

Научная статья

УДК 635.655:631.53.048

EDN UWGUHN

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-64-73>

**Формирование семенной продуктивности сои
в зависимости от способа посева и нормы высева семян**

Сергей Васильевич Рафальский¹, Наталья Батрбековна Рафальская²

^{1,2} Всероссийский научно-исследовательский институт сои

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ rsv@vniisoi.ru, ² rnb0676@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты полевых исследований, проведенных в 2021–2023 гг. и направленных на создание рациональной пространственной структуры размещения растений в посевах сои за счет оптимального сочетания способа и нормы высева семян с целью повышения семенной продуктивности новых сортов для ускоренного сортосовершенствования и сортосмены. Полевые опыты осуществлялись на луговой черноземовидной почве опытного поля Всероссийского научно-исследовательского института сои в достаточно благоприятных для культуры метеорологических условиях. Схема опыта включала: рядовой с междурядьями 15 см и ширококорядный с междурядьями 45 см посева ультраскороспелого сорта сои Топаз с нормой высева 400 и 600 тыс. всхожих семян/га соответственно. Традиционный рядовой посев всхожих семян с нормой высева 400 тыс./га повышал урожайность сорта до 2,8 т/га, обеспечивая семенную продуктивность сои на уровне 2,3 т/га. Ширококорядный посев с нормой высева, равной 600 тыс. всхожих семян/га, формируя урожайность более 3,0 т/га, способствовал семенной продуктивности посева, составляющей 2,42 т/га. В результате установлено, что сочетание указанных способов посева способствовало рациональному пространственному размещению растений в сортовом соевом агроценозе, которое при увеличении семенной продуктивности сорта на 18–27 %, обеспечивало повышение биопроductивности ценоза на 26 %.

Ключевые слова: соя, сорт, структура посева, способ посева, норма высева, семенная продуктивность

Для цитирования: Рафальский С. В., Рафальская Н. Б. Формирование семенной продуктивности сои в зависимости от способа посева и нормы высева семян // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 2. С. 64–73. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-64-73>.

Original article

**Formation of soybean seed productivity
depending on seeding method and rate**

Sergey V. Rafalskiy¹, Natalia B. Rafalskaya²

^{1,2} All-Russian Scientific Research Institute of Soybean

Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

¹ rsv@vniisoi.ru, ² rnb0676@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of field research, conducted in 2021–2023. The research was aimed at creating the efficient space structure of soybean while sowing. This structure was based on seeding method and rate. It has been done to increase the seed production of new varieties for accelerated variety renewal as well as for variety changing. The field experiments were conducted at alluvial chernozem-like soil on the experimental field of All-Russia Scientific Research Institute of Soybean with the fairly beneficial weather conditions for soybean. The

experiment scheme included row sowing with 15 cm row spacing and 45 wide-space sowing of Topaz variety. It was an ultra-early ripening variety with the seed rating from 400 to 600 thousand viable seeds per hectare, respectively. The traditional row sowing of viable seeds with the seed rating 400 thousand per hectare increased the variety crop production up to 2.8 t/ha proving the soybean seeds production at 2.3 t/ha. The wide-space sowing with the seed rating 600 thousand viable seeds per hectare produced the crop yield over 3t/ha promoting the soybean seed production at 2.42 t/ha. As the result, it has been detected that combination this seeding method induced the efficient space structure of plants within the soybean variety agrocenosis. While increasing the variety seed productivity up to 18–27%, the bioproductivity of cenosis was increased at 26%.

Keywords: soybean, variety, seeding structure, seeding method, seeding rate, seed productivity

For citation: Rafalskiy S. V., Rafalskaya N. B. Formation of soybean seed productivity depending on seeding method and rate. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2024;18;2:64–73. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-64-73>.

