



Научная статья/Research Article

УДК 633.34:631.53.04:631.559

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-3-14

Дмитрий Валериевич Виноградов¹, Анна Викторовна Солодягина²,

Марина Владимировна Евсенина^{3✉}, Елена Васильевна Гуреева⁴

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

^{1,3}Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Рязань, Россия

^{2,4}Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, с. Подвязые, Рязанская область, Россия

¹vdv-rz@rambler.ru

²solodyagina.ana@yandex.ru

³marina.vlady@mail.ru

⁴podvyaze@bk.ru

ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА СОИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Цель исследований – установление влияния нормы высева сои на урожайность и качество зерна. Исследования проводились в Рязанской области на опытных делянках отдела селекции и первичного семеноводства ИСА – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Объект исследования – соя сорта Снежана. Почва опытного участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая. рН солевой вытяжки – 5,25, рН гидролитической кислотности – 4,92 мг-экв/100 г. Содержание гумуса по Тюрину – 5,3 %, общего азота – 0,25 %, гидролизного азота – 122,8 мг/кг. Содержание по Курсанову подвижного фосфора – 340 мг/кг почвы, обменного калия – 192 мг/кг почвы. Определение содержания белка и масла в семенах проводилось методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе цельного зерна Infratec 1241. Схема опыта включала варианты с разной нормой высева семян: 0,33; 0,44; 0,55; 0,66; 0,77; 0,88; 0,99 млн шт/га. Гидротермический коэффициент за период вегетации 2023 г. составил 1,04; 2024 г. – 0,95 при среднемноголетних значениях 1,23. Высота растений сои была 98,2–131,2 см. Оптимальная высота прикрепления нижнего боба при проведении исследований была выявлена при норме высева 0,55 млн шт/га – 12,2 см. Наименьшая ветвистость выявлена при норме высева 0,88–0,99 млн шт/га и составила 0,5–0,7 шт. Количество продуктивных узлов за период исследований на главном стебле колебалось от 10,5 до 15,4 шт., на боковых стеблях – от 1,7 до 25,4 шт. На главном стебле было сформировано от 29,0 до 53,8 шт. бобов, на боковых стеблях – от 2,8 до 53,4 шт. Наибольшее количество семян с растения было получено при норме высева 0,55 млн шт/га – 242,2 шт. Наибольшая урожайность получена при норме высева 0,66 млн шт/га – 2,23 т/га. Массовая доля белка находилась в пределах 38,5–38,9 %, масла – 19,6–19,8 %. Наибольший сбор белка получен при норме высева 0,55–0,66 млн шт/га – 837,6–867,5 кг, сбор масла составил 427,5–437,1 кг/га.

Ключевые слова: соя, норма высева сои, структура урожая, урожайность зерна, качество зерна

Для цитирования: Виноградов Д.В., Солодягина А.В., Евсенина М.В., и др. Влияние нормы высева сои на урожайность и качество зерна в условиях Нечерноземной зоны России // Вестник КрасГАУ. 2026. № 5. С. 3–14. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-3-14

Dmitry Valerievich Vinogradov¹, Anna Viktorovna Solodyagina², Marina Vladimirovna Evsenina³, Elena Vasilyevna Gureeva⁴

¹Moscow State University named after. M.V. Lomonosov, Moscow, Russia

^{1,3}Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

^{2,4}Institute of Seed Production and Agricultural Technologies – branch of the Federal Scientific Agro-Engineering Center VIM, Podvyazye village, Ryazan region, Russia

¹vdv-rz@rambler.ru

²solodyagina.ana@yandex.ru

³marina.vlady@mail.ru

⁴podvyaze@bk.ru

INFLUENCE OF SOYBEAN SEEDING RATE ON YIELD AND GRAIN QUALITY IN THE CONDITIONS OF THE NON-BLACK EARTH ZONE OF RUSSIA

The purpose of the research is to establish the influence of the soybean seeding rate on grain yield and quality. The research was conducted in the Ryazan region on experimental plots of the Department of Breeding and primary seed production of the ISA, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution FNATS VIM. The object of the study is soy of the Snezhana variety. The soil of the experimental site is dark gray woody, heavy loamy. The pH of the salt extract is 5.25, the pH hydrolytic acidity is 4.92 mg-eq./100 g. The content of humus according to Tyurin is 5.3 %, total nitrogen is 0.25 %, and hydrolysis nitrogen is 122.8 mg/kg. The Kirsanov content of mobile phosphorus is 340 mg/kg of soil, exchangeable potassium is 192 mg/kg of soil. The protein and oil content in seeds was determined by infrared spectroscopy using an Infratec 1241 whole grain analyzer. The experimental scheme included variants with different rates: 0.33, 0.44, 0.55, 0.66, 0.77, 0.88, 0.99 million units/ha. The hydrothermal coefficient for the growing season in 2023 was 1.04, and in 2024 it was 0.95 with annual averages of 1.23. The height of soybean plants was 98.2–131.2 cm. The optimal height of attachment of the lower bean during the research was revealed at a seeding rate of 0.55 million units/ha – 12.2 cm. The lowest branching was detected at a seeding rate of 0.88–0.99 million units/ha and amounted to 0.5–0.7 units. The number of productive nodes during the study period on the main stem ranged from 10.5 to 15.4 pcs., on the side stems from 1.7 to 25.4 pcs. From 29.0 to 53.8 pieces of beans were formed on the main stem, from 2.8 to 53.4 pieces on the side stems. The largest number of seeds from the plant was obtained at a seeding rate of 0.55 million units/ha – 242.2 units. The highest yield was obtained at a seeding rate of 0.66 million units/ha – 2.23 t/ha. The mass fraction of protein was in the range of 38.5–38.9 %, oil 19.6–19.8 %. The largest protein harvest was obtained at a seeding rate of 0.55–0.66 million units/ha – 837.6–867.5 kg, oil harvest was 427.5–437.1 kg/ha.

