



Научная статья
УДК 633.34:631.445.4
doi: 10.55186/25876740_2026_69_1_111

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ В АГРОЦЕНОЗАХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

И.Я. Пигорев, И.В. Ишков, К.В. Кузьминов

Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова,
Курск, Россия

Аннотация. Повышение объема производства соевых бобов требует роста посевных площадей под соей. Нарушение традиционных севооборотов и увеличение доли маргинальных культур, отвечающих запросам рынка, нуждается в поиске оптимальных предшественников при минимальных нарушениях земледельческой науки. Целью исследования являлась оценка районированных сортообразцов сои разного географического происхождения при выращивании по разным предшественникам. Исследования проводились в 2022–2024 гг. на черноземе типичном в погодных условиях Курской области. Объектом исследования являлись отечественные — Лидер 1, СК Фарта, Белгородская 7, Шатиловская 17 и зарубежный (Канада) — Хана сорта сои, рекомендованные для световой зоны Центрально-Черноземного региона. В опыте использовалась традиционная технология возделывания с внесением $N_{30}P_{40}K_{30}$, нормой высева семян 650 тыс. шт./га и обработкой в фазе 1-го тройчатого листа баковой смесью гербицидов с подкормкой. Оценка ростовых процессов растений в агроценозе и продуктивность сои по разным предшественникам проводилась по общепринятым в агрономии методикам. Лучшие результаты продуктивности сои показал предшественник люпин белый, где биологическая урожайность была на 0,23 т/га выше, чем по предшественнику озимая пшеница, и на 0,38 т/га выше, чем по озимому рапсу. Сбор протеина урожаем сои в этом варианте достигал 1,02 т/га при лучших значениях у сорта Хана. Энергетическая оценка урожая сортов сои по ряду предшественников выявила преимущества люпина белого, который обеспечивал прирост биологической энергии по белку и жиру на 0,55–1,40 Гкал, или на 6,1–16,2%.

Ключевые слова: соя, сорт, предшественник, водопотребление, засоренность, структура урожая, белок, жир

Original article

ASSESSMENT OF PLANTING CONDITIONS AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES IN AGROCENOSSES CENTRAL CHERNOZEM REGION

I.Ya. Pigorev, I.V. Ishkov, K.V. Kuzminov

Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

Abstract. Increasing the production of soybeans requires an increase in the area planted with soybeans. The disruption of traditional crop rotations and the increase in the share of marginal crops that meet the demands of the market necessitates the search for optimal predecessors with minimal disruption of agricultural science. The purpose of this study was to evaluate the performance of soybean varieties of different geographical origin when grown after different predecessors. The research was conducted in 2022–2024 on typical black soil in the weather conditions of the Kursk region. The object of the study was domestic — Leader 1, SK Farta, Belgorodskaya 7, Shatilovskaya 17 and foreign (Canada) — Hana soybean varieties recommended for the light zone of the Central Chernozem region. The experiment used traditional cultivation technology with $N_{30}P_{40}K_{30}$ application, seeding rate of 650 thousand seeds/ha, and treatment in the phase of the 1st trifoliolate leaf with a tank mixture of herbicides with fertilization. The assessment of plant growth processes in the agroecosis and soybean productivity according to different predecessors was carried out according to the generally accepted methods in agronomy. The best results were obtained with the white lupine as a preceding crop, where the biological yield was 0.23 t/ha higher than with winter wheat as a preceding crop, and 0.38 t/ha higher than with winter rapeseed. In this case, the protein yield of soybeans reached 1.02 t/ha, with the best results achieved by the Hana variety. The energy assessment of soybean varieties based on a number of predecessors revealed the advantages of white lupine, which provided an increase in biological energy for protein and fat by 0.55–1.40 Gcal, or 6.1–16.2%.

Keywords: soybean, variety, predecessor, water consumption, weediness, yield structure, protein, fat

Введение. Развитие соеводства в Российской Федерации является одним из факторов обеспечения продовольственной безопасности населения и насыщения рынка высокобелковыми продуктами питания и кормами для животных, птицы и рыбы. Лидирующее использование сои (*Glycine max* L.) среди полевых культур обеспечивается уникальным биохимическим составом семян с высоким содержанием белка (до 52%), жира (до 27%) и углеводов (до 30%). Кроме того, симбиотрофный тип питания сои снижает затраты на удобрение, обогащает почву азотом и хорошо оптимизирует культуру в системах земледелия [1, 2, 3]. Энергетически богатый потенциал семян привлек внимание к этой культуре ряда смежных отраслей химической, технической, медицинской сфер деятельности [4, 5, 6].

Соя — теплолюбивая культура муссонного климата, однако востребованность соевых

бобов способствовала продвижению границ ее культивирования на многие континенты [7, 8, 9]. При общемировых посевах сои на площади 151 млн га основное производство сосредоточено в Бразилии, США и Аргентине (70,5%). На долю Российской Федерации приходится 2,3% посевных площадей и 1,6% объема производства семян. Расширение посевных площадей и интродукция сои в нетрадиционные регионы за счет селекции и появления адаптивных сортов позволили собрать в России в 2024 г. до 7 млн т семян.

Устойчивый спрос на соевые бобы сохраняется в Китае, Японии, Тайване, Индонезии, Таиланде и странах Евросоюза. Россия покупает и продает товарную сою. Экспорт российских соевых бобов достигает 14% от производства и ориентирован на Китай. В европейскую часть России импорт сои сохраняется, но объемы сократились с 2,0 до 0,9 млн т.