Введение. Эффективность соеводства прежде всего зависит от сортовой составляющей, которая включает результативное использование сельскохозяйственными товаропроизводителями высокопродуктивных и технологичных сортов. Основной задачей при создании таких сортов сои является существенное улучшение количественных и качественных хозяйственно полезных сортовых признаков. Наиболее полная реализация потенциальной продуктивности генотипа предполагает обязательное применение в технологии возделывания культуры агроприемов, максимально сопряженных с биологией культивируемого сорта.

Первостепенно значимым этапом изучения новых сортов и разработки приемов их возделывания с целью совершенствования технологии производства сои, учитывающей агроэкологические особенности генотипа, является оптимизация пространственного размещения семян при посеве в ценозе на фоне воздействия окружающих факторов внешней среды. Формирование рациональной пространственной структуры посева обеспечивается способом размещения семян (способом посева), который организует горизонтальное их распределение на площади питания. Норма высева семян обеспечивает необходимую насыщенность ими посева. Эти факторы непосредственно влияют как на индивидуальную продуктивность растений в ценозе, так и на устойчивость и продуктивность всего фитосообщества. В этой связи максимум потенциальной продуктивности культивируемые сорта реализуют только при создании оптимальных условий выращивания [1, 2].

Отдельные авторы утверждают, что изменение структуры соевого агроценоза создает возможность существенного повышения уровня его продуктивности за счет изменения внутренних конкурентных взаимоотношений [3]. По наблюдениям других, создание оптимальной пространственной структуры, формируемой в зависимости от сортовых особенностей культуры, обеспечивает необходимую для эффективной продуктивности фотосинтеза величину листовой поверхности растений сои [4].

По данным У. А. Десаева с соавторами, наряду с фотосинтетической деятельностью растений, симбиотическая азотфиксация сои, напрямую связанная с массой активных клубеньковых бактерий, зависит не только от сорта, но и от нормы и способа посева семян [5]. При этом параметры пространственной структуры размещения растений способны влиять на сохранность их к уборке, скорость и характер ростовых и формообразующих процессов и, в определенной степени, на продолжительность вегетационного периода сорта [6–13].

На основании анализа результатов проведенных полевых и лабораторных экспериментов, некоторые авторы отмечают увеличение урожайности сои в потомстве (урожайных свойств семян) на фоне последствия широкорядного посева с междурядьями 45 см и нормой высева всхожих семян сорта Романтика в количестве 600 тыс./га; в отношении сорта Скеля данное увеличение обусловлено рядовым посевом с междурядьями 15 см и нормой высева 800 тыс. всхожих семян/га [14, 15].

При этом способ сева, ширина междурядий, норма высева семян индивидуально конкретны для каждого сорта сои и являются основными элементами сортовой технологии, которые невозможно исправить последующими технологическими операциями [13].

Целью исследований явилось установление способа посева и нормы высева семян ультраскороспелого сорта сои *Топаз*, обеспечивающих формирование рационального пространственного размещения растений в посеве и повышенную семенную продуктивность культуры для ускоренного сортообновления и сортосмены.

Условия, объекты и методы исследований. Полевые опыты были заложены на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института сои (Амурская область, Тамбовский район, село Садовое) в условиях вегетационных периодов 2021–2023 гг.

Почва опытного участка луговая черноземовидная, тяжелая по гранулометрическому составу. Содержание гумуса составляло 4,5–4,7 %; рН^{сол.} – 5,2. Содержание аммонийного азота достигало от 19 до 28 мг/кг почвы, нитратного – 30–56 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 46–49 мг/кг почвы; обменного калия – 130–190 мг/кг почвы. Объемная масса почвы составляла 1,04–1,1 г/см³, пористость – 43,8 %.

Объектами исследований являлись растения и семена сои сорта *Топаз* селекции Всероссийского научно-исследовательского института сои (патент № 10992 от 10.03.2020 г.). Сорт ультраскороспелый, высокопродуктивный, с комплексной устойчивостью к грибным, бактериальным болезням, полеганию. Период вегетации равен 89–93 дней. Содержание масла составляет 20 %, белка – 41 %. Тип роста растения – индетерминантный. Куст является прямостоячим, количество ветвей – 3 длинных и 2 укороченных. Лист – 3-листочковый, заостренно-яйцевидный. Цветок – фиолетовый, соцветие – кисть. Семена – бледно-желтые, удлиненной формы, гладкие [16].