Keywords: soybean, seeding rate, crop structure, yield, quality

For citation: Vinogradov DV, Solodyagina AV, Evsenina MV, et al. Influence of soybean seeding rate on yield and grain quality in the conditions of the Non-black earth zone of Russia. *Bulletin of KSAU*. 2026;(5):3-14 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-3-14.

Введение. В настоящее время соя является одной из наиболее распространенных зернобобовых культур в мире. Она используется в качестве сырья в разных отраслях промышленности. Благодаря высокому содержанию белка и жира соя является пищевой, кормовой и техни-

ческой культурой. Площади возделывания сои в мире на протяжении многих лет увеличиваются; в нашей стране отмечается аналогичная тенденция, что объясняется растущим спросом на зерно данной культуры [1].

Мировое производство зерна сои достигло около 400 млн т в 2024 г. По прогнозу на 2025 г. объем производства превысит 430 млн т. За период с 2010 г. по настоящее время производство сои выросло более чем в 4 раза.

Лидерами по производству сои в мире считаются Аргентина, Бразилия и США. На долю этих стран приходится более 75 % мирового производства сои. Россия входит в десятку стран-лидеров по производству сои, занимая в настоящее время восьмое место с объемом производства 6,8 млн т.

Рост производства сои в России обусловлен не только увеличением посевных площадей, но и увеличением урожайности за счет применения современных технологий возделывания и селекционной работы. Предпосылкой для данной тенденции служит развитие промышленной переработки сои и производство соевого масла и шрота. Стимулирует увеличение объемов производства сои и государственная поддержка [2].

Эксперты отмечают увеличение объемов экспорта сои из России как в виде бобов, так и продуктов их переработки. Россия планомерно сокращает импорт сои, стремясь к импортозамещению, что способствует росту отечественного производства.

Производство сои высокорентабельно, что связано с высокими ценами на мировом рынке. Стимулирующим фактором, влияющим на ценообразование, служит высокий спрос как на внутреннем, так и на внешних рынках [3, 4].

Большая часть отечественного производства сконцентрирована на территории европейской части России. В 2024 г. посевные площади под соей достигли 4,3 млн га, что на 7,3 % больше, чем годом ранее.

Лидером по росту производства стали регионы Центрального федерального округа, где посевные площади превысили 2,0 млн га. Прирост посевных площадей к 2023 г. составил 30,2 % [5].

Наибольший рост производства сои демонстрируют Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская области, в которых площадь сева в 2024 г. выросла на 15–45 % по сравнению с 2023 г.

Лидирующие позиции по производству сои в России принадлежат Амурской области, на долю которой приходится около 30 % от объема производства в стране [6].

Несмотря на общую тенденцию увеличения посевных площадей в стране, в отдельных регионах наблюдается снижение посевов. Одним из регионов, в которых отмечено значительное уменьшение объемов производства сои, является Амурская область. Основной причиной уменьшения посевных площадей на 47 % являлись неблагоприятные погодные условия в 2023 г., что привело к значительному снижению урожайности культуры [7].

Рязанская область занимает 6-е место в России по объему сбора сои. Производство сои последние годы растет. В 2024 г. было собрано более 250 тыс. т зерна сои, что выше показателя 2023 г. на 5 %. Посевные площади за последние три года увеличились на 18 %. Лидерами по производству сои в Рязанской области являются Сараевский, Шацкий, Старожиловский, Скопинский и Михайловский районы [8].

Прогнозы на урожайность сои в 2025 г. были благоприятные, несмотря на снижение температуры воздуха в весенний период по сравнению со среднемноголетними значениями на 1–2 °С. Валовой сбор зерна сои по прогнозам в 2025 г. увеличился на 8–10 % по сравнению с предыдущим годом.

Особо следует отметить рост возделывания сортов отечественной селекции. Так, в Рязанской области в 2021 г. российские семена составляли 21 %, в 2024 г. их доля превысила 40 %.

Семена сои отличаются особым составом, который включает до 50 % белка, до 28 % жира, а также углеводы, аминокислоты, витамины А, группы В, Е, К и минеральные вещества, в т. ч. железо, кальций, магний, фосфор, калий, натрий, цинк, медь, марганец, селен. Соя содержит фитоэстрогены, клетчатку и нерастворимые сахара [9].