Рост производства сои в России идет как за счет расширения посевных площадей, так и за счет новых агротехнологий, применения высокопродуктивных сортов, адаптированных к условиям произрастания. Сегодня рекомендовано к использованию на территории Российской Федерации в разных световых зонах 374 сорта, ежегодно их число растет, пополняясь новыми отечественными и зарубежными сортообразцами, селекционированными на урожайность и качество семян, скороспелость, холодостойкость, засухоустойчивость и продолжительность светового дня.

Анализ роста производства сои свидетельствует о первостепенной роли новых площадей и вторичной — наличия урожайных семян и технологий возделывания. Насыщение посевных площадей соей в ряде субъектов Российской Федерации достигает 30%, и в таких условиях

отрасль растениеводства сталкивается с трудностями выбора оптимального ассортимента традиционно возделываемых культур [10, 11].

Сокращение или выведение из структуры посевных площадей ряда кормовых и зерновых культур ведет к изменению чередования культур, создавая сложности в выборе «правильного» предшественника для ряда маргинальных в условиях рынка культур. Расширение посевных площадей под соей в Курской области привело к ее размещению по таким, казалось бы, малоприспособленным предшественникам, как рапс и люпин, которые в классическом земледелии оцениваются как неоправданные или нежелательные [12].

Цель исследований — изучить факторы формирования продуктивности сои в агроценозах раннеспелых сортов разного географического происхождения для ряда маргинальных предшественников на черноземе типичном Центрально-Черноземного региона (ЦЧР).

Методика исследований. Исследования проводились в 2022-2024 гг. на черноземе типичном опытного поля ООО «Никольское» Тимского района Курской области. Почва представлена тяжелосуглинистым, среднегумусным составом с содержанием в слое 0-20 см подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) 131 и 111 мг/кг почвы при $pH_{\text{соч}}$ 6,3. Повторность в опыте трехкратная с систематическим расположением вариантов. Площадь учетной делянки составляла 150 м². Схема опыта включала два фактора: фактор А — предшественник: озимая пшеница, соя, люпин белый и озимый рапс; фактор Б — районированные в ЦЧР сорта сои раннеспелого созревания отечественные — Лидер 1, СК Фарта, Белгородская 7, Шатилловская 17 и зарубежный (Канада) — Хана. Способ посева — рядовой с нормой высева 650 тыс. шт./га на глубину 5-6 см. Перед посевом семена обрабатывали препаратом Хайкоут Супер Соя (1,42 л/т) + Хайкоут Супер Экстендер (1,42 л/т). Подготовка почвы предусматривала лущение стерни на глубину 6-8 см с последующей вспашкой на глубину 20-22 см. Весной проводились боронование и предпосевная культивация на глубину 4-6 см. Удобрения вносили осенью перед вспашкой (P₄₀K₃₀) и весной под культивацию (N₃₀). В фазе 1-го тройчатого листа проводили химическую обработку гербицидами в баковой смеси Квикстен 0,8 л/га + Хармони 6 г/га + Тренд 90 + Винтекс 60 мл/га. В период исследований с мая по август выпало осадков: 2022 г. — 275, 2023 г. — 302 и в 2024 г. — 208 мм. Полевые наблюдения, учеты и лабораторные исследования проводили согласно методикам, принятым при работе с зернобобовыми культурами. Достоверность результатов исследования подтверждается расчетами дисперсного и корреляционного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

Результаты и обсуждение. Полевые культуры оказывают воздействие на химические, физические и водные свойства сельскохозяйственных земель [13]. Рассматриваемые предшественники сои влияли на запасы продуктивной влаги и структуру чернозема типичного, что в итоге сказалось на плотности растений агроценоза в период полных всходов. Независимо от сроков посева в годы наблюдений большее число всходов было в вариантах с бобовыми предшественниками. Число всходов у сортов сои, высеваемой по сое, было на 5,8-16,3 тыс. шт./га больше, чем по предшественнику озимая пшеница и на 20,1-33,8 тыс. шт./га, чем в вариантах

с посевом по озимому рапсу. Незначительно уступала численность всходов по предшественнику люпин белый. В отдельные годы влияние предшественников на число всходов было более выраженным с разницей между вариантами в 29,4-59,7 тыс. шт./га. Среди сортов полевая всхожесть по всем предшественникам была на 0,7-4,8% выше у сортов Хана, Белгородская 7 и Шатилловская 17, чем у сорта Лидер 1, и на 1,4-5,3% выше, чем у сорта СК Фарта (рис. 1)

Присутствие сорного компонента в агроценозах полевых культур снижает их урожайность и служит показателем уровня культуры земледелия. Соя относится к культурам, чувствительным к конкуренции на этапе формирования вегетационной массы до образования сплошного проективного покрытия почвы. При экономическом пороге вредоносности сорных растений в посевах сои 5-6 шт./м² средняя засоренность в опыте на 10-12 день после всходов достигала 53,0-81,9 шт./м². В фазе 1-го тройчатого листа сои сорный компонент в основном был представлен группой малолетних растений: просо куриное (*Echinochloa crusgalli* L. Beauv), марь белая (*Chenopodium album* L.), щирица запрокинутая (*Amarantus retroflexus* L.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvules* L.), горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.). Из многолетников встречались единичные растения бодяка полевого (*Cirsium arvense* L.), вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis* L.) и осота полевого (*Sonchus arvensis* L.). Рассматриваемые предшественники незначительно влияли на видовой состав сорных растений в посевах сои, но в варианте с предшественником люпин белый чаще встречался подорожник большой (*Plantago major* L.) из группы двулетних, а в посевах сои по предшественнику озимый рапс — подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.).

Засоренность сои менялась в годы наблюдений. Численность сорняков в вариантах опыта начала вегетации 2024 г. превышала 110 шт./м², что на 52-68% больше, чем в 2022 и 2023 гг. Средняя засоренность за 3 года у сортов сои по разным предшественникам достигала 53,6-81,9 шт./м².

