

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-134-144>



УДК 633.11”324”:631.582:631.4

© 2021

Поступила 10.09.2021

Received 10.09.2021

Принята в печать 04.10.2021

Accepted 04.10.2021

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВЕНА СЕВООБОРОТА «СОЯ – ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА» И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Казбек Х. Хатков¹, Нурбий И. Мамсиров^{2*}, Армен А. Макаров³

¹ ФГБНУ «Адыгейский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»;
ул. Ленина, д. 48, п. Подгорный, г. Майкоп, 385064, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»;
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

³ ФГБУ «Станция агрохимической службы «Прикумская»; территория Буденновск-3,
район Буденновский, Ставропольский край, 356803, Российская Федерация

Аннотация. Севооборот – это системное решение одной из основных задач ведения сельскохозяйственного производства: рациональное использование земельных угодий с учетом их возможно эффективной плодородности, биологического потенциала культурных растений и имеющихся внешних и внутренних ресурсов (тепло, климат, удобрения, сельскохозяйственная техника и агрохимикаты) с целью ведения наиболее экономически эффективного управления, которое возможно при получении стабильно высоких урожаев, с последовательным воспроизводством почвенного плодородия и охраной внешней среды. И как следствие, севооборот в этом случае выступает в качестве основы современных зональных адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Он определяет большинство других систем: обработка почвы и защита от эрозионных процессов, система удобрений и защиты растений, семеноводство и сортомена, орошение и осушение земель, технические системы, организация труда и т.д. В данной статье рассматриваются актуальные вопросы по установлению экономической эффективности звена севооборота «соя – озимая пшеница» на слитых выщелоченных черноземах и ее влияние на свойства почвы в условиях южно-предгорной зоны Западного Предкавказья. В результате исследования проведена всесторонняя оценка продуктивности звена севооборота «соя – озимая пшеница» и определено ее положительное действие на агрофизические и агрохимические свойства слитых черноземов. Установлено, что для получения высококлассных семян сои сорта Ментор с соответствующими качествами по предшественнику «озимая пшеница» в предгорной зоне Адыгеи необходимо применение ранних сроков сева при норме высева семян 0,6 млн шт./га и ширине междурядий 15 и 30 см. Для достижения высокого уровня производственной рентабельности озимую пшеницу сорта Алексеич необходимо размещать по предшественнику «соя» на фоне поверхностной обработки почвы (10–12 см). При этом предлагается внесение

минеральных удобрений в норме 200 кг/га в виде сульфоаммофоса $N_{20}P_{20}S_8$, с обязательной двукратной весенней подкормкой по 150 кг/га аммиачной селитрой $N_{51}+N_{51}$.

Ключевые слова: соя, пшеница озимая, звено севооборота, норма высева, сроки посева, способы посева, отвальная вспашка, поверхностная обработка, структура почвы, урожайность, сбор кормовых единиц, экономическая эффективность

Для цитирования: Хатков К.Х., Мамсиров Н.И., Макаров А.А. Оценка эффективности звена севооборота «soя – озимая пшеница» и ее влияние на свойства почвы // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 134-144. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-134-144>

ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF THE «SOY – WINTER WHEAT» CROP ROTATION LINK AND ITS INFLUENCE ON SOIL PROPERTIES

Kazbek Kh. Khatkov¹, Nurbiy I. Mamsirov² *, Armen A. Makarov³

¹ FSBSI «Adyge Scientific Research Institute of Agriculture»;
48 Lenina str., Podgorny settl., Maykop, 385064, the Russian Federation

² FSBEI HE «Maykop State Technological University»;
191 Pervomayskaya str., Maykop, 385000, the Russian Federation

³ FSBI «Prikumskaya Station of Agrochemical Service»; Budenkovsk-3 territory,
the Budenkovsky district, the Stavropol Territory, 356803, the Russian Federation

Abstract. Crop rotation is a systematic solution to one of the main tasks of agricultural production: rational land management, taking into account their possible effective fertility, biological potential of cultivated plants and available external and internal resources (heat, climate, fertilizers, agricultural machinery and agrochemicals) in order to maintain the most economically efficient management, which is possible with consistently high yields, with consistent reproduction of soil fertility and protection of the external environment. And as a consequence, crop rotation in this case acts as the basis of modern zonal adaptive landscape farming systems. It defines most other systems: soil cultivation and protection from erosion processes, fertilization and plant protection systems, seed production and variety change, irrigation and drainage of lands, technical systems, labor organization, etc. crop rotation «soybean-winter wheat» on merged leached chernozems and its effect on soil properties in the southern foothill zone of the Western Ciscaucasia. As a result of the study, a comprehensive assessment of the productivity of the «soybean-winter wheat» link in the crop rotation has been carried out and its positive effect on agrophysical and agrochemical properties of merged chernozems determined. It has been established that in order to obtain high-quality soybean seeds of the Mentor variety with the corresponding qualities of «the winter wheat» predecessor in the foothill zone of Adygea, it is necessary to use early sevarian conditions at a seeding rate of 0,6 million pieces/ha and a row spacing of 15 and 30 cm. To achieve a high level of production profitability, winter wheat of the Alekseich variety should be placed according to the «soybeans» predecessor against the background of surface tillage (10–12 cm). At the same time, it is proposed to apply mineral fertilizers at a rate of 200 kg/ha in the form of sulfoammophos $N_{20}P_{20}S_8$, with obligatory double spring feeding of 150 kg/ha with ammonium nitrate $N_{51}+N_{51}$.

