы и соответствующих ее систем значительно увеличивало накопление подвижного фосфора в слое 0-20 см, а в слое 20-40 см оно снижалось.

Следует отметить, что по содержанию обменного калия в верхнем слое почвы, также как и по подвижному фосфору, преимущество имели технологии возделывания сои с использованием глубокого безотвального рыхления, мелкой и поверхностной обработок почвы, при которых оно существенно не изменялось.

От применения под эту культуру вспашки при отвально-поверхностной системе основной обработки почвы накопление доступного калия в верхнем слое 0-20 см значительно снижалось. В вариантах опыта условия калийного питания в слое почвы 20-40 см так же изменялись, и среди них преимущество имела агротехнология сои с использованием отвальной вспашки. При возделывании ее с безотвальными приемами (глубокое безотвальное рыхление, мелкая и поверхностная обработки) и соответствующими системами основной обработки почвы, содержание обменного калия в слое 0-20 см было более высоким, чем в слое 20-40 см, но в этих вариантах оно оказалось достаточно близким.

Обсуждение

В годы первой ротации (2015, 2016, 2017, 2018) изучаемого четырехпольного севооборота обеспеченность выщелоченного тяжелосуглинистого чернозема минеральным азотом, подвижным фосфором и обменным калием несколько изменялась, что было в целом характерным для этой почвы. Выявлено, что в среднем за 2015-2018 гг. в севообороте на посевах сои (в фазе 2-3 тройчатых листьев) содержание доступных форм основных элементов питания в слоях почвы 0-20 и 20-40 см в вариантах опыта существенно изменялось. При агротехнологии этой культуры, где проводилась вспашка с оборотом пласта и отвально-поверхностная система основной обработки почвы, сформировались сравнительно близкие условия минерального питания в анализируемых ее слоях. Относитель-

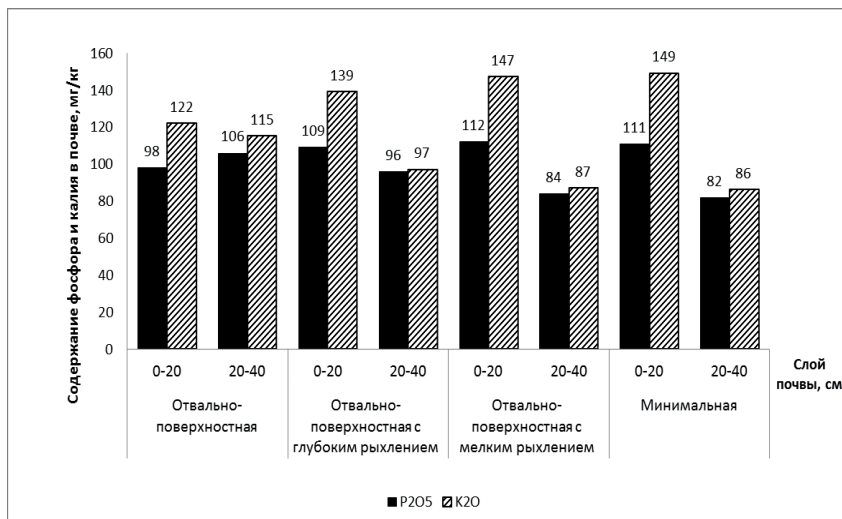


Рис. 2 – Влияние приемов и систем основной обработки почвы на накопление в ее слоях доступных форм фосфора и калия при возделывании сои (в среднем за 2015-2018 гг.)

но этого варианта опыта агротехнологии сои с безотвальными приемами зяблевой обработки почвы и соответствующими ее системами увеличивали накопление доступных форм азота, фосфора и калия в слое почвы 0-20 см и снижали его в слое 20-40 см. Условия минерального питания сои в вариантах опыта, очевидно, в значительной мере обусловлены распределением по профилю почвы основных элементов питания минеральных удобрений, которые были внесены в севообороте под полевые культуры. Известно, что в условиях недостаточного увлажнения лесостепи ЦФО России нередко отмечаются засушливые отрезки вегетации, которые вызывают быстрое пересыхание верхнего слоя почвы. В результате ухудшается использование имеющихся в этом слое почвы подвижных форм основных элементов питания полевыми культурами, что затрудняет их рост и развитие [13, 14, 15, 17]. Поэтому в наших исследованиях содержание минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия в анализируемых слоях почвы, которое сложилось в варианте опыта с применением под сою вспашки и отвально-поверхностной системы основной обработки почвы, следует считать более оптимальным для формирования ее урожайности.