Сорный компонент в период формирования 1-го тройчатого листа превышал по численности число растений сои при незначительной массе сухого вещества (9,3-16,2 г/м²). Анализ засоренности сои показал, что влияние предшественника на данный показатель выше, чем у используемых сортов, так как под воздействием предшественника засоренность изменялась на 0,4-23,5 шт./м², или 0,5-42,4%, а под влиянием сорта — на 1,8-9,5 шт./м², или на 1,8-16,0%. Обработка посевов смесью гербицидов снижала число сорняков на 76,4-82,9%, и к созреванию их число не превышало 8,1-26,7 шт./м².

Минимальная засоренность к периоду созревания сои установлена у сортов Белгородская 7 и Шатилловская 17 и была ниже, чем у сортов Лидер 1 и Хана на 3,3-6,1 шт./м² по предшественнику озимая пшеница, на 3,9-6,2 шт./м² — по предшественнику соя, на 3,9-5,2 шт./м² — по предшественнику люпин белый и на 6,2-9,6 шт./м² — по предшественнику озимый рапс (рис. 2).

Влияние предшественников на засоренность сохранялась на протяжении всей вегетации, к созреванию более сорными были посеы сои по озимому рапсу, где число сорняков оказалось больше на 94,4-111,1%, чем у сои по люпину белому, на 54,5-83,9% — чем у сои по сое и на 20,4-45,1%, чем у сои по озимой пшенице. К созреванию сои сорняки находились в разных фазах развития от всходов до созревания, но большинство из них существенно влияло на суммарную биологическую массу, которая в сухом эквиваленте достигала 15,1-58,7 г/м². На основе оценки фитосанитарного состояния посевов по числу и массе сорняков можно отметить более чистые варианты по люпину белому, где число сорняков и их масса на 13,5-111,1 и 13,7-222,4% меньше, чем по другим предшественникам. Среди сортов более чистыми являлись посеы Белгородская 7 и Шатилловская 17, где число и масса сорняков были на 6,0-66,6 и 12,2-95,4% ниже, чем у сортов Лидер 1, Хана и СК Фарта. Следует отметить, что в начале вегетации сои зависимость числа сорняков от сортовых признаков была слабой или вовсе отсутствовала,

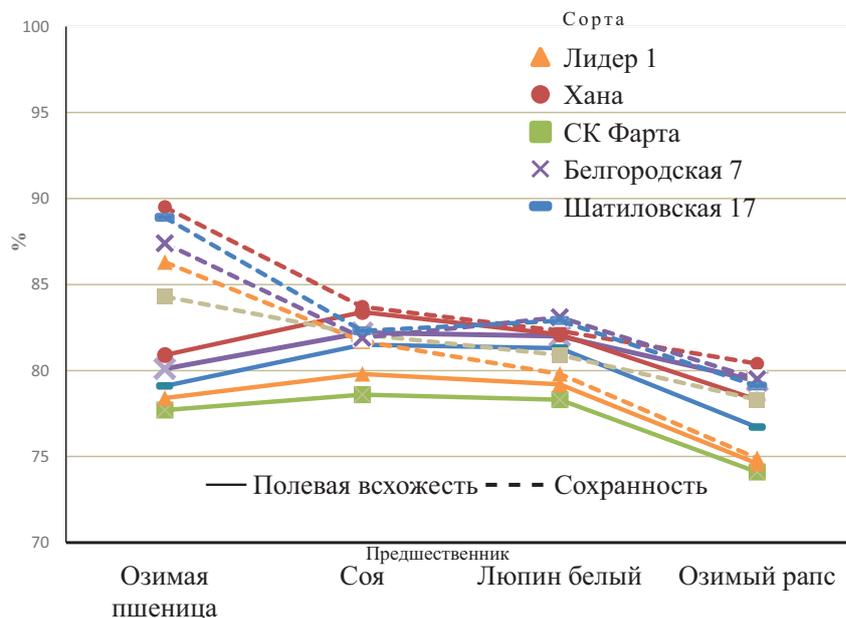


Рисунок 1. Полевая всхожесть и сохранность растений сои по предшественникам (2022-2024 гг.), %
Figure 1. Field germination and survival rate of soybean plants by predecessor (2022-2024), %



а в ходе вегетации конкурентоспособность сортов проявилась в агроценозах по всем предшественникам.

Рассмотренные в опыте предшественники расходовали разное количество воды на формирование урожая [14, 15]. Соя, люпин и озимый рапс более влаголюбивы, чем озимая пшеница. В проведенных нами исследованиях средние значения продуктивной влаги за 3 года в метровом слое чернозема типичного после таких предшественников перед посевом сои колебались в вариантах от 143,2 до 168,6 мм. Разница между предшественниками озимая пшеница и соя составляла 19,4 мм, а между предшественниками озимая пшеница и озимый рапс — 25,4 мм. По годам эти значения изменялись под влиянием годовой суммы осадков. На начало посевной кампании минимальные показатели были в 2022 г. (132,6-146,9 мм).

Меньшее водопотребление растениями сортов сои за вегетацию отмечены по предшественнику озимая пшеница, а по сортам величина суммарного водопотребления изменялась в диапазоне 3181-3865 м³. Максимальный расход воды по этому предшественнику был у сортов Белгородская 7 и Шатилловская 17, который на 72-112 м³ больше, чем у контрольного варианта Лидер 1. Наибольшее водопотребление было при возделывании сои по люпину белому, где увеличение расхода воды за вегетацию достигало у сортов Лидер 1 — 223-373, Хана — 446-489, СК Фарта — 405-476, Белгородская 7 — 127-266 и Шатилловская 17 — 99-267 м³ (рис. 3).