Keywords: soybeans, winter wheat, crop rotation link, seeding rate, sowing time, sowing methods, moldboard plowing, surface tillage, soil structure, yield, collection of feed units, economic efficiency

For citation: Khatkov K.Kh., Mamsirov N.I., Makarov A.A. Estimation of the efficiency of the «soy – winter wheat» crop rotation link and its influence on soil properties. New technologies. 2021; 17(5):134-144. (In Russ). <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-134-144>

Введение. Севооборот играет весьма важную роль в формировании стабильно высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Он способен обеспечивать максимально эффективное использование почвенно-климатических ресурсов, способен поддерживать и повышать плодородие почвы, успешно бороться с сорняками, вредителями и болезнями в посевах полевых культур, а также обеспечивать высокий уровень урожайности и экономической эффективности сельскохозяйственного производства [3; 8].

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства культура сои во многих хозяйствах уже стала основной бобовой культурой в севообороте, вытеснив даже виды гороха. Грамотно выстроенная агротехнология возделывания сои способствует накоплению в почве биологического азота, что оказывает длительное пролонгированное действие на последующие культуры севооборота. Таким образом, его эффективность можно проследить как в течение первого года выращивания, так и в течение нескольких последующих лет [9].

Севообороты короткой ротации, такие как «соя – озимая пшеница» могут являться легкими и удобными для применения в современных технологиях возделывания полевых культур в связи с тем, что в них не требуется внушительный набор сельскохозяйственной техники и машин, а на легких и средних по механическому составу почвах вполне даже возможен и полный отказ от отвальной вспашки [1; 2; 4; 5]. Немаловажно, что такие пшенично-соевые севообороты могут быть оптимальными и приемлемыми для хозяйств с небольшой площадью пахотных земель – в пределах 500–1000 га [2].

Методика и агротехника исследования. В течение 2019–2021 гг. на слитых выщелоченных черноземах ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ» проводились исследования по установлению продуктивных качеств полевых культур – сорт озимой пшеницы Алексеич и сорт сои

Ментор в звене севооборота и доли их влияния на агрофизические и агрохимические свойства слитых черноземов.

Озимая пшеница сорта Алексеич была высеяна в оптимальный для предгорной зоны срок (первая декада октября) при норме высева семян 4,0 млн шт./га зерновой сеялкой СЗ-5,4. Под предпосевную культивацию разбрасывателем минеральных удобрений UNIA 1000 вносились минеральные удобрения в норме 200 кг/га в виде сульфоаммофоса $N_{20}P_{20}S_{8}$, весной провели двукратную подкормку по 150 кг/га аммиачной селитрой $N_{51}+N_{51}$. Предшественник – соя. Агротехника возделывания озимой пшеницы – общепринятая для зоны. В условиях опыта она размещалась по мелкой вспашке (20–22 см) и по поверхностной обработке (10–12 см).

Схема эксперимента по изучению элементов агротехники сои включала следующие варианты: а) по фактору А (ширина междурядий): 15 см; 30 см; 45 см; 70 см; б) по фактору В – норма высева, штук всхожих семян на 1 гектар: 1,0 млн; 0,8 млн; 0,6 млн; 0,4 млн; 0,2 млн. Для определения оптимальных сроков посева сои в опыте изучались разные сроки: 5 мая (ранний), 15 мая (средний), 25 мая (поздний).

Опытные делянки размещались систематически в 3-кратной повторности. Площадь одной учетной делянки 50,4 м². Предшественник для сои – пшеница озимая. Основная почвенная обработка при закладке полевых экспериментов заключалась в отвальной вспашке на глубину 22–24 см. Подготовка почвы перед посевом включала в себя ранневесеннее боронование боронами со средним зубом в двух дорожках и предпосевную обработку агрегатом КПП-6. На вариантах, предусматривающих средний и поздний сроки посева дополнительно были проведены одна и две культивации соответственно. Посев на ширину 15 и 30 см проводили с использованием сеялки СЗ-5,4, а при посеве сои с шириной междурядий 45 и 70 см использовалась сеялка MASCAR

FUTURA 12×45 и 8×70. Установка сеялки на заданную норму высева осуществлялась по схеме эксперимента отдельно для каждого варианта. Для прикатывания посевов сои применялись кольчато-шпоровые катки ЗКШ-6, с проведением данного приема непосредственно вслед за посевом. По мере появления сорняков в вариантах с шириной междурядий 45 и 70 см обработки между рядами растений сои проводились культиваторами КРН-4,2.