Соевое масло богато полезными жирными кислотами (линолевой, олеиновой, линоленовой, стеариновой, пальмитиновой), а также витаминами. Благодаря компонентам в своем составе оно улучшает работу головного мозга, снижает уровень холестерина в крови, служит для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, улучшает работу пищеварительной системы, укрепляет иммунную и нервную системы. Соевое масло используют в пищу, а также применяют в перерабатывающей промышленности, в т. ч. кондитерской и консервной [10].

На продуктивность сои влияет большое количество факторов, из которых можно выделить основные: агроклиматические, почвенные, технологические и сортовые. Одними из важнейших агротехнических приемов являются способ посева и норма высева семян, выбор которых регулирует густоту стояния и габитус растений сои [11, 12]. Изменение нормы высева влияет на биологические и морфологические характеристики растений, их развитие и формирование урожайности. Вследствие этого данные технологические приемы считаются одними из основных элементов сортовой агротехники [13].

Повысить урожайность сои возможно путем загущения посевов, однако до определенного лимита. Увеличение количества растений на единицу площади может привести к более интенсивному использованию ресурсов питательных элементов почвы, запасов влаги, а также к более эффективному применению солнечной энергии для фотосинтеза. При этом следует учитывать, что излишнее загущение может привести к конкуренции между растениями за ресурсы, снижению качества продукции и увеличению риска развития болезней и вредителей [14, 15].

Как следствие, в загущенных посевах растения имеют тонкий стебель, который не способен удержать вегетативную массу, что приводит к полеганию в период созревания, усложняя уборку и увеличивая потери зерна [16].

В то же время изреженные посевы тоже нежелательны, потому что они менее конкурентоспособны по отношению к сорнякам. При изреживании посевов растения получают достаточно солнечного света и закладывают больше боковых побегов, на которые расходуются питательные вещества, вместо использования их для формирования генеративных органов [17]. Хорошо развитые боковые побеги в период налива бобов могут обламываться, приводя к потерям и снижению урожайности [18]. В таких посевах нижние бобы располагаются слишком близко к поверхности почвы, что также увеличивает потери при уборке. Поэтому вопросы опре-

деления оптимальной густоты стояния и размера площади питания растений сои, изучаемые в работе, актуальны.

Цель исследования – изучить влияние нормы высева сои сорта Снежана на формирование элементов структуры урожая и урожайность культуры в условиях юга Нечерноземной зоны России.

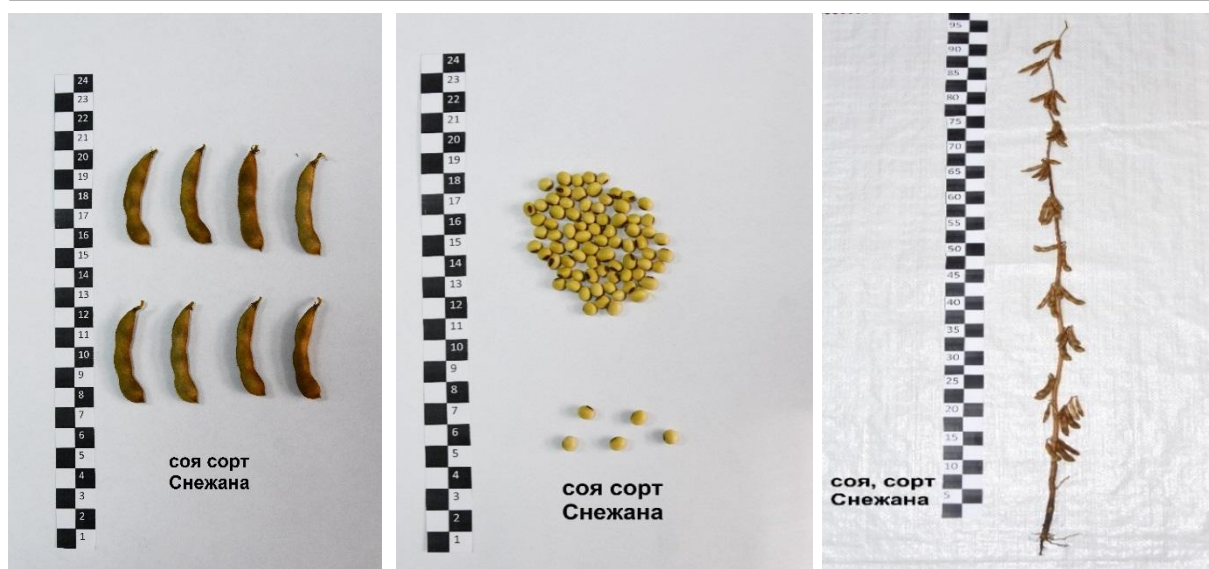
Задачи: оценить метеорологические условия в период проведения исследования; изучить биометрические показатели растений сои в зависимости от применяемых норм высева; определить элементы структуры урожая и урожайность сои по вариантам опыта; оценить качество зерна сои при разных нормах высева.

Объекты и методы. Исследования проводились в 2023–2024 гг. на опытных делянках отдела селекции и первичного семеноводства ИСА – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Рязанская область).