Расход воды на единицу полученной продукции, выраженный через коэффициент водопотребления, изменялся под влиянием предшественника и используемого сорта. Лучшими предшественниками по коэффициенту водопотребления были для сортов Лидер 1, Хана, Белгородская 7 и Шатилловская 17 озимая пшеница и люпин белый, для сорта СК Фарта — только озимая пшеница. Минимальный коэффициент водопотребления по всем предшественникам был у сортов Хана (1362-1521 м³/т) и СК Фарта (1309-1468 м³/т), а максимальный — у сортов Белгородская 7 (1530-1741 м³/т) и Шатилловская 17 (1564-1777 м³/т).

Ни один вегетационный период сои в годы наблюдений не обеспечивал потребности водопотребления атмосферными осадками и при среднем их количестве 262 мм от 56,6 до 151,1 мм продуктивной влаги растения сои использовали из почвенных горизонтов чернозема типичного. Основной расход (62-74%) почвенной влаги приходился на период формирования бобов и налива семян, в результате чего динамика влагозапасов почвы в ходе вегетации изменялась, и к уборке (сентябрь) запасы продуктивной влаги в метровом слое снижались до 4,8-112,5 мм с большим иссушением в вариантах корнеобитаемого слоя по предшественникам люпин белый и озимый рапс, а по сортам сои — под посевы Белгородская 7 и Шатилловская 17.

Урожайность сои в опыте интегрально отражает состояние посевов и их реакцию на природные и антропогенные факторы. При высокой адаптивности районированных сортов установлена вариабельность элементов продуктивности растений под влиянием предшественников.

Максимальная озерненность бобов была у сои, размещенной по озимой пшенице (1,6-2,4 шт.), а минимальное количество семян в бобе — в повторных посевах сои (1,4-1,8 шт.)

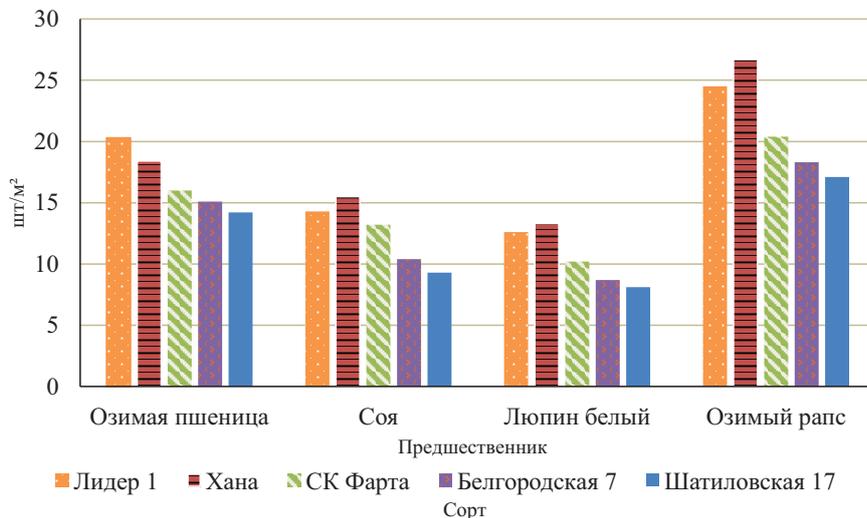


Рисунок 2. Засоренность сои в период созревания (2022-2024 гг.), шт./м²
Figure 2. Soybean weediness during the ripening period (2022-2024), pcs/m²

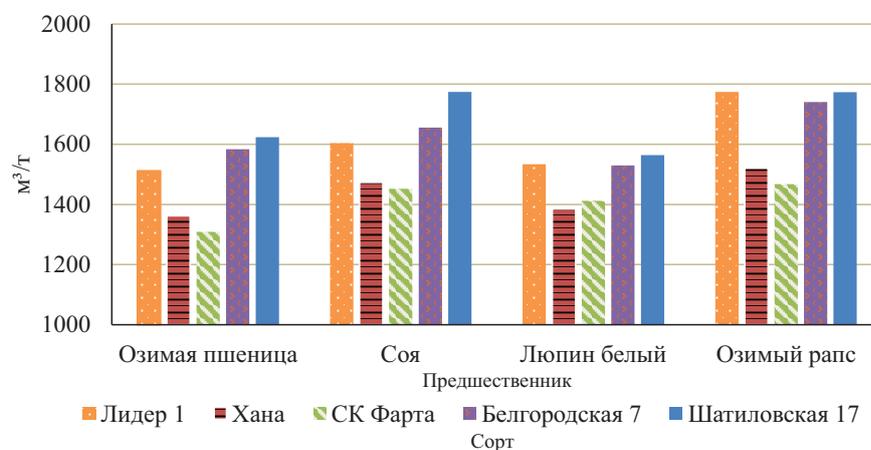


Рисунок 3. Коэффициент водопотребления сортами сои по разным предшественникам (2022-2024 гг.)
Figure 3. Water consumption coefficient for soybean varieties grown after different crops (2022-2024)