Результаты исследования. Обеспечение оптимальной густоты стояния растений – одна из основных задач в агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур, в частности пшеницы озимой и сои. От данного показателя во многом зависит эффективное и рациональное использование культурными растениями продуктивной влаги, элементов минерального питания, энергии солнечного света и т.д. [3; 6]. Общеизвестно, что параметры густоты стояния культурных растений в агротехнологиях определяются величиной нормы высева семян. Однако оптимальное размещение и распределение растений по посевной площади зависит от выбранного способа посева [10]. В условиях опыта лабораторное определение качества семян позволило выявить достаточно высокую (96,0%) всхожесть семян сои, с учетом чего и были осуществлены некоторые поправки к существующим нормам высева семян для достижения оптимальной густоты стояния. Результаты исследования выявили, что на всех опытных вариантах полевая всхожесть была довольно высокой, что обеспечило сохранность растений к уборке не менее 80%.

В результате исследования было установлено, что жизнеспособность растений с максимальными значениями в пределах 91–93% может расти при условии снижения нормы высева с 1,0 до 0,6 млн шт./га, при посеве с междурядьями 15 см. Дальнейшее снижение нормы высева ведет к снижению процента сохранившихся

растений в посевах, и аналогичная тенденция сохраняется в вариантах с широкорядными способами посева сои. При сравнении крайних вариантов выявлено, что процент сохранности растений к уборке оказался выше при посеве с нормой 0,2 млн шт./га, чем с нормой высева 1,0 млн шт./га. Очевидно, что оптимальное размещение растений по площади (0,6 млн шт./га) и особенно при рядовом способе посева способствует наибольшей сохранности растений в посевах.

Ранние сроки посева обеспечивают лучшую сохранность растений сои, однако увеличение ширины междурядий ведет к снижению количества сохранившихся растений, что, вероятнее всего, связано с гибелью определенной части растений при междурядных обработках. В поздние сроки посева при увеличении ширины междурядий отмечается снижение числа сохранившихся к моменту уборки растений. Доля влияния плотности стеблестоя в посевах, особенно при рядовом способе, на процент сохранности растений демонстрирует нелинейный характер: снижение нормы высева с 1,0 до 0,2 млн шт./га вначале способствует определенному увеличению (до 0,6–0,4 млн. шт./га), затем снижению сохранности растений в посевах.

Для определения возможного влияния изучаемых в опыте трех факторов на засоренность посевов количество сорняков на 1 м² определяли в два срока: в фазу ветвления и в фазу полной спелости семян. Установлено, что в посевах сои число сорняков достигало до 102 шт./м² на варианте с междурядьями 15 см при ранних сроках сева и нормой высева семян 0,2 млн шт./га. Засоренность посевов также имела зависимость и от ширины междурядий, с увеличением которой наблюдался небольшой рост числа сорняков на единице площади посева сои. В вариантах с междурядьями 45 и 70 см за счет обработок междурядий число сорняков уменьшалось к фазе полной спелости зерна. Существует четкая закономерная

зависимость между засоренностью посевов сои и нормой высева семян [4]. Следует также отметить, что эта закономерность сохранялась и для вариантов с широкорядными посевами, где обрабатывались междурядья.

В опыте не отмечена определенная зависимость состава сорняков от изучаемых факторов, однако преобладающими видами сорной растительности в посевах сои были вьюнок полевой, виды щетинника, щирица запрокинутая, марь белая, подмаренник цепкий и др. В агрофитоценозе озимой пшеницы сорта Алексеич наиболее распространены были василек синий, звездочка средняя, подмаренник цепкий, вероника плющелистная, воробейник полевой, пикульник обыкновенный, амброзия полыннолистная, щетинники сизый и зеленый, щирица запрокинутая.

Совершенствование мер борьбы с сорняками в посевах озимой пшеницы обуславливает необходимость более детального изучения потенциальной засоренности почвы семенами сорняков и влияния на нее предшествующих культур и систем основной обработки почвы. Для этого запас семян сорняков в почве определяли по вспашке и поверхностной обработке почвы. Минимальное число семян сорных растений отмечено при возделывании озимой пшеницы по отвальной обработке почвы по слоям: 0–10 см – 49,6; 10–20 см – 75,9; 20–30 см – 61,3 и 0–30 см – 184,4 млн шт./га, по поверхностной обработке – 126,3; 106,2; 72,8; и 305,3 соответственно.

Одним из основных показателей продуктивности любой сельскохозяйственной культуры служит динамика накопления биомассы в течение всего периода вегетации [2; 11]. В условиях эксперимента к моменту сбора урожая сухая масса с одного соевого растения варьировала по опытным вариантам от 9,09 до 18,45 г. Анализ темпов накопления сухой массы растениями сои на один гектар посевов показал, что за счет большего числа растений в вариантах с высокой нормой

высева общая биомасса растений на единицу площади была выше. Установлено, что показатели, полученные в варианте с нормой высева семян 0,4 млн шт./га и особенно в варианте 0,2 млн. шт./га, значительно уступали вариантам опыта с нормой 0,6; 0,8 и 1,0 млн шт./га.