Почва на опытном поле темно-серая лесная, тяжелосуглинистая. рН солевой вытяжки – 5,25, рН гидролитической кислотности – 4,92 мг-экв/100 г. Содержание гумуса по Тюрину 5,3 %, общего азота – 0,25 %, гидролизного азота – 122,8 мг/кг. Содержание по Кирсанову подвижного фосфора – 340 мг/кг почвы, обменного калия – 192 мг/кг почвы.

В качестве объекта исследований был выбран сорт сои Снежана (рис.).

Сорт Снежана – раннеспелый, засухоустойчивый. Характеризуется очень ранним цветением и высокой устойчивостью к полеганию и осыпанию. Растения индетерминантные, высота средняя, цветки белые, опушение рыжеватокоричневое, семена среднего размера, желтого цвета с темно-коричневым рубчиком. Продолжительность вегетационного периода – 108 дней. Масса 1000 семян – 125–138 г. Средняя урожайность – 1,81 т/га. Содержание белка – 30,9–32,6 %, жира – 21,6–22,1 %. Оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». Регионы допуска: Центральный (3), Волго-Вятский (4).



а

б

в



г



д

Сорт Снежана: а – бобы; б – семена; в – растения; г – соцветие; д – мониторинг в агроценозе
Snezhana variety: a – beans; б – seeds; в – plants; г – inflorescence; д – monitoring in agrocnosis

Схема опыта включала варианты с разной нормой высева семян, млн шт/га: 0,33; 0,44; 0,55; 0,66; 0,77; 0,88; 0,99.

Повторность в опыте четырехкратная, размещение систематическое. Площадь опытной делянки – 100 м², учетной делянки – 50 м².

Агротехнические приемы возделывания сои – общепринятые в условиях Рязанской области. Предшественник – озимая пшеница. Обработка почвы – зяблевая вспашка осенью плугом на глубину 20–22 см, боронование весной с последующей культивацией (12–14 см). Предпосевная культивация 2–4 с внесением удобрений N70P50K50. Срок посева – I декада мая. Глубина заделки семян – 3 см. Уборка опытных посевов проводилась поделаячно, в фазу полной спелости культуры.

Для изучения массы 1000 семян был отобран сноповый материал (25 растений с каждой

опытной делянки) в фазу технической спелости культуры.

В течение вегетации посевы обрабатывали пестицидами. Против сорной растительности применяли гербицид «Видблок Плюс, МЭ», 2,0 л/га. Для борьбы с вредителями применяли инсектицид «Каратэ Зеон, МКС», 0,4 л/га, болезнями – фунгицид «Амистар Голд, СК», 1,0 л/га. Расход рабочей жидкости баковой смеси – 200 л/га.

Для оценки влагообеспеченности был проведен расчет гидротермического коэффициента. Определение содержания белка и масла в семенах проводилось методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе цельного зерна Infratec 1241.

Математическая обработка данных проведена по Б.А. Доспехову (2014).

Результаты и их обсуждение. Несмотря на то что погодные условия во время исследований имели существенные отклонения от среднелетних значений, в целом требования

растений сои были удовлетворены. Для характеристики погодных условий и уровня влагообеспеченности был использован гидротермический коэффициент (табл. 1).

Таблица 1

**Метеорологические показатели в период исследований
Meteorological indicators during the research period**

Год	Месяц			
	Май	Июнь	Июль	Август
Средняя температура воздуха, °С				
2023	13,2	16,6	18,7	19,7
2024	11,8	20,0	21,5	18,8
Среднемноголетние значения	14,0	17,4	19,6	17,7
Сумма активных температур воздуха, °С				
2023	364,9	498,9	580,0	612,1
2024	289,2	600,7	665,9	583,5
Среднемноголетние значения	434,0	522,2	607,6	548,3
Осадки, мм				
2023	32,4	37,4	110,5	37,8
2024	4,4	99,8	110,5	19,4
Среднемноголетние значения	40,0	55,0	65,0	55,0
ГТК				
2023	0,89	0,75	1,91	0,62
2024	0,15	1,66	1,66	0,33
Среднемноголетние значения	0,88	1,41	1,48	1,16

Вегетационный период 2023 г. характеризовался температурой ниже среднелетних значений. При этом осадки выпадали неравномерно. В июле 2023 г. осадков выпало 170 % от нормы.

В 2024 г. в начале вегетации (май) температура была на 2,2 °С ниже среднелетних значений. Однако в последующие месяцы сумма активных температур на 35–79 °С превысила норму.

Гидротермический коэффициент за период вегетации 2023 г. составил 1,04, 2024 г. – 0,95 при среднелетних значениях 1,23.

Изучение влияния нормы высева в различных по годам исследований погодных условиях позволяет выявить наиболее устойчивые и продуктивные варианты и раскрыть адаптивный потенциал сорта и эффективность густоты посева. Влияние норм высева лучше всего проявляется в критические фазы органогенеза, когда погодные условия наиболее экстремальны. Сравнение результатов в разные годы выявляет оптимальную норму высева, обеспечиваю-

щую стабильную урожайность независимо от метеорологических факторов. Разные погодные условия позволяют выявить взаимодействие нормы высева с генотипом, определяя наилучшие параметры для формирования высокой урожайности.