Таблица 1. Урожайность сортов сои по разным предшественникам
Table 1. Yield of soybean varieties after different preceding crops

| предшественник, фактор А | сорт, фактор Б | Урожайность, т/га | | | Средняя | | |
|--------------------------|--------------------|-------------------|---------|---------|-------------|--------------------|----------|
| | | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | по варианту | по предшественнику | по сорту |
| Озимая пшеница | Лидер 1 (контроль) | 2,33 | 2,35 | 2,05 | 2,24 | 2,39 | 2,21 |
| | Хана | 2,68 | 2,67 | 2,42 | | | 2,62 |
| | СК Фарта | 2,31 | 2,57 | 2,23 | | | 2,37 |
| | Белгородская 7 | 2,47 | 2,51 | 2,34 | | | 2,44 |
| | Шатилловская 17 | 2,28 | 2,62 | 2,06 | | | 2,32 |
| Соя | Лидер 1 (контроль) | 2,04 | 2,42 | 1,93 | 2,13 | 2,31 | 2,13 |
| | Хана | 2,58 | 2,58 | 2,25 | | | 2,47 |
| | СК Фарта | 2,34 | 2,35 | 2,03 | | | 2,24 |
| | Белгородская 7 | 2,31 | 2,67 | 2,16 | | | 2,38 |
| | Шатилловская 17 | 2,26 | 2,47 | 2,20 | | | 2,31 |
| Люпин белый | Лидер 1 (контроль) | 2,71 | 2,57 | 2,13 | 2,47 | 2,66 | 2,47 |
| | Хана | 3,06 | 3,34 | 2,54 | | | 2,98 |
| | СК Фарта | 2,73 | 2,80 | 2,24 | | | 2,59 |
| | Белгородская 7 | 2,85 | 2,99 | 2,25 | | | 2,70 |
| | Шатилловская 17 | 2,64 | 2,78 | 2,32 | | | 2,58 |
| Озимый рапс | Лидер 1 (контроль) | 2,18 | 2,12 | 1,73 | 2,01 | 2,22 | 2,01 |
| | Хана | 2,71 | 2,36 | 2,22 | | | 2,42 |
| | СК Фарта | 2,19 | 2,31 | 2,01 | | | 2,17 |
| | Белгородская 7 | 2,43 | 2,34 | 2,13 | | | 2,30 |
| | Шатилловская 17 | 2,35 | 2,16 | 2,15 | | | 2,22 |
| НСР ₀₅ | | 0,16 | 0,18 | 0,13 | | | |



и в посевах по озимому рапсу (1,4-1,7 шт.). Число семян на растениях изменялось в диапазоне 28,4-44,4 шт./растение при максимальных значениях по предшественнику люпин белый (31,2-44,4 шт./растение) у сортов с мелкими семенами (Лидер 1 и СК Фарта). Предшественники оказывали влияние на массу 1000 семян, которая изменялась у сортов в диапазоне: Лидер 1 — 140,3-146,4, Хана — 158,9-166,4, СК Фарта — 144,2-148,6, Белгородская 7 — 150,5-155,7 и Шатиловская 17 — 182,9-195,7 г.

Выполненные и полновесные семена сои по предшественнику люпин белый обеспечили в опыте максимальную массу семян на растениях. Учет урожайности сплошной уборкой делянок позволяет оценить роль предшественников и сортов в агротехнике сои (табл. 1).

Урожайность рассмотренных сортов по предшественнику люпин белый выше, чем по другим предшественникам, на 0,27-0,44 т/га, или 11,3-19,8%. Максимальную продуктивность в опыте показал сорт Хана, величина которой

в среднем за 3 года превышала контрольный показатель (Лидер 1) по разным предшественникам на 15,6-20,6%. Разница урожайности по годам у этого сорта не превышала 0,13-0,26 т/га, в то время как у других сортов разброс значений был выше и достигал: Лидер 1 — 0,30-0,58; СК Фарта — 0,30-0,51; Белгородская 7 — 0,17-0,74; Шатиловская 17 — 0,20-0,56 т/га. Это свидетельствует о большей адаптивности и пластичности сорта к погодным условиям и факторам агротехники.

Востребованность соевых бобов обусловлена повышенным содержанием сырого протеина и жира. Под воздействием гидротермических условий 2022-2024 гг. содержание сырого протеина изменялось на 1,1-3,9% и максимальных значений достигало у сортов Хана и Шатиловская 17 по предшественникам соя (41,3-41,5%) и озимая пшеница (40,1-40,4%). В среднем за 3 года предшественники изменяли содержание протеина у рассматриваемых сортов на 0,2-4,1% (табл. 2).

Содержание жира в семенах изменялось в обратной зависимости от величины белка и достигало максимальных значений у сортов Лидер 1 и СК Фарта по предшественникам озимая пшеница (21,4-22,5%) и озимый рапс (23,0-23,8%). Основное влияние факториальной составляющей приходится на критические периоды формирования репродуктивных органов, и максимальный сбор белково-жировых компонентов зависит как от урожая, так и от его качества. Учет сбора белка сортами сои в годы исследований показал максимальные значения в 2023 г. по предшественнику люпин (0,95-1,33 т/га), а минимальные — в 2024 г. по предшественнику озимой рапс (0,63-0,88 т/га). В среднем за 3 года сбор белка урожаем сои по предшественнику люпин был выше на 0,19-0,25 т/га, чем по предшественнику озимой рапс, на 0,09-0,35 т/га, чем по предшественнику озимая пшеница, и на 0,08-0,15 т/га, чем по предшественнику соя. В среднем по предшественникам больше белка получено к контролю с урожаем у сортов Хана (+0,23 т/га), Шатиловская 17 (+0,12 т/га) и Белгородская 7 (+0,11 т/га). Выход жира был выше у сортов по предшественнику люпин белый. Лидерами по сбору масла стали по всем предшественникам сорта Хана и СК Фарта. Питательная ценность соевых бобов зависит от количества белка и жира, что позволило рассчитать сбор биологической энергии урожаем в годы исследований (рис. 4).