Несомненно, что одним из основных показателей, который может охарактеризовать биологическую продуктивность любой полевой культуры, является количество накопленного корневой системой растения органического вещества в течение всего периода вегетации [7]. Также хорошо известно, что плодородие почвы во многом зависит от количества и общей массы корней растений. В связи с этим, наряду с определением надземной биологической массы растения в опыте учитывалась также и сухая корневая масса. По величине массы корней растений в посевах сои небольшое преимущество наблюдалось в варианте с междурядьем 15 см, за исключением варианта с нормой высева семян 1,0 млн шт./га при широкорядном (45 см) способе посева. При посеве сои рядовым способом с нормой высева 0,8 млн шт./га обеспечивается максимальное накопление корневой массы на гектар посева сои. На посевах, высеянных широкорядными способами, по мере снижения нормы высева отмечается естественная убыль корневой массы. Хотя в целом показатели количества подземной биомассы на одно растение при разной норме высева в основном выровнены, и в частности это особенно заметно при посеве в средние и поздние сроки. Наилучшие условия для максимального накопления биомассы корней создаются при размещении рядков широкорядно в ранний срок с нормой высева 1,0 млн шт./га и с рядовым размещением в тот же срок посева, но с нормой 0,8 млн шт./га семян.

Важнейшее значение для оптимального роста и развития сельскохозяйственных культур имеют агрофизические свойства почвы, отчасти определяющиеся их взаимовлиянием (почва – растение),

например, агрегатно-структурное состояние почвы в значительной степени определяется деятельностью корневой системы растений [5; 8; 10]. Для установления доли ее влияния на этот показатель отбирались образцы почвы на вариантах с нормами высева семян 1,0; 0,6 и 0,2 млн шт./га при рядовом размещении посевов (15 см) и с междурядьями 45 см. В результате анализа полученных данных установлен факт существенного влияния норм и способов посева на агрегатно-структурный состав почвы. В сравнении с более загущенными или же изреженными посевами сои вариант с междурядьем 15 см при норме высева семян 0,6 млн шт./га выделился оптимальной оструктуренностью почвы, что, видимо, связано с формированием максимально возможной в пределах опыта биомассы корней за счет оптимизации густоты стеблестоя в посевах. Следует отметить, что в отличие от междурядий в рядках посевов, высеянных широкорядно, обнаружены наиболее высокие параметры агрегатно-структурного состояния почвы как по содержанию агрономически ценных фракций, так и по коэффициенту оструктуренности. Из этого следует, что проведение междурядных обработок содействует разрушению почвенных агрегатов, и такая закономерность относится к наиболее ценным структурным агрегатам размером 0,5–1,0 мм.

Результаты исследования и анализ основных элементов структуры урожая, отраженные в таблице 1, наглядно показывают, что изученные приемы агротехники оказывают значительное влияние на элементы структуры урожая и в итоге на величину урожайности зерна сои. Так, во всех вариантах опыта показатели элементов структуры урожая имели довольно высокие значения (по числу бобов на одном растении – от 8,2 до 36,8 шт.; по числу семян – от 7,3 до 37,9 шт.; по массе 1000 семян – от 112 до 176 г).

Оказалось, что варианты раннего срока сева характеризовались лучшими

показателями структуры урожая при постепенном закономерном их снижении на посевах среднего и позднего сроков. Что касается массы семян с одного растения, то существенных отличий в вариантах с нормой высева 1,0 и 0,8 млн шт./га по изучаемым срокам посева не было установлено. Однако применение заниженных норм высева в эксперименте привело к значительному увеличению значений этого показателя.

Осадки за период с мая по сентябрь в количестве 385,3 мм способствовали высокой семенной продуктивности сои, которая варьировала в широких пределах в зависимости от параметров эксперимента – от 1,08 до 3,68 т/га. Перенос сроков посева на середину и конец мая сопровождался постепенным снижением урожайности сои. При более поздних сроках посева почва пересыхала, что приводило к ослаблению процессов роста растений. Относительно урожайности зерна озимой пшеницы сорта Алексеич результаты исследований свидетельствуют, что максимальные показатели достигнуты в варианте со вспашкой на глубину 20–22 см – 5,24 т/га, при натуре зерна 773 г/л, стекловидности 52,3% и содержанию клейковины 26,6%. Максимальная урожайность зерна по поверхностной обработке на глубину 10–12 см – 4,87 ц/га, при натуре зерна 734 г/л, стекловидности 55,7% и содержанию клейковины 26,5%.

Оценка продуктивности звена севооборота «soя – озимая пшеница» показала, что при максимальных уровнях урожайности зерна сои (3,68 т/га) и озимой пшеницы (5,24 т/га) выход кормовых единиц составил 4,93/6,24 т/га при средней продуктивности звена севооборота – 5,58 т/га кормовых единиц.

Оценка экономической эффективности (табл. 2) звена севооборота «soя – озимая пшеница» при сравнении полученных результатов в вариантах опыта позволила установить, что максимальный условно чистый доход с одного гектара получен при раннем сроке посева сои.