При норме высева 0,33 млн шт/га высота растений сои была 98,2 см. Увеличение нормы высева до 0,44–0,99 млн шт/га привело к увеличению высоты растений на 17,8–33,0 см. При этом было отмечено изменение высоты прикрепления нижнего боба на 2,4–7,4 см. Данный показатель важен при формировании урожая сои, так как в нижнем ярусе находится значительное количество бобов. При этом при высоте прикрепления нижнего боба ниже 10–12 см во время уборки происходит потеря до 10–13 % урожая. На данный показатель влияют разные факторы, в числе которых агроклиматические условия, агротехника возделывания, условия питания растений и выбор нормы высева. Оптимальная высота прикрепления нижнего боба при прове-

дении исследований была выявлена при норме высева 0,55 млн шт/га – 12,2 см.

С учетом того, что соя характеризуется низкой конкурентоспособностью по сравнению с сорными растениями, особенно важно развитие культурных растений в начале вегетации. При интен-

сивном накоплении зеленой массы сорняками происходит затенение растений сои, что замедляет фотосинтез и обменные процессы, удлиняет период вегетации. Биометрические показатели растений сои представлены в таблице 2.

Таблица 2

Биометрические показатели растений сои по вариантам опыта
Biometric indicators of soybean plants according to experimental options

Норма высева, млн шт/га	Высота, см		Количество ветвей, шт.
	растения	прикрепления нижнего боба	
0,33	98,2	9,8	3,2
0,44	117,8	12,7	1,8
0,55	116,0	12,2	3,0
0,66	129,3	14,0	1,3
0,77	128,0	13,2	1,0
0,88	121,3	15,8	0,7
0,99	131,2	17,2	0,5

Растения сои хорошо ветвятся. Ветвление сои является одним из ключевых факторов повышения урожайности, так как боковые побеги формируют дополнительные репродуктивные узлы, бобы и семена. Активное ветвление увеличивает количество бобов на растении и массу семян, стабилизируя продуктивность, что особенно важно при изреженных всходах. Ветвистые растения формируют значительно больше бобов, чем одностебельные, компенсируя низкую густоту посева. Развитые боковые побеги часто несут более крупные бобы, что повышает

общую массу семян с одного растения. Ветвление увеличивает общую площадь листовой поверхности и количество узлов, в которых закладываются бобы. Способность к ветвлению позволяет сое лучше адаптироваться к внешним условиям (освещение, питание), что обеспечивает более высокую и стабильную урожайность в условиях различных метеорологических условий вегетационного периода.

Нормы высева оказывает влияние и на элементы структуры урожая (табл. 3).

Таблица 3

Элементы структуры урожая сои по вариантам опыта
Elements of soy bean yield structure according to experimental options

Норма высева, млн шт/га	Количество, шт.					Число семян в бобе, шт.	Масса, г	
	продуктивных узлов		бобов		семян		семян с 1 растения	1000 семян
	на главном стебле	на боковых стеблях	на главном стебле	на боковых стеблях				
0,33	12,7	18,2	45,3	25,5	178,0	2,5	11,1	118,5
0,44	14,5	11,0	49,7	21,7	161,8	2,3	9,4	119,9
0,55	15,4	25,4	53,8	53,4	242,2	2,3	20,4	125,5
0,66	12,3	10,3	36,7	22,4	127,7	2,2	17,3	135,5
0,77	12,7	4,3	40,7	8,7	106,2	2,1	12,9	121,5
0,88	10,5	1,7	29,0	2,8	68,2	2,1	8,4	123,2
0,99	11,2	2,7	31,0	5,5	88,0	2,4	10,8	122,7

Управление ветвлением, включая подбор сортов и соблюдение норм высева, позволяет максимизировать производительность растений. В среднем на растении образуется от 1 до 5 ветвей в зависимости от сортовых особенностей. При уменьшении нормы высева на растениях формируется большее количество ветвей, стебли более развитые. Снижение количества ветвей на растении сои было отмечено при увеличении нормы высева до 0,66 млн шт/га и более. Наименьшая ветвистость выявлена при норме высева 0,88–0,99 млн шт/га и составила 0,5–0,7 шт.

На растении сои может образоваться до 20 продуктивных узлов. Количество продуктивных узлов за период исследований на главном стебле колебалось от 10,5 до 15,4 шт., на боковых стеблях – от 1,7 до 25,4 шт. Наибольшее количество продуктивных узлов было сформировано на растениях сои при норме высева 0,55 млн шт/га, что

имеет большое значение для получения высоких урожаев зерна.

На главном стебле было сформировано от 29,0 до 53,8 шт. бобов, на боковых стеблях количество бобов составило от 2,8 до 53,4 шт. При этом наибольшее количество семян было получено при норме высева 0,55 млн шт/га – 242,2 шт., что превышает остальные варианты на 26,5–71,8 %.

Урожайность сои зависит от нормы высева, благодаря правильному выбору которой обеспечивается максимальная продуктивность культуры. Увеличение нормы высева на истощенных почвах может повысить урожай, но на высокоплодородных лучший результат дает снижение нормы, так как излишняя густота может привести к полеганию и снижению урожайности. Превышение нормы высева может привести к загущению, развитию болезней.