Методом исследований выступал полевой опыт, который включал в себя лабораторные определения и биохимический анализ.

Схема опыта предполагала:

1) *два способа посева:* рядовой с междурядьями 15 см и широкорядный с междурядьями 45 см;

2) *две нормы высева всхожих семян,* равные 400 и 600 тыс./га.

Площадь делянки при рядовом посеве 144 м², учетная – 100 м²; при широкорядном – 180 и 100 м² соответственно. Повторность четырехкратная. Размещение вариантов (делянок) – систематическое. Использована агротехника – общепринятая для южной зоны Приамурья, за исключением изучаемых агроприемов [17].

Предшественник – яровая пшеница. Минеральные удобрения – перед посевом N₃₀P₆₀. Закладка опыта, проведение учетов и наблюдений осуществлялись общепринятыми для культуры соя методами [18]. Биохимический анализ семян проводили на анализаторе NIR-42.

Местные агрометеорологические условия обусловлены резко-континентальным зимним климатом с элементами летних муссонных осадков, которые формируются в зависимости от температурных характеристик.

Весна 2021–2022 гг. была теплее нормы. Переход среднемесячной температуры воздуха через нулевую отметку к положительным значениям в годы исследований отмечался на две недели раньше среднемноголетних данных. Начиная с апреля, температура воздуха, превышая норму на 0,8–1,9 °С, способствовала раннему проведению предпосевной обработки почвы. Термический режим в мае был достаточно неустойчив с резкими контрастами температур воздуха: от положительных до отрицательных их аномалий. Посев сои проводили в конце мая – начале июня при температурной среднеклиматической норме, в прогретую и достаточно увлажненную почву. Исключение составил 2021 г. с частыми майскими дождями и периодическим перенасыщением почвы влагой, что вызывало определенные затруднения при посеве семян. Температурный фон июня в годы исследований был близок к норме, за исключением 2023 г., когда в I декаде наблюдалось понижение температуры воздуха относительно нормы на 0,7–1,3 °С. Обильные осадки, выпавшие в виде дождей в III декаде (2 нор-

мы) на фоне пониженной среднесуточной температуры воздуха, сдерживали начало цветения (R_1) сои.

В остальные годы темпы накопления тепла были на 9–20 °С выше нормы. Из-за осадков, выпавших во II и III декадах июня, отмечалось достаточное увлажнение пахотного слоя почвы, которое составило 60–70 % ППВ и обеспечивало нормальный рост и развитие растений сои. Среднесуточная температура воздуха в июле на 1,2–4,0 °С превышала норму. Август характеризовался обильными дождями, по осадкам превышающими среднемноголетние показатели на 17–91 мм. Такая ситуация, особенно на фоне пониженных температур (на 0,3–1,0 °С) затягивала образование бобов и налив семян.

Гидротермический режим в сентябре за весь период исследований находился в пределах нормы, что стимулировало накопление урожая и способствовало его дозреванию.

В целом погодные условия вегетационных периодов во все годы проведения исследований были достаточно благоприятны для сои.

Результаты исследований. При посеве 7 июня, в условиях вегетационного периода 2021 г., начало всходов растений сои изучаемого сорта было отмечено 14–17 июня. В условиях 2022 г., когда посев семян состоялся 5 июня, начало всходов растений наблюдалось 11–12 июня. В 2023 г., при сроке посева 1 июня, начало всходов растений установлено 9–10 июня.

Первый настоящий лист растениями сои был образован, соответственно по годам: 29–30; 27–29 и 22–23 июня. Третий настоящий лист в среднем по годам был сформирован 3–9 июля.