Таблица 1

Влияние изучаемых факторов на структуру урожая и урожайность сои сорта Мензор (2019-2021 гг.)

Table 1

Influence of the studied factors on the yield structure and the Mentor variety soybeans yield (2019-2021)

| Ширина междурядья, см | Норма высева, млн шт./га | Элемент структуры урожая по первому сроку посева (5 мая) | | | | | | Элемент структуры урожая по второму сроку посева (15 мая) | | | | | | Элемент структуры урожая по третьему сроку посева (25 мая) | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------|------|------|------|
| | | число растений на 1 м ² , шт. | количество стеблей на 1 растение, шт. | количество бобов на 1 растение, шт. | количество семян с 1 растения, шт. | масса семян 1 растения, г | урожайность, т/га | число растений на 1 м ² , шт. | количество стеблей на 1 растение, шт. | количество бобов на 1 растение, шт. | количество семян с 1 растения, шт. | масса семян 1 растения, г | урожайность, т/га | число растений на 1 м ² , шт. | количество стеблей на 1 растение, шт. | количество бобов на 1 растение, шт. | количество семян с 1 растения, шт. | масса семян 1 растения, г | урожайность, т/га | | | |
| 15 | 1,0 | 89 | 2,1 | 8,2 | 8,2 | 2,11 | 157 | 1,88 | 1,7 | 8,4 | 8,4 | 1,99 | 136 | 1,73 | 85 | 1,7 | 7,9 | 7,9 | 1,84 | 115 | 1,56 | |
| | 0,8 | 71 | 2,8 | 12,5 | 12,5 | 3,28 | 167 | 2,33 | 1,9 | 13,6 | 13,6 | 3,31 | 144 | 2,32 | 69 | 1,8 | 12,0 | 12,0 | 2,81 | 123 | 1,94 | |
| | 0,6 | 56 | 3,0 | 23,1 | 24,2 | 6,57 | 172 | 3,68 | 2,2 | 19,5 | 20,5 | 5,29 | 159 | 2,96 | 55 | 2,1 | 15,2 | 16,5 | 4,16 | 138 | 2,29 | |
| | 0,4 | 37 | 3,4 | 23,4 | 27,6 | 7,62 | 174 | 2,82 | 2,6 | 22,6 | 24,4 | 6,32 | 158 | 2,34 | 36 | 1,9 | 20,4 | 23,1 | 5,86 | 137 | 2,11 | |
| | 0,2 | 18 | 3,3 | 23,1 | 25,4 | 7,11 | 179 | 1,28 | 18 | 2,2 | 20,1 | 23,6 | 6,22 | 164 | 1,12 | 17 | 2,0 | 23,1 | 25,0 | 6,35 | 143 | 1,08 |
| | 1,0 | 85 | 2,0 | 8,1 | 8,1 | 2,04 | 149 | 1,73 | 84 | 1,7 | 8,7 | 8,7 | 1,96 | 125 | 1,65 | 82 | 1,7 | 8,98 | 8,9 | 1,95 | 104 | 1,60 |
| 30 | 0,8 | 70 | 2,4 | 12,6 | 12,6 | 3,14 | 160 | 2,20 | 1,8 | 12,9 | 12,9 | 3,01 | 134 | 2,08 | 67 | 1,8 | 11,7 | 11,7 | 2,66 | 113 | 1,78 | |
| | 0,6 | 53 | 2,9 | 19,4 | 21,0 | 5,87 | 171 | 3,11 | 2,3 | 18,0 | 20,4 | 4,96 | 143 | 2,63 | 52 | 1,9 | 16,0 | 17,3 | 4,12 | 122 | 2,14 | |
| | 0,4 | 36 | 2,9 | 18,6 | 22,0 | 6,42 | 178 | 2,31 | 35 | 2,6 | 21,3 | 24,4 | 6,23 | 156 | 2,18 | 34 | 1,9 | 9,8 | 11,5 | 5,88 | 135 | 2,00 |
| | 0,2 | 17 | 3,3 | 24,6 | 28,6 | 8,23 | 185 | 1,40 | 17 | 2,6 | 21,6 | 27,5 | 7,06 | 159 | 1,20 | 17 | 1,9 | 23,2 | 26,1 | 6,53 | 138 | 1,11 |
| | 1,0 | 84 | 1,7 | 8,5 | 8,5 | 2,08 | 144 | 1,75 | 85 | 1,6 | 8,5 | 8,5 | 1,87 | 119 | 1,59 | 83 | 1,7 | 8,5 | 8,5 | 1,78 | 198 | 1,48 |
| | 0,8 | 68 | 2,2 | 13,6 | 13,6 | 3,23 | 156 | 2,26 | 68 | 1,9 | 12,3 | 12,3 | 2,84 | 130 | 1,93 | 67 | 1,9 | 12,0 | 12,0 | 2,70 | 119 | 1,81 |
| 45 | 0,6 | 52 | 2,5 | 20,3 | 20,3 | 5,63 | 176 | 2,93 | 52 | 2,3 | 17,1 | 18,0 | 4,44 | 147 | 2,31 | 51 | 1,8 | 14,9 | 16,3 | 3,82 | 126 | 1,95 |
| | 0,4 | 35 | 2,8 | 25,7 | 28,1 | 7,89 | 182 | 2,76 | 34 | 2,6 | 17,2 | 14,5 | 6,29 | 157 | 2,14 | 34 | 1,9 | 16,6 | 18,4 | 5,56 | 136 | 1,89 |
| | 0,2 | 17 | 3,3 | 37,0 | 38,3 | 10,88 | 181 | 1,85 | 17 | 2,7 | 21,4 | 31,1 | 8,06 | 160 | 1,37 | 17 | 1,9 | 24,5 | 26,7 | 7,12 | 139 | 1,21 |
| | 1,0 | 81 | 1,8 | 7,7 | 7,7 | 1,86 | 140 | 1,51 | 82 | 1,6 | 8,0 | 8,0 | 1,73 | 116 | 1,42 | 80 | 1,6 | 8,1 | 8,1 | 1,71 | 195 | 1,37 |
| | 0,8 | 67 | 2,4 | 10,8 | 10,8 | 2,72 | 151 | 1,82 | 66 | 1,7 | 11,6 | 11,6 | 2,59 | 126 | 1,71 | 65 | 1,8 | 10,9 | 10,9 | 2,71 | 105 | 1,76 |
| | 0,6 | 52 | 2,5 | 16,7 | 17,8 | 4,73 | 166 | 2,46 | 50 | 2,1 | 13,0 | 15,8 | 3,78 | 141 | 1,82 | 50 | 1,9 | 15,1 | 16,2 | 3,54 | 120 | 1,77 |
| 70 | 0,4 | 35 | 2,7 | 20,2 | 22,9 | 6,31 | 180 | 2,21 | 34 | 2,2 | 14,7 | 20,4 | 5,24 | 157 | 1,78 | 33 | 2,0 | 17,2 | 19,3 | 5,12 | 136 | 1,69 |
| | 0,2 | 17 | 3,2 | 30,1 | 33,6 | 9,35 | 178 | 1,59 | 17 | 2,5 | 24,9 | 30,1 | 7,82 | 160 | 1,33 | 16 | 2,1 | 20,4 | 25,8 | 6,75 | 139 | 1,08 |