Урожайность сои за период исследований представлена в таблице 4.

Таблица 4

Урожайность сои по вариантам опыта, т/га
Soybean yield according to experimental options

Норма высева, млн шт/га	2023 г.	2024 г.	Средняя
0,33	1,75	1,99	1,87
0,44	1,92	2,04	1,98
0,55	2,11	2,23	2,17
0,66	2,17	2,29	2,23
0,77	1,84	2,16	2,00
0,88	1,80	2,02	1,91
0,99	1,86	2,10	1,98
НСР ₀₅	0,18	0,06	×

В среднем за два года исследований наименьшая урожайность сои отмечена в варианте с нормой высева 0,33 млн шт/га – 1,87 т/га. При увеличении нормы высева урожайность выросла на 2,1–19,3 %. Наибольшая урожайность получена при норме высева 0,66 млн шт/га – 2,23 т/га.

Зерно сои является ценным сырьем для производства белковых концентратов и масла. Поэтому качество продукции оценивают по данным показателям (табл. 5).

Количество семян в бобе – показатель, который не подвержен сильной изменчивости и формируется в зависимости от сортовых осо-

бенностей. В ходе исследований количество семян в бобе составило 2,1–2,5 шт.

Индивидуальная продуктивность растений (масса семян с одного растения) минимальна при норме высева 0,88 млн шт/га – 8,4 г. Наибольший показатель был получен при норме высева 0,55 млн шт/га – 20,4 г.

Масса 1000 зерен увеличивается при норме высева от 0,33 млн до 0,66 млн шт/га со 118,5 до 135,5 г. При дальнейшем увеличении нормы высева масса 1000 зерен снижается до 121,5–123,2 г.

Качество зерна сои по вариантам опыта
Quality of soy bean seed according to experience options

Норма высева, млн шт/га	Содержание, %		Сбор, кг/га	
	Белок	Масло	Белок	Масло
0,33	38,5	19,8	720,0	370,3
0,44	38,7	19,6	766,3	388,1
0,55	38,6	19,7	837,6	427,5
0,66	38,9	19,6	867,5	437,1
0,77	38,9	19,6	778,0	392,0
0,88	38,7	19,7	739,2	376,3
0,99	38,5	19,6	762,3	388,1

Увеличение нормы высева сои повышает густоту посевов, создавая конкуренцию и уменьшая освещенность и площадь питания, что стимулирует белковый обмен, но подавляет синтез жиров.

Содержание белка и масла по вариантам опыта изменялось незначительно. Массовая доля белка находилась в пределах 38,5–38,9 %, масла – 19,6–19,8 %. Вместе с тем выход белка и масла с единицы площади зависел в большей степени не от содержания в зерне, а от урожайности культуры. Наибольший сбор белка с гектара получен при норме высева 0,55–0,66 млн шт/га – 837,6–867,5 кг. Сбор масла достиг наибольших значений на этих же вариантах и составил 427,5–437,1 кг/га.

Заключение. Изучение биометрических показателей позволило установить, что наиболее высокие растения сои были при норме высева 0,66 млн шт/га – 129,3 см. Наиболее оптимальная высота прикрепления нижнего соцветия была получена при норме высева 0,55 млн шт/га и составила 12,2 см при сохранении ветвистости 3,0 шт. Дальнейшее увеличение нормы высева привело к тому, что высота прикреп-

ления нижнего соцветия стала выше на 1,8–5,0 см. Наибольшее количество продуктивных узлов отмечено при норме высева 0,55 млн шт/га – 15,4 шт. на главном стебле и 25,4 шт. на боковых стеблях. При этом количество бобов составило 53,8 и 53,4 шт. на главном и боковых стеблях соответственно. Количество семян составило 242,2 шт. Число семян в бобе было стабильным и варьировало по вариантам опыта незначительно – от 2,1 до 2,5 шт. Наибольшая масса 1000 семян получена на варианте с нормой высева 0,66 млн шт/га – 135,5 г и 0,55 млн. шт/га – 125,5 г. Наиболее высокую урожайность сои обеспечило применение нормы высева 0,55 и 0,66 млн шт/га – 2,17–2,23 т/га. Содержание белка и масла по вариантам опыта было стабильно и находилось на уровне 38,5–38,9 % белка, 19,6–19,8 % масла. Увеличение сбора белка до 837,6–867,5 кг/га и масла до 427,5–437,1 кг/га при норме высева 0,55–0,66 млн шт/га связано с повышением урожайности культуры. Таким образом, на основании проведенных исследований на темно-серой лесной почве рекомендуется соблюдать норму высева сои сорта Снежана 0,55–0,66 млн шт/га.