Конец бутонизации и начало цветения в 2021 г. отмечены 16–17 июля; в 2022 и 2023 г. соответственно 13–15 июля и 11–13 июля. Массовое цветение сорта наблюдалось в 2021 г. с 21 по 22 июля; в 2022 г. – с 18 по 20 июля и в 2023 г. – с 18 по 19 июля.

В целом за три года проведения полевых опытов при осуществлении фенологических наблюдений существенных различий в прохождении фаз роста растений по датам и продолжительности межфазных периодов в зависимости от изучаемых факторов не установлено. Влияния изучаемой разновариантной пространственной структуры размещения растений в посеве на продолжительность вегетационного периода культивируемого сорта не отмечено.

Полевая всхожесть семян в эксперименте при норме высева 400 тыс. всхожих семян/га, приближаясь к расчетной, составляла в среднем за три года от 380 до 415 тыс. взошедших на 1 га растений. В вариантах с размещением 600 тыс. всхожих семян/га ее величина варьировала в пределах 584–616 тыс. растений сои.

Отклонения фактической густоты стояния в период массовых всходов от расчетной были незначительными и составляли: при 400 тыс. всхожих семян/га в зависимости от способа посева не более 3 %; при расчетных 600 тыс. всхожих семян/га не более 1,3 %.

Сохранность растений к уборке была достаточно высокой и варьировала от 94,2 до 95,1 % (табл. 1).

Урожай сои сорта Топаз на 1 га в среднем за три года был сформирован на уровне 2,40–3,02 т с наибольшей его величиной (3,02 т/га) в варианте с междурядья-

Таблица 1 – Сохранность растений сорта Топаз в зависимости от способа посева и нормы высева семян, средняя за 2021–2023 гг.

Table 1 – Safety of Topaz variety plants depending on seeding method and rate, average for 2021–2023

В процентах (in percent)

Способ посева	Норма высева, тыс. всхожих семян/га	
	400	600
Рядовой с междурядьями 15 см	95,1	94,6
Широкорядный с междурядьями 45 см	94,6	94,2

ми шириной 45 см (широкорядный посев) при норме высева, равной 600 тыс. всхожих семян/га (табл. 2).

В рядовом посеве наибольший уровень урожайности сои был установлен в варианте с размещением семян в количестве 400 тыс. шт./га – 2,80 т/га. Таким образом, при рядовом способе посева данная норма высева семян обеспечивала существенную прибавку урожая в сравнении с посевом с нормой высева всхожих семян, составляющей 600 тыс. шт./га. Величина прибавки в среднем за три года составляла 0,32 т/га.

Среднегодовая прибавка урожая изучаемого сорта при размещении его рядовым способом при норме высева, равной 400 тыс. всхожих семян/га, относительно широкорядного посева с этой же нормой высева, составляла 0,40 т/га, при наименьшей существенной разнице на 5-процентном уровне значимости, равной по годам от 0,04 до 0,16 т/га.

Анализ морфометрических показателей элементов структуры урожая позво-

лил определить, что у изучаемого сорта наибольшие значения средних за три года показателей количества бобов при рядовом посеве (36 шт.), а также количества семян (76 шт.), их массы (12,7 г на одном растении), массы 1 000 семян (163 г) были сформированы при высева 400 тыс. всхожих семян/га (табл. 3).

При посеве сои широкорядно, максимальная величина указанных показателей была установлена при норме высева 600 тыс. всхожих семян/га и составляла по отмеченным показателям 38 и 80 шт. и 13,1 и 164,6 г соответственно.

Наиболее высокий выход кондиционных по размеру семян изучаемого сорта с общим урожаем в рядовом посеве установлен при норме высева 400 тыс. всхожих семян/га – 82,2 %; в широкорядном посеве с нормой высева 600 тыс. всхожих семян/га – 80,0 %. В других вариантах сочетаний способа посева и нормы высева выход семенной фракции с общим урожаем сои был ниже, составив 78,5 и 79,3%, что представлено в таблице 4.

Таблица 2 – Влияние способа посева и нормы высева семян на урожайность сои сорта Топаз, средняя за 2021–2023 гг.

Table 2 – Influence of seeding method and rate on the yield of Topaz soybean variety, average for 2021–2023

В тоннах на гектар (in tons per hectare)

Способ посева	Норма высева, тыс. всхожих семян/га	
	400	600
Рядовой с междурядьями 15 см	2,80	2,48
Широкорядный с междурядьями 45 см	2,40	3,02
Примечание: НСР ₀₅ , т/га: 2021 г. – 0,04; 2022 г. – 0,16; 2023 г. – 0,03.		

Таблица 3 – Морфометрические показатели структуры урожая сои сорта Топаз в зависимости от способа посева и нормы высева семян, среднее за 2021–2023 гг.

Table 3 – Morphometric indicators of the yield structure of Topaz soybean variety depending on seeding method and rate, average for 2021–2023

Способ посева и норма высева (тыс. всхожих семян/га)	Величина показателя (в пересчете на одно растение)				Масса 1 000 семян, г	
	высота, см		количество, шт.			
	растения	прикрепления нижнего боба	бобов	семян	масса семян, г	
Рядовой, 400	74	15	36	76	12,7	162,7
Рядовой, 600	79	15	33	68	8,9	152,5
Широкорядный, 400	64	15	31	60	12,0	155,1
Широкорядный, 600	66	15	38	80	13,1	164,6

Таблица 4 – Выход семенной фракции в общем урожае сои сорта Топаз, среднее за 2021–2023 гг.

**Table 4 – Yield of seed fraction in total yield of Topaz soybean variety, average for 2021–2023
В процентах (in percent)**

Способ посева и норма высева (тыс. всхожих семян/га)	Фракции		Отходы
	семенная	мелкая	
Рядовой, 400	82,2	7,5	10,3
Рядовой, 600	78,5	9,4	12,1
Ширококорядный, 400	79,3	7,4	13,3
Ширококорядный, 600	80,0	6,9	13,1

Таким образом, как по каждому конкретному году полевых исследований, так и в среднем за весь период изучения, экспериментально установлена тенденция увеличения доли семян в общем урожае при пространственной структуре размещения растений, формируемой рядовым посевом с нормой высева 400 тыс. всхожих семян/га, или при применении ширококорядного способа с нормой высева, составляющей 600 тыс. всхожих семян/га.

Расчетный с 1 га сбор кондиционных по размеру семян варьировал от 1,90 до 2,42 т (табл. 5). При этом наибольший

уровень семенной продуктивности с 1 га возделывания у сорта Топаз в рядовом посеве был сформирован при норме высева 400 тыс. всхожих семян/га (2,30 т). При размещении сорта ширококорядно в посеве наибольший эффект с этой же площади получен с нормой высева 600 тыс. всхожих семян/га (2,42 т).

На посевные качества семян сои изучаемые приемы возделывания существенного влияния не оказали. Величина энергии прорастания семян составляла 92,0–93,2 %, лабораторной всхожести – от 95,1 до 95,8 % (табл. 6).

Таблица 5 – Семенная продуктивность сои сорта Топаз в зависимости от способа посева и нормы высева семян, среднее за 2021–2023 гг.

Table 5 – Seed productivity of Topaz soybean variety depending on seeding method and rate, average for 2021–2023

В тоннах на гектар (in tons per hectare)

Способ посева	Норма высева, тыс. всхожих семян/га	
	400	600
Рядовой с междурядьями 15 см	2,30	1,95
Ширококорядный с междурядьями 45 см	1,90	2,42

Таблица 6 – Влияние приемов возделывания сои сорта Топаз на посевные качества семян, среднее за 2021–2023 гг.