Запаздывание с посевом или же небольшое смещение оптимальных сроков посева на середину или к третьей декаде мая приводит к весьма существенному понижению этого показателя. Это, в первую очередь, связано со снижением урожая

семян сои и увеличением производственных затрат на дополнительные агротехнические мероприятия.

Значение показателя условного чистого дохода имеет существенную зависимость от плотности стеблестоя в

Таблица 2

**Экономическая оценка возделывания сои сорта Ментор
 и озимой пшеницы сорта Алексеич в звене севооборота, 2019–2021 гг.
 (данные по сое рассчитаны по лучшему сроку сева – 5 мая, ранний)**

Table 2

**Economic assessment of the cultivation of Mentor soybeans
 and Alekseich winter wheat in the crop rotation link, 2019–2021
 (data on soybeans are calculated according to the best sowing date – May 5, early one)**

| срок посева | Вариант | | Урожайность, т/га | Стоимость урожая с 1 га, тыс. руб. | Производственные затраты, тыс. руб./га | Чистый доход с 1 га, тыс. руб. | Рентабельность, % |
|---|--------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|--|--------------------------------|-------------------|
| | норма высева, млн шт./га | ширина междурядья, см | | | | | |
| <i>соя</i> | | | | | | | |
| Ранний | 1,0 | 15 | 1,88 | 56,4 | 35,5 | 20,5 | 68,5 |
| | | 30 | 1,73 | 51,9 | 32,7 | 19,2 | 58,7 |
| | | 45 | 1,75 | 52,5 | 33,6 | 18,9 | 56,2 |
| | | 70 | 1,51 | 45,3 | 29,8 | 15,5 | 52,0 |
| | 0,8 | 15 | 2,33 | 69,9 | 42,6 | 27,3 | 64,1 |
| | | 30 | 2,20 | 66,0 | 40,2 | 25,8 | 64,2 |
| | | 45 | 2,26 | 67,8 | 42,1 | 25,7 | 61,0 |
| | | 70 | 1,82 | 54,6 | 34,5 | 20,1 | 58,3 |
| | 0,6 | 15 | 3,68 | 108,9 | 61,7 | 47,2 | 76,5 |
| | | 30 | 3,11 | 93,3 | 55,8 | 37,5 | 67,2 |
| | | 45 | 2,93 | 87,9 | 53,7 | 34,2 | 63,7 |
| | | 70 | 2,46 | 73,8 | 45,9 | 27,9 | 60,8 |
| | 0,4 | 15 | 2,82 | 84,6 | 49,9 | 34,7 | 69,5 |
| | | 30 | 2,31 | 69,3 | 41,8 | 27,5 | 65,8 |
| | | 45 | 2,76 | 82,8 | 51,6 | 28,2 | 54,7 |
| | | 70 | 2,21 | 66,3 | 41,4 | 24,9 | 60,1 |
| | 0,2 | 15 | 1,28 | 38,4 | 24,0 | 14,4 | 60,0 |
| | | 30 | 1,40 | 42,0 | 25,5 | 16,5 | 64,7 |
| | | 45 | 1,85 | 55,5 | 35,2 | 20,3 | 57,7 |
| | | 70 | 1,59 | 47,7 | 30,7 | 17,0 | 55,4 |
| <i>озимая пшеница</i> | | | | | | | |
| вспашка на глубину 20–22 см | | | 5,24 | 68,1 | 41,8 | 26,3 | 62,9 |
| поверхностная обработка на глубину 10–12 см | | | 4,87 | 63,3 | 37,1 | 26,2 | 70,6 |