Сбор энергии урожаем сои изменялся по годам и минимальных значений достигал в сухой и аномальный 2024 г. В 2022 и 2023 гг. сорта в силу генетической неоднородности и адаптивности по-разному реагировали на агротехнические и гидротермические факторы в ходе вегетации. Так, для сорта Хана лучшими предшественниками в 2022 г. были озимые культуры (пшеница, рапс), а в 2023 г. — бобовые (соя, люпин белый). У сортов Белгородская 7 и Шатиловская 17 максимальный сбор энергии был в 2023 г. по бобовым предшественникам и озимой пшенице. В среднем за 3 года максимальное количество энергии формировалось в урожае сорта Хана, величина которой на 1,10-1,48 ГДж больше, чем у контрольного варианта, и на 0,12-1,21 ГДж, чем в урожае сортов СК Фарта, Белгородская 7 и Шатиловская 17. Лучшим предшественником по сбору энергии для рассматриваемых сортов сои был люпин белый, который обеспечивал прирост энергии в урожае по сравнению с озимой пшеницей на 0,55-1,00, а озимым рапсом — на 1,06-1,40 ГДж.

Выводы. Комплексное исследование состояния и продуктивности агроценозов сои по разным предшественникам в условиях ЦЧР позволило на основе районированных и пространственных сортов оценить возможности дальнейшего расширения посевных площадей по нетрадиционным предшественникам. Трехлетние данные показали повышенное иссушение почвы и водопотребление посевами сои по предшественникам люпин белый и озимый рапс. Засоренность агроценозов по бобовым предшественникам была на 21,2-76,5% ниже, чем по озимой пшенице, и на 21,2-76,5% ниже, чем по озимому рапсу. Урожайность рассматриваемых сортов по предшественнику люпин белый возрастала за счет повышенной озерненности растений и достигала 2,57-3,10 т/га, что на 9,1-15,9% превышало другие варианты. Максимальный сбор белка урожаем получен сортом Хана за счет количества семян по предшественнику

Таблица 2. Влияние предшественника и сорта на химический состав семян сои
Table 2. Influence of the predecessor and variety on the chemical composition of soybean seeds

| Вариант | | Содержание по годам в семенах сои, % | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| предшественник, фактор А | сорт, фактор Б | протеин | | | | жир | | | |
| | | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | среднее | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | среднее |
| Озимая пшеница | Лидер 1 (контроль) | 35,6 | 36,8 | 38,2 | 36,9 | 22,7 | 21,3 | 20,2 | 21,4 |
| | Хана | 38,7 | 40,1 | 42,3 | 40,4 | 20,8 | 19,7 | 18,3 | 19,6 |
| | СК Фарта | 34,5 | 37,3 | 38,4 | 36,7 | 23,4 | 22,6 | 21,4 | 22,5 |
| | Белгородская 7 | 37,2 | 38,1 | 39,7 | 38,3 | 21,3 | 21,0 | 20,2 | 20,8 |
| | Шатиловская 17 | 39,2 | 39,7 | 41,5 | 40,1 | 20,4 | 19,6 | 17,9 | 19,3 |
| Соя | Лидер 1 (контроль) | 37,8 | 39,2 | 39,8 | 38,9 | 22,1 | 22,0 | 20,7 | 21,6 |
| | Хана | 40,2 | 41,7 | 42,6 | 41,5 | 20,2 | 20,3 | 19,2 | 19,9 |
| | СК Фарта | 38,1 | 39,9 | 38,5 | 38,8 | 22,3 | 21,4 | 20,3 | 21,3 |
| | Белгородская 7 | 39,3 | 39,3 | 39,5 | 39,4 | 20,4 | 19,8 | 18,9 | 19,7 |
| | Шатиловская 17 | 40,8 | 42,3 | 40,9 | 41,3 | 19,3 | 19,0 | 17,4 | 18,6 |
| Люпин белый | Лидер 1 (контроль) | 36,2 | 36,8 | 37,3 | 36,8 | 21,4 | 21,0 | 20,8 | 21,1 |
| | Хана | 38,7 | 39,7 | 40,6 | 39,7 | 19,3 | 19,1 | 18,1 | 18,8 |
| | СК Фарта | 35,7 | 37,5 | 37,4 | 36,9 | 21,5 | 21,2 | 20,6 | 21,1 |
| | Белгородская 7 | 37,2 | 37,9 | 38,3 | 37,8 | 20,0 | 19,4 | 19,3 | 19,6 |
| | Шатиловская 17 | 39,5 | 41,2 | 40,2 | 40,3 | 19,1 | 18,6 | 17,9 | 18,5 |
| Озимый рапс | Лидер 1 (контроль) | 33,7 | 35,2 | 36,5 | 35,1 | 23,2 | 23,4 | 22,4 | 23,0 |
| | Хана | 37,0 | 38,8 | 39,7 | 38,5 | 21,4 | 22,1 | 20,7 | 21,4 |
| | СК Фарта | 34,3 | 34,1 | 35,6 | 34,7 | 24,2 | 24,0 | 23,3 | 23,8 |
| | Белгородская 7 | 35,4 | 36,2 | 37,1 | 36,2 | 22,3 | 22,1 | 20,8 | 21,7 |
| | Шатиловская 17 | 38,3 | 39,5 | 37,8 | 38,5 | 20,9 | 20,4 | 19,8 | 20,4 |