Table 6 – Impact of cultivation methods for Topaz soybean variety on sowing quality of seeds, average for 2021–2023

В процентах (in percent)

Способ посева и норма высева семян, (тыс. всхожих семян/га)	Энергия прорастания	Лабораторная всхожесть
Рядовой, 400	93,2	95,8
Рядовой, 600	92,0	95,3
Ширококорядный, 400	92,6	95,1
Ширококорядный, 600	93,1	95,6

При создании сортов сои важнейшим направлением в практической селекции является сочетание повышенной продуктивности генотипа с лучшими биохимическими показателями семян, особенно содержанием в них белка и масла.

У сорта Топаз в силу своих физиолого-биохимических особенностей массовая доля белка в семенах находится на уровне 41 %, масла – 20 %.

В складывающихся условиях вегетационных периодов полевого эксперимента содержание белка в семенах сорта Топаз изменялось от 38,95 до 39,93 % с размахом вариации, составлявшим меньше единицы (0,98 %) (табл. 7).

При этом отмечена определенная тенденция повышенного содержания белка в семенах по вариантам выращивания: при рядовом посеве – 400 тыс. всхожих семян/га (39,93 %), при ширококормном посеве – 600 тыс. всхожих семян/га (39,82 %).

Заключение. При возделывании ультраскороспелого сорта сои Топаз рядовой посев семян с междурядьями 15 см и нормой высева 400 тыс. всхожих семян на гектар, а также ширококормный посев

с междурядьями 45 см, но при более загущенном размещении семян (600 тыс. всхожих семян на гектар), способствовали наиболее рациональному пространственному размещению растений в сортовом агрофитоценозе.

Такое размещение растений в посеве обеспечивало повышение общей биологической продуктивности ценоза на 8–26 % и увеличение его семенной продуктивности на 18–27 %, относительно других сочетаний способа посева семян и нормы их высева.

Традиционный рядовой посев указанного сорта с нормой высева, составившей 400 тыс. всхожих семян на гектар, обеспечивая урожайность сои 2,8 т/га, способствовал формированию ее семенной продуктивности на уровне 2,3 т/га.

Ширококормный посев с междурядьями 45 см и нормой высева, составившей 600 тыс. всхожих семян на гектар, обеспечивая высокий уровень урожайности сои с величиной в среднем за три года более 3 т/га, способствовал также высокому выходу кондиционных семян с единицы площади возделывания, равному 2,42 т/га.

Таблица 7 – Содержание белка и масла в семенах сои сорта Топаз в зависимости от способа посева и нормы высева семян, среднее за 2021–2023 гг.

Table 7 – Protein and oil content in Topaz soybean variety seeds depending on seeding method and rate, average for 2021–2023

В процентах (in percent)

Способ посева и норма высева семян (тыс. всхожих семян/га)	Белок	Масло
Рядовой, 400	39,93	19,25
Рядовой, 600	38,95	20,58
Ширококормный, 400	39,16	20,12
Ширококормный, 600	39,82	19,12
НСР ₀₅ , %	2021 г. – 1,33 2022 г. – 0,35 2023 г. – 0,56	–

Список источников

1. Гамботова М. У., Базгиев М. А., Гандаров М. Х., Бадургова К. Ш. Сравнительная оценка высокопродуктивных сортов сои в условиях лесостепной зоны республики Ингушетия // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 4 (48). С. 43–47. https://doi.org/10.52671/20790996_2021_4_43. EDN ANKFRH.

2. Бельшклина М. Е. Динамические параметры продукционного процесса раннеспелых сортов сои в зависимости от условий влагообеспеченности вегетационного периода //

Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1 (57). С. 33–39. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-1-33-39>. EDN IVNRNY.

3. Миленко О. Г. Влияние агротехнических факторов на эффективность ассимиляционных процессов в посевах сои // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3 (15). С. 27–30. EDN VCQSIJ.

4. Князев Б. М., Хамоков Х. А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои в условиях недостаточного увлажнения // Зерновое хозяйство. 2005. № 2. С. 17–18.

