

Научная статья

УДК 633.853.52(571.63)

EDN RXCKUA

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-14-25>

**Влияние агротехнических приемов на продуктивность
и качество семян сои в условиях муссонного климата Приморского края**

**Александр Алексеевич Дубков¹, Нина Сергеевна Панюта²,
Роман Витальевич Тимошинов³, Елена Жоржевна Кушаева⁴,
Алексей Григорьевич Клыков⁵**

^{1, 2, 3, 4, 5} Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока
имени А. К. Чайки, Приморский край, Тимирязевский, Россия

^{1, 2, 3, 4} o.zemledelia@yandex.ru, ⁵ alex.klykov@mail.ru

Аннотация. Разработка сортовой агротехники с целью реализации заложенного потенциала у современных сортов сои, адаптированных к конкретным условиям региона их возделывания, и, как результат, получение высоких валовых сборов семян является актуальной задачей. Цель исследований – изучить влияние некоторых элементов возделывания (густота стеблестоя, способы посева, удобрения с микроэлементами) на урожайность и качество зерна нового районированного среднеспелого сорта сои Бриз в условиях муссонного климата Приморского края. Исследования проведены в период 2021–2023 гг. В результате анализа внекорневых комплексных и однокомпонентных подкормок микро-, мезо- и макроэлементами (цинк, бор, медь, магний, калий) установлено, что в условиях Приморского края высокая урожайность сорта сои Бриз (3,7 т/га) получена при внесении препарата Боро-Н в фазу цветения. Высокое содержание белка в семенах (40,3–40,8 %) отмечено в варианте при обработке растений препаратом Фертикс-Б в фазу 2–3-го тройчатых листа. Внесение хелата магния во всех вариантах по фазам внесения привело к повышению содержания масла в семенах сои (23,0–23,1 %). Наибольшая урожайность (2,8–3,0 т/га) сои сорта Бриз установлена при посеве как рядовым способом на 15 см, так и при широкорядном способе посева на 30 см с нормой высева 350–450 тыс. всхожих семян на 1 га.

Ключевые слова: соя, сорт Бриз, микроудобрения, магний, медь, цинк, бор, калий, способ посева, норма высева, урожайность, содержание белка

Для цитирования: Дубков А. А., Панюта Н. С., Тимошинов Р. В., Кушаева Е. Ж., Клыков А. Г. Влияние агротехнических приемов на продуктивность и качество семян сои в условиях муссонного климата Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 3. С. 14–25. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-14-25>.

Original article

**The impact of agronomic practices on the productivity
and quality of soybean seeds in the monsoon climate of the Primorsky krai**

**Aleksandr A. Dubkov¹, Nina S. Panyuta², Roman V. Timoshinov³,
Elena Zh. Kushaeva⁴, Aleksei G. Klykov⁴**

^{1, 2, 3, 4, 5} Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East
named after A. K. Chaika, Primorsky krai, Timiryazevsky, Russian Federation

^{1, 2, 3, 4} o.zemledelia@yandex.ru, ⁵ alex.klykov@mail.ru

Abstract. The development of varietal agricultural practices aimed at realizing the inherent potential of modern soybean varieties adapted to the specific conditions of the region where they are cultivated ensures high total seed yields. The authors studied the influence of certain cultivation elements (stem density, sowing methods, fertilizers with microelements) on the yield

and grain quality of the new zoned mid-season soybean variety Briz under the monsoon climate conditions of the Primorsky krai during the period 2021–2023. As a result of the analysis of foliar complex and single-component top dressing with micro-, meso- and macronutrients (zinc, boron, copper, magnesium, potassium), it was found that in the conditions of Primorsky krai, a high yield of the Briz soybean variety (3.7 t/ha) was obtained when Boro-N was introduced into the flowering phase. The high protein content in the seeds (40.3–40.8%) was noted in the variant when plants were treated with Fertix-B in the phase of the 2nd–3rd trifoliate leaf. The introduction of magnesium chelate in all variants by application phases led to an increase in the oil content in soybean seeds (23.0–23.1%). The maximum yield (2.8–3.0 t/ha) of soybeans of the Briz variety was established when sowing in ordinary (by 15 cm) and wide-row (by 30 cm) methods with a seeding rate of 350–450 thousand germinating seeds per 1 ha.

Keywords: soybeans, Briz variety, micro fertilizers, magnesium, copper, zinc, boron, potassium, sowing method, seeding rate, yield, protein content

For citation: Dubkov A. A., Panyuta N. S., Timoshinov R. V., Kushaeva E. Zh., Klykov A. G. The impact of agronomic practices on the productivity and quality of soybean seeds in the monsoon climate of the Primorsky krai. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;3:14–25. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-14-25>.

Введение. Увеличение производства растительного белка является одной из приоритетных задач. В этой связи соя занимает важное значение в сельском хозяйстве Дальнего Востока.

Она требовательна как к почве, так и к условиям минерального питания. Многие исследователи отмечают разделение питания по фазам роста и развития, так в начальные фазы питание идет слабо по причине недостаточного развития корневой системы, не способной полноценно обеспечить растения элементами питания [1–4]. Потребление основной части питания сои в Приморском крае приходится от начала цветения (I–II декады июля) до полного созревания (II декада октября).

Для повышения урожайности сои важное значение имеет подбор наиболее адаптированных для конкретных природных условий сортов, приемов возделывания, сортовой агротехники с учетом биологических особенностей растений [5].

Сорт или гибрид всегда стоит в основе сортовой агротехники. Важное значение имеет его отзывчивость на срок посева, густоту стояния растений и применение удобрений. Эти факторы в наибольшей степени отражают сортовую отзывчивость и могут быть использованы для разработки сортовой агротехники хозяйственно ценных культур на основе базовой адаптивной технологии, разработанной для каждого региона [6].