Заключение

Исследования показали, что в плодосменном севообороте на посевах сои (в фазе 2-3 тройчатых листьев) изучаемые приемы и системы основной обработки почвы по разному сказывались на содержании в ее слоях 0-20 и 20-40 см минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия. В среднем за годы первой

ротации севооборота (2015, 2016, 2017, 2018) при возделывании этой культуры с применением вспашки с оборотом пласта и отвально-поверхностной системы зяблевой обработки почвы обеспеченность анализируемых ее слоев доступными формами основных элементов питания существенно не различалась. При агротехнологии, где под сою проводились глубокое безотвальное рыхление, мелкая и поверхностная обработки почвы и соответствующие ее системы содержание минеральных форм азота, подвижного фосфора и обменного калия в слое 0-20 см было более высоким, чем в слое 20-40 см.

Библиографический список

1. Головина, Е. В. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ: монография / Е. В. Головина, В. И. Зотиков. – Орел: Картуш, 2019. – 320 с.
2. Лошаков, В. Г. Севооборот и плодородие почвы / В. Г. Лошаков. – Москва: ВНИИА, 2012. – 512 с.
3. Нагорный, В. Д. Биология и агротехника сои: монография / В. Д. Нагорный, М. У. Ляшко. – Москва: Библио-Глобус, 2018. – 418 с.
4. Соя северного экотипа в интенсивном земледелии: монография / В. Е. Ториков, С. А. Бельченко, А. В. Дронов, И. Я. Моисеенко, О. А. Зайцева. – Брянск: Брянский ГАУ, 2019. – 284 с.
5. Устюжанин, А. П. Стратегия развития соевого комплекса России / А. П. Устюжанин // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 3-6.
6. Чекмарев, П. А. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области / П. А. Чекмарев, С. В. Лукин // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 3-6.
7. Бушнев, А. С. Влияние обработки почвы на ее агрофизические свойства, засоренность посевов и урожайность сои на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А. С. Бушнев // Масличные культуры. – 2016. – № 3(167). – С. 39-47.
8. Кругликов, А. Ю. Способы обработки почвы и удобрения под сою, возделываемую в зернопропашном севообороте Центрального Черноземья : спец. 06.01.01: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / А. Ю. Кругликов; Курская государственная сельскохозяйственная академия им. И.И. Иванова. – Курск, 2012. – 21 с.
9. Шабалкин, А. В. Эффективность возделывания сои в зависимости от основной обработки почвы, минеральных удобрений и гербицидов / А. В. Шабалкин, В. А. Воронцов, Ю. П. Скорочкин // Масличные культуры. – 2020. – № 2 (182). – С. 70-75.
10. Минеев, В. Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В. Г. Минеев, Б. Дебрецен, Т. Мазур. – М.: Колос, 1993. – 415 с.
11. Державин, Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии: монография / Л. М. Державин. – Москва: Колос, 1992. – 270 с.
12. Соя в России: монография / В. А. Федотов, С. В. Гончаров, О. В. Столяров [и др.]. – Москва: Агролига России, 2013. – 432 с.
13. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Воронежской области: монография / А. Л. Иванов, А. А. Завалин, А. А. Спиваков [и др.]; под редакцией А. В. Гордеева. – Воронеж: Кварт, 2013. – 446 с.
14. Вислобокова, Л. Н. Влияние основной обработки чернозёма типичного на урожайность культур севооборота / Л. Н. Вислобокова, В. А. Воронцов, Ю. П. Скорочкин // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 38-40.
15. Гармашов, В. М. Принципы и методы оптимизации основной обработки почвы и воспроизводства плодородия чернозема обыкновенного в зернопропашных севооборотах ЦЧР: спец. 06.01.01: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Гармашов Владимир Михайлович; Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова. – Рамонь, 2018. – 42 с.
16. Кирюшин, В. И. Проблема минимализации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3-6.
17. Сдобников, С. С. Пахать или не пахать / С. С. Сдобников. – Москва: Россельхозакадемия, 2000. – 296 с.

THE CONDITIONS OF SOYBEAN MINERAL NUTRITION IN CROP ROTATIONS IN CASE OF DIFFERENT METHODS AND SYSTEMS OF PRIMARY SOIL TILLAGE IN THE FOREST-STEPPE OF THE CENTRE OF RUSSIA

Savenkov V. P.

Lipetsk Research Institute of Rape Seeds - branch of the Federal State Budget Scientific Institution of the Federal Scientific Center "All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoi" 398037, Lipetsk, Boevoy proezd st., 26. Tel.: 8 903 643 6975, e-mail: lena-kuzmina07@mail.ru

Key words: crop rotation, soybean, methods and systems of primary tillage, content of mineral nitrogen in soil, mobile phosphorus, exchangeable potassium.