Список источников

1. Кривошлыков К.М., Рощина Е.Ю. Современные тенденции рынка сои в мире и России // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2016. Вып. 2. С. 68–72. EDN: WXSND.
2. Ольховатов Е.А., Пономаренко Л.В., Коваленко М.П. Использование сои в пищевых и медицинских целях // Молодой ученый. 2015. № 15. С. 231–235. EDN: UCRKQT.
3. Салиджанова Ш.Д., Рузибаев А.Д., Ботирова М.Н., и др. Исследование переработки соевого масла и использование его при производстве маргарина // Universum: технические науки. 2018. № 12 (57). С. 1–6. EDN: VPEAHW.
4. Хадарова И.В., Васильева Т.И., Елисеева Л.В. Изучение способов посева сои в УНПЦ Студенческий Чувашской ГСХА. В сб.: XIV Всероссийская научно-практическая конференция молодых

- ученых, аспирантов и студентов «Молодежь и инновации», 21–22 марта 2018 г. Чебоксары: Изд-во Чувашской ГСХА, 2018. С. 74–76. EDN: YXAGPS.
5. Каюкова О.В., Елисеева Л.В., Елисеев И.П. Реакция сортов сои на способы посева // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 31–35. DOI: 10.17022/хаq6-5949. EDN: GPIURK.
 6. Иншаков С.В., Редкокашина А.В., Редкокашин А.А., и др. Прогнозирование урожайности сои при двухстрочном способе посева // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9. С. 86–93. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-86-93. EDN: FXYJNF.
 7. Чепелев Г.П., Михайлова М.П. Влияние структуры посева и нормы высева семян на формирование урожайности сои сорта Китросса // Земледелие. 2020. № 4. С. 22–25. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10406. EDN: UZJTHO.
 8. Singh B., Kaur G., Quintana-ashwell N.E., et al. Row spacing and irrigation management affect soybean yield, water use efficiency and economics // *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 277. P. 108087. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.108087. EDN: JYXBXJ.
 9. Митанова Н.Б., Пешкова А.А., Поморцев А.В., и др. Оптимизация нормы высева семян сои для выращивания ее в лесостепи Иркутской области // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2014. Вып. 1 (157–158). С. 69–73. EDN: SFBQRH.
 10. Хадарова И.В., Филиппова С.В., Елисеева Л.В. Продуктивность сои в зависимости от способов и норм высева в условиях Чувашской Республики // Успехи современного естествознания. 2020. № 5. С. 13–17. DOI: 10.17513/use.37385. EDN: VFXSWM.
 11. Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В., Матвеева О.Л. Нормы высева и способы посева раннего сорта сои северного экотипа Памяти Фадеева в условиях Чувашии // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019. № 2 (30). С. 62–67. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11090. EDN: ZTLUTR.
 12. Swapna N., Shahana F., Prabhakar Reddy T., et al. Impact of sowing methods and varying seed rates on soybean (*Glicine max.* L.) yield // *Multilogic in Science*. 2020. Vol. 10, is. 33. P. 695–696.
 13. Балакай Г.Т., Юркова Р.Е., Докучаева Л.М. Формирование урожайности сортов сои различных групп спелости под влиянием способов посева и норм высева // *Мелиорация и гидротехника*. 2023. Т. 13, № 2. С. 198–211. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-2-198-211. EDN: LDOMSE.
 14. Евсенина М.В., Виноградов Д.В., Лупова Е.И. Оценка эффективности применения гербицидов в посевах сои и гороха // *Пермский аграрный вестник*. 2024. № 3 (47). С. 12–19. DOI: 10.47737/2307-2873_2024_47_12. EDN: EYEWHZ.
 15. Фадькин Г.Н., Лупова Е.И., Виноградов Д.В., и др. Обоснование применения различных форм азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры и их влияние на плодородие серой лесной почвы // Вестник КрасГАУ. 2020. № 7. С. 63–71. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-7-63-71. EDN: KKZAWO.
 16. Виноградов Д.В., Василева В.М., Макарова М.П., и др. Агроэкологическое действие осадка сточных вод и его смесей с цеолитом на агроценозы масличных культур // *Теоретическая и прикладная экология*. 2019. № 3. С. 127–133. DOI: 10.25750/1995-4301-2019-3-127-133. EDN: QGGVZT.
 17. Vinogradov D.V., Byshov N.V., Bozhenova E.V., et al. Peculiarities of growing gold-of-pleasure for oilseeds and its use in feed production in the non-chernozem zone of Russia // *Amazonia Investiga*. 2018. Vol. 7, N 16. P. 37–45. EDN: UDTSUK.
 18. Ilinsky A.V., Vinogradov D.V., Politaeva N.A., et al. Features of the phytoremediation by agricultural crops of heavy metal contaminated soils // *Agronomy*. 2023. Vol. 13, N 1. P. 127. DOI: 10.3390/agronomy13010127. EDN: OQH NKY.

References

1. Krivoshlykov KM, RoshchinaEYu. The modern tendencies of soybean market in the world and Russia. *Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops*. 2016;2: 68-72. (In Russ.). EDN: WXS KND.