5. Делаев У. А., Батукаев А. А., Зузиев У. Г., Шишхаев И. Я. Формирование симбиотического аппарата сортов сои в зависимости от нормы, способа и срока посева // Проблемы развития АПК региона. 2015. № 3 (23). С. 34–40. EDN UNTHZF.

6. Васин А. В., Васина А. А., Рязанова Е. В. Продуктивность сортов и приемы предпосевной обработки семян сои в условиях Самарской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 1 (13). С. 3–6. EDN NUWBFN.

7. Зузиев У. Г., Делаев У. А., Власенко М. В. Энергетическая эффективность возделывания сои при различных способах посева и нормах высева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 2 (38). С. 1–6. EDN TZBUAJ.

8. Делаев У. А. Эффективность возделывания сои разных экотипов на основе интенсификации симбиотической и фотосинтетической деятельности агроценозов в условиях Предкавказья : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Махачкала, 2012. 34 с. EDN QIENTP.

9. Бельшклина М. Е., Кобозева Т. П., Шевченко В. А., Делаев У. А. Влияние норм высева и способов посева на урожайность и качество семян раннеспелых сортов и форм сои северного экотипа // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 182–190. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2018-4-182-190>. EDN YLSYTI.

10. Сихарулидзе Т. Д., Храмой В. К. Влияние температурного режима на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017. № 4. С. 32–39. EDN ZSHEGJ.

11. Миленко О. Г. Продуктивность агрофитоценоза сои в зависимости от сорта, норм высева семян и способов ухода за посевами // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 170–181. EDN LPJNIX.

12. Баранов В. Ф., Ефимов А. Г., Унр Т. К. О возможности и эффективности рядового сева сои // Земледелие. 2004. № 2. С. 30–31. EDN PJNQZL.

13. Бельшклина М. Е., Гатаулина Г. Г. Урожайность и элементы структуры урожая ультраскороспелого сорта сои Касатка при разных способах посева и густоте стояния растений // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2010. № 6. С. 51–54. EDN NBQKYR.

14. Чернышенко П. В., Рябуха С. С. Урожайность и качество семян сои в потомстве в зависимости от способа сева и норм высева в восточной части лесостепи Украины // Масличные культуры. 2013. № 1 (153–154). С. 57–62. EDN QCHNLP.

15. Огурцов Е. Н., Белинский Ю. В. Влияние способов посева на продуктивность сои в Левобережной лесостепи Украины // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 45–48. EDN ZGCHLD.

16. Фокина Е. М., Беляева Г. Н., Синеговский М. О., Синеговская В. Т., Клеткина О. О. Каталог сортов сои. Благовещенск : Одеон, 2021. 69 с. EDN QOSJCX.

17. Система земледелия Амурской области : производственно-практический справочник / под ред. П. В. Тихончука. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2016. 570 с. <https://doi.org/10.22450/9785964202769>. EDN XRDEZF.

18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN ZJQBUD.