посевах, определяемой нормой высева. Таким образом, снижение нормы высева с 1,0 до 0,6 млн шт./га привело к увеличению чистой прибыли. Дальнейшее снижение нормы высева до 0,2 млн шт./га, наоборот, приводит к снижению этого показателя. Аналогичная закономерность была отмечена для всех изученных сроков посева. Расчеты показали четко выраженную обратную зависимость чистой прибыли от ширины между рядами в посевах. Увеличение ширины междурядий с 15 до 70 см приводит к снижению чистой прибыли. Единственным исключением в этом отношении являются варианты с нормой высева 0,2 млн шт./га, где уровень урожая сои не сильно зависит от способа посева из-за их сильной разреженности.

Оценка экономической эффективности возделывания сои сорта Ментор в условиях опыта показала, что при формировании максимальной урожайности зерна в пределах 3,68 т/га наиболее рентабельным (76,5%) вариантом из всех изученных способов посева оказался рядовой (с междурядьями 15 см) и высеянный в ранний срок (5 мая) с нормой высева 0,6 млн шт./га семян. При посеве сои с нормой 1,0 млн шт./га наибольшая урожайность (1,88 т/га) была сформирована также при рядовом способе (15 см), где максимальный уровень рентабельности достигал 68,5%. В целом по опыту наименьшая урожайность (1,28–1,85 т/га) отмечалась при минимальной норме высева 0,2 млн шт./га, где уровень производственной рентабельности составил 55,4–64,7%. Максимальный уровень урожайности зерна (5,25 т/га) озимой пшеницы сорта Алексеич в условиях данного опыта был сформирован на фоне вспашки (20–22 см), где уровень производственной рентабельности достигал 62,9%. По поверхностной почвенной

обработке (10–12 см) максимальная урожайность зерна озимой пшеницы была достигнута на уровне 4,87 т/га с рентабельностью 70,6%.

Заключение. Соя является адаптивной зерновой культурой для предгорной зоны Республики Адыгея, что позволяет значительно увеличить производство растительного белка. Исследования, проведенные на слитых выщелоченных черноземах, позволили установить, что посев сои в ранний срок рядовым способом с междурядьями 15 см способствует получению полноценных и выполненных семян уже в начале сентября. Оптимальной для роста растений в ранний и средний сроки посева является норма 0,6 млн шт./га, в поздние сроки – 0,6 и 0,4 млн шт./га. При рядовом способе посева с нормой высева 0,6–0,4 млн шт./га обеспечиваются оптимальные условия для повышения сохранности растений. Увеличение засоренности посевов обусловлено снижением плотности стеблестоя в посевах с 1,0 до 0,2 млн шт./га. При раннем сроке широкорядный способ посева с нормой 1,0 млн шт./га обеспечивает максимальное количество накопленной корневой биомассы сои. При раннем посеве снижение нормы высева с 1,0 до 0,6 млн шт./га ведет к повышению урожайности семян сои во всех вариантах способов посева. Дальнейшее сокращение нормы высева до 0,2 млн шт./га ведет к снижению урожайности культуры. Наибольшая экономическая эффективность от возделывания сои достигнута при посеве в ранний срок рядовым способом посева с междурядьем 15 см и нормой высева 0,6 млн шт./га.

В целом, звено севооборота «соя – озимая пшеница» способно сформировать высокие урожаи данных культур и обеспечить получение максимального выхода кормовых единиц в средних пределах 5,58 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бушнев А.С. Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность звена зернопропашного севооборота «рапс озимый – пшеница озимая» // Масличные культуры. 2011. № 1 (146–147). С. 77–82.

2. Горковенко Л.Г., Ригер А.Н. Возделывание сои и озимой пшеницы в специализированном севообороте по производству фуражного зерна // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2012. Т. 1, № 1. С. 80–86.
3. Кишев А.Ю., Мамсиров Н.И. Резервы пшеничного поля // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию образования Майкопского государственного технологического университета. Майкоп, 2018. С. 57–61.
4. Мамиев Д.М., Тедеева А.А., Тедеева В.В. Фитоценотическая роль культур в севообороте // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 70–1. С. 102–105.
5. Мамсиров Н.И., Хатков К.Х., Макаров А.А. Влияние способов основной обработки почвы на продуктивность различных звеньев зернопропашного севооборота // Новые технологии. 2020. Т. 15, № 4. С. 103–109.
6. Мамсиров Н.И., Мнатсаканян А.А. Эффективность разных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 3. С. 77–85.
7. Мнатсаканян А.А., Чуварлеева Г.В., Быков О.Б. Изменение показателей плодородия почвы и урожайности озимой пшеницы, сои в зависимости от систем основной обработки и применения нанокремния // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 3 (35). С. 103–111.
8. Тишков Н.М., Бушнев А.С. Урожайность масличных культур в зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте // Масличные культуры. 2012. № 2 (151–152). С. 121–126.
9. Ханикаев Б.Р., Дзанагов С.Х., Лазаров Т.К. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от системы удобрения // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57, № 4. С. 8–14.
10. Хатков К.Х., Мамсиров Н.И. Влияние элементов агротехники на урожайность сои на слитых черноземах Адыгеи // Новые технологии. 2018. Вып. 4. С. 236–242.
11. Хатков К.Х., Мамсиров Н.И. Действие минеральных удобрений и способов основной обработки почвы на продуктивность новых перспективных сортов сои // Новые технологии. 2020. Т. 16, № 5. С. 87–94.

REFERENCES:

1. Bushnev A.S. Influence of the methods of basic tillage on the productivity of the winter rape – winter wheat link of grain-row crop rotation. Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2011; 1(146–147):77–82. (In Russ).
2. Gorkovenko L.G., Riger A.N. Cultivation of soybeans and winter wheat in a specialized crop rotation for the production of fodder grain. Collection of scientific works of the North Caucasian Research Institute of Livestock. 2012; 1(1):80–86. (In Russ).
3. Kishev A.Yu., Mamsirov N.I. Wheat field reserves. In the collection: Science, education and innovations for the agro-industrial complex: state, problems and prospects. Materials of the V International Scientific and Practical Conference dedicated to the 25th anniversary of the formation of Maykop State Technological University; 2018. P. 57–61. (In Russ).
4. Mamiev D.M., Tedeeva A.A., Tedeeva V.V. Phytocenotic role of crops in crop rotation. Trends in the development of science and education. 2021; 70–1:102–105. (In Russ).
5. Mamsirov N.I., Khatkov K.Kh., Makarov A.A. Influence of methods of basic tillage on the productivity of various links of grain-cultivated crop rotation // New technologies. 2020; 15(4):103–109. (In Russ).
6. Mamsirov N.I., Mnatsakanyan A.A. The effectiveness of different doses of mineral fertilizers for winter wheat. New technologies. 2021; 17(3):77–85. (In Russ).
7. Mnatsakanyan AA, Chuvarleeva G.V., Bykov O.B. Changes in soil fertility and yield of winter wheat, soybeans depending on the systems of basic processing and the use of nanosilicon. Grain legumes and cereals. 2020; 3(35):103–111. (In Russ).

8. Tishkov N.M., Bushnev A.S. Productivity of oilseeds depending on the systems of the main tillage in the crop rotation. Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2012; 2(151–152):121–126. (In Russ).

9. Khanikayev B.R., Dzanagov S.Kh., Lazarov T.K. Yield and quality of winter wheat grain depending on the fertilization system. News of the Mountain State Agrarian University. 2020; 57(4): 8–14. (In Russ).

10. Khatkov K.Kh., Mamsirov N.I. Influence of the elements of agricultural technology on the yield of soybeans on merged chernozems of Adygea. New technologies. 2018; 4:236–242. (In Russ).

11. Khatkov K.Kh., Mamsirov N.I. The effect of mineral fertilizers and methods of basic soil cultivation on the productivity of new promising soybean varieties. New technologies. 2020; 16 (5):87–94. (In Russ).

Информация об авторах / Information about the authors

Казбек Халидович Хатков, ведущий научный сотрудник отдела земледелия ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ», кандидат сельскохозяйственных наук

kazbek_ra@mail.ru

тел.: 8 (909) 469 66 08

Нурбий Ильясович Мамсиров, заведующий кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор сельскохозяйственных наук, доцент

nur.urup@mail.ru

тел.: 8 (918) 223 23 25

Армен Александрович Макаров, врио директора ФГБУ «Станция агрохимической службы «Прикумская»

makarov.georgievsk@mail.ru

тел.: 8 (961) 494 62 80

Kazbek Kh. Khatkov, a leading researcher of the Department of Agriculture FSBSI «Adyghe Research Institute of Agriculture», Candidate of Agricultural Sciences

kazbek_ra@mail.ru

tel.: 8 (909) 469 66 08

Nurbiy I. Mamsirov, head of the Department of Agricultural Production Technology of the FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Agricultural Sciences, an associate professor

nur.urup@mail.ru

tel.: 8 (918) 223 23 25

Armen A. Makarov, an acting director of the Federal State Budgetary Institution «Prikumskaya Station of Agrochemical Service»

makarov.georgievsk@mail.ru

tel.: 8 (961) 494 62 80