2. Olkhovатов EA, Ponomarenko LV, Kovalenko MP. Use of soybeans for food and medical purposes. *Young scientist*. 2015;15:231-235. (In Russ.). EDN: UCRKQT.
3. Salidzhanova ShD, Ruzibaev AD, Botirova MN, et al. Study of soybean oil processing and its use in margarine production. *Universum: technical sciences*. 2018;12(57):1–6. EDN: VPEAHW.
4. Khadarova IV, Vasilyeva TI, Eliseeva LV. Studying the ways of soy sowing in the studentsky studicheskyy chuvashskaya gsa. In: XIV Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya molody`x ucheny`x, aspirantov i studentov “Molodezh` i innovaci”, 21–22 Marta 2018. Cheboksary: Chuvashia State Agricultural Academy; 2018. P. 74–76. (In Russ.). EDN: YXAGPS.
5. Kayukova OV, Eliseeva LV, Eliseev IP. Response of soybean varieties to sowing methods. *Vestnik Chuvash State Agrarian University*. 2019;1(8):31-35. DOI: 10.17022/xaq6-5949. EDN: GPIURK.
6. Inshakov SV, Redkokashina AV, Redkokashin AA. Forecasting the yield of soybeans with a two-row sowing method. *Bulletin of KSAU*. 2020;9:86-93. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-86-93.
7. Chepelev GP, Mikhailova MP. Influence of sowing structure and seeding rate on the formation of yield of soybean variety Kitrossa. *Agriculture*. 2020;4:22-25. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10406.
8. Singh B, Kaur G, Quintana-Ashwell NE, et al. Row spacing and irrigation management affect soybean yield, water use efficiency and economics. *Agricultural Water Management*. 2023;277:108087. DOI: 10.1016/j.agwat.2022.108087. EDN: JYXBXJ.
9. Mitanova NB, Peshkova AA, Pomortsev AV, et al. Optimization of the sowing rate of soybean seeds for its cultivation in the forest-steppe of the Irkutsk region. Oil Crops. *Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil Crops*. 2014;1(157-158):69-73. (In Russ.).
10. Khadarova IV, Filippova SV, Eliseeva LV Soybean productivity depending on seeding methods and rates in the Chuvash Republic. *Advances in current natural sciences*. 2020;5:13-17. (In Russ.). DOI: 10.17513/use.37385. EDN: VFXSWM.
11. Fadeeva MF, Vorobyeva LV, Matveeva O. L. The norms and methods of seeding of the early sort of soy bean o the northern ecotype «Fadeev memory» in the conditions of Chuvashia. *Legumes and goat crops*. 2019;2 (30): 62-67. (In Russ.). DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11090.
12. Swapna N, Shahana F, Prabhakar Reddy T, et al. Impact of sowing methods and varying seed rates on soybean (*Glicine max. L.*) yield. *Multilogic in Science*. 2020;10(33): 695-696. DOI:10.1016/B978-0-
13. Balakai GT, Yurkova RE, Dokuchaeva LM. Formation of yield of soybean varieties of different maturity groups under the influence of sowing methods and seeding rates. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2023;13(2)198-211. DOI: 10.31774/2712-9357-2023-13-2-198-211. (In Russ.). EDN: LDOMSE.
14. Evsenina MV, Vinogradov DV, Lupova EI. Evaluation of the effectiveness of herbicides in soybean and pea crops. *Perm Agrarian Journal*. 2024;3(47):12-19. (In Russ.). DOI: 10.47737/2307-2873_2024_47_12. EDN: EYEWHZ.
15. Fadkin GN, Lupova EI, Vinogradov DV, et al. Rationale for the use of various forms of nitrogen fertilizers for agricultural crops and their influence on the fertility of gray forest soil. *Bulletin of KSAU*. 2020;7:63-71. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2020-7-63-71. EDN: KKZAWO.
16. Vinogradov DV, Vasilyeva VM, Makarova MP, et al. Agroecological effect of sewage sludge and its mixtures with zeolite on agrocenoses of oilseeds. *Theoretical and applied ecology*. 2019;3:127-133. (In Russ.). DOI: 10.25750/1995-4301-2019-3-127-133. EDN: QGGVZT.
17. Vinogradov DV, Byshov NV, Bozhenova EV, et al. Peculiarities of growing gold-of-pleasure for oilseeds and its use in feed production in the non-chernozem zone of Russia. *Amazonia Investiga*. 2018;7(16):37-45. (In Russ.). EDN: UDTSUK.
18. Ilinsky AV, Vinogradov DV, Politaeva NA, et al. Features of the phytoremediation by agricultural crops of heavy metal contaminated soils. *Agronomy*. 2023;13(1):127. DOI: 10.3390/agronomy13010127 EDN: OQH NKY.

Статья принята к публикации 23.03.2026 / The article accepted for publication 23.03.2026

Информация об авторах:

Дмитрий Валериевич Виноградов, заведующий кафедрой агрономии и защиты растений, доктор биологических наук, профессор

Анна Викторовна Солодягина, младший научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства

Марина Владимировна Евсенина, доцент кафедры агрономии и защиты растений, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Елена Васильевна Гуреева, ведущий научный сотрудник отдела селекции и первичного семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Dmitry Valerievich Vinogradov, Head of the Department of Agronomy and Plant Protection, Doctor of Biological Sciences, Professor

Anna Viktorovna Solodyagina, Junior Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production

Marina Vladimirovna Evsenina, Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Protection, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Elena Vasilyevna Gureeva, Leading Researcher, Department of Breeding and Primary Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences