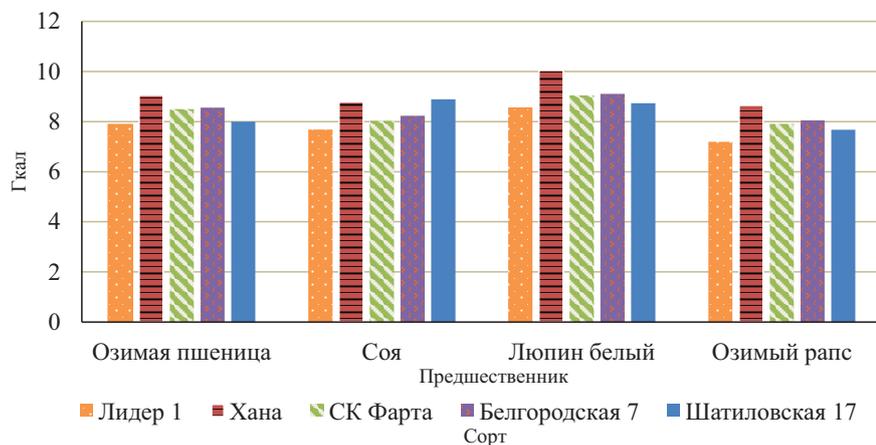


Рисунок 4. Средняя энергия в урожае сои по белку и жиру в зависимости от предшественника (2022-2024 гг.)
Figure 4. Average energy content of soybeans by protein and fat depending on the preceding crop (2022-2024)



люпин белый. Сбор энергии в урожае сои белком и жиром был выше у сортов Хана, СК Фарта, и Белгородская 7 по предшественнику люпин белый и достигал 9,0-10,05 Гкал. Материалы исследований, полученные в разных погодных условиях, позволяют считать рассматриваемые предшественники допустимыми для сои в ЦЧР. Их целесообразно по значимости расположить в убывающей последовательности: люпин белый → соя → озимая пшеница → озимый рапс.

Список источников

1. Бельшикина М.Е., Козозева Т.П., Загоруйко М.Г. Повышение продуктивности и кормовой ценности зерна сои на основе оптимизации биологической азотфиксации в технологиях соеводства // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3 (63). С. 13-18. doi: 10.18286/1816-4501-2023-3-13-18
2. Леукина Т.В. Влияние инокуляции и некорневых подкормок комплексным микроудобрением на эффективность симбиотической деятельности и продуктивность сортов сои // Зернобобовые и крупяные культуры. 2024. № 4 (52). С. 87-95. doi: 10.24412/2309-348X-2024-4-87-95
3. Пигорев И.Я., Кананыхин А.О., Кузьминов К.В. Влияние агротехники на результаты предпосевной инокуляции семян сои // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 7. С. 13-18.
4. Zhang, Y., Zhang, Y., Shi, L., Liu, F. et al. (2023). Comprehensive evaluation of the oil composition of the grains of soybean varieties. *Soybean Science*, pp. 1-10.
5. Варламов Н.В., Зубарева К.Ю. Обоснование экономических преимуществ сортов сои и технологий их возделывания // Земледелие. 2022. № 4. С. 31-34. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-31-34
6. Зотиков В.И., Вилунов С.Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции 2021. Т. 25. № 4. С. 381-387. doi: 10/186999/VJ21/041
7. Кутилкин В.Г. Совершенствование элементов технологии возделывания сои в лесостепи Среднего Поволжья // Агрофизика. 2022. № 4. С. 28-33. doi: 10.25695/AGRPH.2022.04.05
8. Васин В.Г., Васина Н.В., Шишина А.С., Васин А.В., Купясов С.Н. Влияние агротехнологических элементов возделывания на фотосинтетический аппарат и продуктивность сои в условиях Самарской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 4 (48). С. 20-26. doi: 10.24412/2309-348X-2023-4-20-26
9. Морозов А.Н., Дериглазова Г.М. Влияние фона питания и способа посева на продуктивность и качество сои в Центральном Черноземье // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 5 (389). С. 535-540. doi: 10.55186/25876740_2022_65_5_535
10. Тойгильдин А.Л., Подсевалов М.И., Тойгильдина И.А., Аюпов Д.Э., Мустафина Р.А. Бобовые предшественники, обработка почвы и защита растений в агротехнологиях яровой пшеницы среднего Поволжья // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 77-88. doi: 10.26897/0021-342X-2021-5-77-88

11. Dorokhov, A.S., Belyshkina, M.E., Starostin, I.A., Chilingaryan, N.O. (2020) Technological Support of Soybean Cultivation. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, vol. 51, no. 3, pp. 42-45.
12. Syromyatnikov, Y., Semenenko, I., Maksimovich, K.Yu., Troyanovskaya, I. (2023). Influence of agrotechnical practices and sowing time in various weather on soybean yield. *Acta Technologica Agriculturae*, vol. 26, no. 1, pp. 9-16.
13. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В., Шумаков А.В. Влияние способа основной обработки почвы на агрофизические свойства чернозема типичного при возделывании сои // Плодородие. 2022. № 3 (126). С. 49-52. doi: 10.25680/S19948603.2022.126.14
14. Дубовик Д.В., Морозов А.Н., Дубовик Е.В., Шумаков А.В. Влияние минимизации основной обработки почвы на влагообеспеченность и засоренность посевов зернобобовых культур // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (381). С. 49-53. doi: 10.24412/2587-6740-2021-3-49-53
15. Yang, Q., Lin, G., Lv, H. et al. (2021). Environmental and genetic regulation of plant height in soybean. *BMC plant biology*, vol. 21, pp. 1-15.

References

1. Belyshkina, M.E., Kozozeva, T.P., Zagoruiko, M.G. (2023). Povyshenie produktivnosti i kormovoi tsennosti zerna soi na osnove optimizatsii biologicheskoi azotifikatsii v tekhnologiyakh soevodstva [Increasing the productivity and feed value of soybean grain based on the optimization of biological nitrogen fixation in soybean farming technologies]. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy], no. 3 (63), pp. 13-18. doi: 10.18286/1816-4501-2023-3-13-18
2. Leukhina, T.V. (2024). Vliyanie inokulyatsii i nekorneykh podkormok kompleksnym mikroudobreniem na effektivnost' simbioticheskoi deyatelnosti i produktivnost' sortov soi [The effect of inoculation and foliar feeding with complex microfertilizers on the efficiency of symbiotic activity and productivity of soybean varieties]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and great crops], no. 4 (52), pp. 87-95. doi: 10.24412/2309-348X-2024-4-87-95
3. Pigorev, I.Ya., Kananykhin, A.O., Kuz'minov, K.V. (2023). Vliyanie agrotekhniki na rezul'taty predpосevnoi inokulyatsii semyan soi [The influence of agricultural technology on the results of pre-sowing inoculation of soybean seeds]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 7, pp. 13-18.
4. Zhang, Y., Zhang, Y., Shi, L., Liu, F. et al. (2023). Comprehensive evaluation of the oil composition of the grains of soybean varieties. *Soybean Science*, pp. 1-10.
5. Varlamov, N.V., Zubareva, K.Yu. (2022). Obosnovanie ekonomicheskikh preimushchestv sortov soi i tekhnologii ikh vozdel'yvaniya [Justification of the economic advantages of soybean varieties and their cultivation technologies]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 4, pp. 31-34. doi: 10.24412/0044-3913-2022-4-31-34
6. Zotikov, V.I., Vilyunov, S.D. (2021). Sovremennaya selektsiya zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii [Modern breeding of grain legumes and cereal crops in Russia].

Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii [Vavilov journal of genetics and breeding], vol. 25, no. 4, pp. 381-387. doi: 10/186999/VJ21/041

7. Kutilkin, V.G. (2022). Sovershenstvovanie ehlementov tekhnologii vozdel'yvaniya soi v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Improving the elements of soybean cultivation technology in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Agrofizika* [Agrophysics], no. 4, pp. 28-33. doi: 10.25695/AGRPH.2022.04.05
8. Vasin, V.G., Vasina, N.V., Shishina, A.S., Vasin, A.V., Kupyasov, S.N. (2023). Vliyanie agrotekhnologicheskikh ehlementov vozdel'yvaniya na fotosinteticheskii apparat i produktivnost' soi v usloviyakh Samarskoi oblasti [The influence of agrotechnological elements of cultivation on the photosynthetic apparatus and productivity of soybeans in the Samara region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and great crops], no. 4 (48), pp. 20-26. doi: 10.24412/2309-348X-2023-4-20-26
9. Morozov, A.N., Derigazova, G.M. (2022). Vliyanie fona pitaniya i sposoba poseva na produktivnost' i kachestvo soi v Tsentral'nom Chernozem'e [The influence of nutritional background and sowing method on the productivity and quality of soybeans in the Central Black Earth region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 5 (389), pp. 535-540. doi: 10.55186/25876740_2022_65_5_535
10. Toigil'din, A.L., Podsevalov, M.I., Toigil'dina, I.A., Ayupov, D.Eh, Mustafina, R.A. (2021). Bobovye predshestvenniki, obrabotka pochvy i zashchita rastenii v agrotekhnologiyakh yarovoi pshenitsy srednego Povolzh'ya [Legume precursors, soil cultivation and plant protection in agricultural technologies of spring wheat in the Middle Volga region]. *Izvestiya Timirязevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timirязev Agricultural Academy], no. 5, pp. 77-88. doi: 10.26897/0021-342X-2021-5-77-88
11. Dorokhov, A.S., Belyshkina, M.E., Starostin, I.A., Chilingaryan, N.O. (2020). Technological Support of Soybean Cultivation. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, vol. 51, no. 3, pp. 42-45.
12. Syromyatnikov, Y., Semenenko, I., Maksimovich, K.Yu., Troyanovskaya, I. (2023). Influence of agrotechnical practices and sowing time in various weather on soybean yield. *Acta Technologica Agriculturae*, vol. 26, no. 1, pp. 9-16.
13. Dubovik, E.V., Dubovik, D.V., Shumakov, A.V. (2022). Vliyanie sposoba osnovnoi obrabotki pochvy na agrofizicheskie svoystva chernozema tipichnogo pri vozdel'yvanii soi [The influence of the method of primary soil cultivation on the agrophysical properties of typical chernozem during soybean cultivation]. *Plodородие* [Fertility], no. 3 (126), pp. 49-52. doi: 10.25680/S19948603.2022.126.14
14. Dubovik, D.V., Morozov, A.N., Dubovik, E.V., Shumakov, A.V. (2021). Vliyanie minimizatsii osnovnoi obrabotki pochvy na vlagoobespechennost' i zasorennost' posevov zernobobovykh kul'tur [The impact of minimizing primary tillage on moisture supply and weed infestation in leguminous crops]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3 (381), pp. 49-53. doi: 10.24412/2587-6740-2021-3-49-53
15. Yang, Q., Lin, G., Lv, H. et al. (2021). Environmental and genetic regulation of plant height in soybean. *BMC plant biology*, vol. 21, pp. 1-15.

Информация об авторах:

Пигорев Игорь Яковлевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8863-8102>, SPIN-код: 5920-6063, igoigo4@mail.ru
Ишков Игорь Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-1795-6150>, SPIN-код: 6992-1714, ishkov.iv@mail.ru
Кузьминов Кирилл Валентинович, аспирант, ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-3562-8086>, SPIN-код: 4910-0431, k.kuzminov2016@yandex.ru

Information about the authors:

Igor Ya. Pigorev, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of plant growing, breeding and seed production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8863-8102>, SPIN-code: 5920-6063, igoigo4@mail.ru
Igor V. Ishkov, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of plant growing, breeding and seed production, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-1795-6150>, SPIN-code: 6992-1714, ishkov.iv@mail.ru
Kirill V. Kuzminov, postgraduate student, ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-3562-8086>, SPIN-code: 4910-0431, k.kuzminov2016@yandex.ru