In order to increase soybean yield, methods and systems of primary tillage are of vital importance, their usage doesn't only allow to improve many soil properties and phytosanitary state of crops, but it also improves mineral nutrition conditions. The influence of various methods and systems of autumn tillage on the content in the layers of 0-20 and 20-40 cm of available forms of nitrogen, phosphorus and potassium in the forest-steppe conditions of the Central Federal District of Russia was studied on soybean crops in a stationary field experiment in the years of the first rotation (2015-2018) of crop rotation (soybean, winter wheat, spring rapeseed and barley). The soil type of the experimental plot is leached heavy loamy black soil. The name of the studied four systems of the main tillage was contingent: plowing, deep subsurface loosening, shallow and surface tillage were carried out directly for soybeans. On average, over the years of the first rotation, the studied methods and systems of the main tillage had an unequal effect on the conditions of the mineral nutrition of soybeans in the phase of 2-3 trifoliolate leaves. It was revealed that in case of plowing and the moldboard-surface tillage, the supply of mineral nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium in the analyzed layers did not differ significantly. In case of usage of non-moldboard methods in soybean cultivation and the systems of autumn tillage, the content of available forms of nitrogen, phosphorus and potassium increased in the upper soil layer of 0-20 cm, and decreased in the layer of 20-40 cm.

Bibliography:

1. Golovina, E. V. Production process and adaptive reactions to abiotic factors of soybean varieties of the northern ecotype in the conditions of the Central Black Soil region of the Russian Federation: monograph / E. V. Golovina, V. I. Zotikov. - Orel: Kartush, 2019. - 320 p.
2. Loshakov, V. G. Crop rotation and soil fertility / V. G. Loshakov. - Moscow: All-Russian Research Institute of Automation, 2012. - 512 p.
3. Nagorny, V. D. Biology and agrotechniques of soybeans: monograph / V. D. Nagorny, M. U. Lyashko. - Moscow: Biblio-Globus, 2018. - 418 p.
4. Soybean of the northern ecotype in intensive farming: monograph / V. E. Torikov, S. A. Belchenko, A. V. Dronov, I. Ya. Moiseenko, O. A. Zaitseva. - Bryansk: Bryansk State Agrarian University, 2019. - 284 p.
5. Ustyuzhanin, A.P. Development strategy of the soybean complex in Russia / A.P. Ustyuzhanin // Agriculture. - 2010. - № 3. - P. 3-6.
6. Chekmarev, P. A. Results of implementation of the program of biologization of agriculture in Belgorod region / P. A. Chekmarev, S. V. Lukin // Agriculture. - 2014. - № 8. - P. 3-6.
7. Bushnev, A.S. Influence of tillage on soil agrophysical properties, weediness of crops and soybean yield on leached black soil of Western Ciscaucasia / A.S. Bushnev // Oil cultures. - 2016. - № 3 (167). - P. 39-47.
8. Kruglikov, A. Yu. Methods of tillage and fertilizers for soybeans cultivated in grain-row crop rotation of the Central Black Soil region: spec. 06.01.01: abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences / A. Yu. Kruglikov; Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov. - Kursk, 2012. - 21 p.
9. Shabalkin, A. V. Efficiency of soybean cultivation depending on primary tillage, mineral fertilizers and herbicides / A. V. Shabalkin, V. A. Vorontsov, Yu. P. Skorochkin // Oil cultures. - 2020. - № 2 (182). - P. 70-75.
10. Mineev, V.G. Biological agriculture and mineral fertilizers / V.G. Mineev, B. Debretsen, T. Mazur. - M.: Kolos, 1993. - 415 p.
11. Derzhavin, L.M. Application of mineral fertilizers in intensive agriculture: monograph / L. M. Derzhavin. - Moscow: Kolos, 1992. - 270 p.
12. Soybean in Russia: monograph / V. A. Fedotov, S. V. Goncharov, O. V. Stolyarov [and others]. - Moscow: Agroliga of Russia, 2013. - 432 p.
13. Adaptive-landscape systems of agriculture in Voronezh region: monograph / A. L. Ivanov, A. A. Zavalin, A. A. Spivakov [and others]; edited by A. V. Gordeev. - Voronezh: Quarta, 2013. - 446 p.
14. Vislobokova, L.N. Influence of basic tillage of typical black soil on crop yield of crop rotation / L.N. Vislobokova, V.A. Vorontsov, Yu. P. Skorochkin // Agriculture. - 2020. - № 1. - P. 38-40.
15. Garmashov, V. M. Principles and methods for improvement of main soil tillage and fertility reproduction of common lack soil in grain-rowed crop rotations of the Central Black Soil Region: spec. 06.01.01: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences / Garmashov Vladimir Mikhailovich; All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A. L. Mazlumova. - Ramon, 2018. - 42 p.
16. Kiryushin, V.I. The problem of soil tillage minimization: development prospects and research tasks / V.I. Kiryushin // Agriculture. - 2013. - № 7. - P. 3-6.
17. Sdobnikov, S. S. To plow or not to plow / S. S. Sdobnikov. - Moscow: Russian Agricultural Academy, 2000. - 296 p.