References

1. Gambotova M. U., Bazgiev M. A., Gandarov M. Kh., Badurgova K. Sh. Comparative evaluation of highly productive soybean varieties in the forest-steppe zone of the republic of Ingushetia. *Problemy razvitiya APK regiona*, 2021;4(48):43–47. https://doi.org/10.52671/20790996_2021_4_43. EDN AHKFRH (in Russ.).
2. Belyshkina M. E. Dynamic parameters of productional process of early ripening soybean varieties depending on moisture conditions of the vegetation period. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2022;1(57):33–39. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-1-33-39>. EDN IVNRNY (in Russ.).
3. Milenko O. G. Influence of agrotechnical factors on the efficiency of assimilatory processes in soybean crops. *Vestnik Kurganskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii*, 2015;3(15):27–30. EDN VCQSIJ (in Russ.).
4. Knyazev B. M., Khamokov Kh. A. Photosynthetic activity and productivity of soybean under conditions of insufficient moisturization. *Zernovoe khozyaystvo*, 2005;2:17–18. (in Russ.).
5. Delaev U. A., Batukaev A. A., Zuziev U. G., Shishkhaev I. Ya. Formation of symbiotic apparatus of soybean varieties depending on norm, method and sowing term. *Problemy razvitiya APK regiona*, 2015;3(23):34–40. EDN UNTHZF (in Russ.).
6. Vasin A. V., Vasina A. A., Ryazanova E. V. Efficiency of grades and receptions of preseedling processing of seeds of a soybean in the conditions of the Samara region. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2011;1(13):3–6. EDN NUWBFN (in Russ.).
7. Zuziev U. G., Delaev U. A., Vlasenko M. V. Energy efficiency of soybean cultivation at different sowing methods and seeding rates. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2015;2(38):1–6. EDN TZBUAJ (in Russ.).
8. Delaev U. A. Efficiency of soybean cultivation of different ecotypes on the basis of intensification of symbiotic and photosynthetic activity of agrocenoses in the conditions of the Pre-Caucasian region. *Extended abstract of doctor's thesis*. Makhachkala, 2012, 34 p. EDN QIEHTP (in Russ.).
9. Belyshkina M. E., Kobozeva T. P., Shevchenko V. A., Delaev U. A. Influence of sowing rates and methods on yield and seed quality of promising soybean varieties of northern ecotype. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2018;4:182–190. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2018-4-182-190>. EDN YLSY TJ (in Russ.).
10. Sikharulidze T. D., Khramoy V. K. Effect of temperature mode on vegetation period length and soybean yield in the Central non-black soil zone. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2017;4:32–39. EDN ZSHEGJ (in Russ.).
11. Milenko O. G. Productivity of the soybean agrophytocenosis depending upon variety, seeding rate and methods of crop care. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2019;1:170–181. EDN LPJHIX (in Russ.).
12. Baranov V. F., Efimov A. G., Unr T. K. On the possibility and efficiency of row sowing of soybeans. *Zemledelie*, 2004;2:30–31. EDN PJNQZL (in Russ.).
13. Belyshkina M. E., Gataulina G. G. Yield and elements of yield structure of ultra-ripe soybean variety Kasatka at different sowing methods and plant density. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2010;6:51–54. EDN NBQKYP (in Russ.).
14. Chernyshenko P. V., Ryabukha S. S. The soybean productivity and seed quality of the progeny depending on sowing method and seeding rate in the eastern part of Ukrainian forest-steppe. *Maslichnye kul'tury*, 2013;1(153–154):57–62. EDN QCHNLP (in Russ.).
15. Ogurtsov E. N., Belinskiy Yu. V. Influence of sowing methods on soybean productivity in the Left-bank forest-steppe of Ukraine. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2014;3:45–48. EDN ZGCHLD (in Russ.).
16. Fokina E. M., Belyaeva G. N., Sinegovskiy M. O., Sinegovskaya V. T., Kletkina O. O. *Soybean Variety Catalog*, Blagoveshchensk, Odeon, 2021, 69 p. EDN QOSJ CX (in Russ.).

17. Tikhonchuk P. V. (Eds.). *Farming system of the Amur Region: production and practical guide*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2016, 570 p. <https://doi.org/10.22450/9785964202769>. EDN XRDEZF (in Russ.).

18. Dospekhov V. A. *Methodology of field experiment: with basics of statistical processing of research results*, Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p. EDN ZJQBUD (in Russ.).

© Рафальский С. В., Рафальская Н. Б., 2024

Статья поступила в редакцию 28.03.2024; одобрена после рецензирования 07.06.2024; принята к публикации 11.06.2024.

The article was submitted 28.03.2024; approved after reviewing 07.06.2024; accepted for publication 11.06.2024.

Информация об авторах

Рафальский Сергей Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, rsv@vniiso.ru;

Рафальская Наталья Батрбековна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, rnb0776@mail.ru

Information about authors

Sergey V. Rafalskiy, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, rsv@vniiso.ru;

Natalia B. Rafalskaya, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, rom@vniiso.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.