Объекты и методы исследований. Исследования проведены на опытных по-

лях Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки в 2021–2023 гг.

Почва опытного участка лугово-бурая отбеленная, имеющая тяжелосуглинистый состав, материнская порода – тяжелый суглинок. Содержание гумуса в пахотном слое (0–25 см) составляет 3,2 %, подвижного фосфора – 28 мг/кг, обменного калия – 206 мг/кг, азота – 0,25 %. Величина pH соответствует 5,1. Предшественник – яровая мягкая пшеница.

Объектом исследований явился новый районированный в Приморском крае сорт сои Бриз. Сорт относится к маньчжурскому подвиду *spp. manshurica* (Enk.), апробационной группе *communis* Enk. Данный сорт индетерминантного типа роста, со сжатой прямостоячей формой куста, средней степенью облиственности и наличием 3–4 боковых ветвей. Высота растений – от 82 до 86 см, нижние бобы при оптимальной густоте стояния растений (450–550 тыс. шт./га) располагаются на высоте 14,0–17,1 см от поверхности почвы. Листья тройчатые, средней величины, форма ланцетовидная. Сорт характеризуется как среднеспелый, период вегетации в зависимости от метеоусловий года варьируется от 113 до 117 суток и в среднем составляет 115 суток, что соответствует сумме активных температур в пределах 2 400–2 450 °С.

Схема опытов. Опыт 1. Влияние внекорневых подкормок микроэлементами в хелатной форме (цинк, медь, магний,

бор), монокалийфосфата, препаратов Боро-Н, Фертикс Б и лигногумата калийного Б на урожайность и биохимические показатели семян сои сорта Бриз. Опыт включал следующие варианты:

- контроль (без внесения микроэлементов, опрыскивание водой);
- опрыскивание растений микроэлементами (цинк, бор, медь, магний) в хелатной форме в дозе 5 кг/га;
- опрыскивание монокалийфосфатом в дозе 10 кг/га;
- микроудобрения Боро-Н, Фертикс Б, лигногумат калийный Б в дозе 1 л/га.

Обработки производились в фазу 2–3-го тройчатых листа, фазу цветения; также использовалась двойная обработка в соответствующие фазы.

Повторность вариантов опыта – шестикратная. Расположение делянок систематическое. Площадь делянки составляла 4 м², учетная площадь – 1 м². Норма высева соответствовала 500 тыс. всхожих семян на 1 га с шириной междурядья 30 см.

Опыт 2. Влияние способов и норм высева сои сорта Бриз на урожайность и качество семян. Схема опыта включала варианты:

фактор А – способы посева на 15 и 30 см;

фактор В – нормы высева 300; 350; 400; 450; 500 (контроль); 550; 600; 650 и 700 тыс. всхожих семян на гектар; контролем выступал вариант с рекомендованной для региона нормой высева 500 тыс. всхожих семян на 1 га [7].

Учетная площадь делянки – 50 м². Повторность – трехкратная.

Посев проводили с III декады мая по I декаду июня. Под предпосевную культивацию вносили 100 кг/га диаммофоски (N₁₀P₂₆K₂₆). Внесение подкормок выполнялось с помощью ручного опрыскивателя.

Общее содержание хлорофилла в листьях определяли прибором atLEAF CHL PLUS chlorophyll meter (США) и рассчитывали путем преобразования полученных значений в SPAD с учетом взаимосвязи между содержанием хлорофилла и единицами SPAD [8].

Фенологические наблюдения проводились по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных

культур (1989) с использованием полевого, лабораторного и статистического методов, описанных в работе [9].

Результаты исследований и их обсуждение. Каждому сорту характерна определенная высота растений, площадь листьев, число узлов, цветков и целый ряд других показателей. Структура урожая показывает влияние технологии возделывания на продуктивность растений [10]. К элементам структуры урожая сои относятся такие показатели, как высота растений, высота прикрепления нижнего боба, количество бобов и семян на одном растении, масса 1 000 штук семян. Высота растений и высота прикрепления нижнего боба – признаки, определяющие урожайность и технологичность сорта [11–13].

В среднем за три года исследований структура урожая сои сорта Бриз показала, что фолиарная обработка при норме высева 500 тыс. всхожих семян на 1 га с шириной междурядья 30 см слабо повлияла на структуру урожайности. Следует отметить, что двойная обработка цинком растений способствовала заметному увеличению высоты растений (на 16,3 см) и высоты прикрепления нижнего боба (на 3,5 см) (табл. 1).

Максимальное количество бобов, а также семян на одном растении при применении внекорневых подкормок было отмечено в варианте с обработкой растений в фазу цветения сои препаратом Фертикс-Б – 38,7 и 101,3 шт. соответственно. При фолиарной обработке подкормками в фазу 2–3-го тройчатых листа и при двойной обработке (в фазу 2–3-го тройчатых листа и в фазу цветения) отмечен вариант с внесением цинка, в котором количество бобов и семян с одного растения при обработке в фазу 2–3-го тройчатых листа соответственно составило 34 и 87 шт., при двойной обработке – 36 и 90 шт.

Масса 1 000 семян – хозяйственно ценный признак, характеризующий выполненность семян за годы исследований. По этому показателю отмечен вариант с использованием цинка, как при однократном внесении в фазы 2–3-го тройчатых листа (193,2 г) и цветения (192,0 г), так и при двойном внесении (191,0 г). Вместе с тем следует отметить, что максимальная масса 1 000 семян отмечена при обработке в фазу 2–3-го тройчатых листа.

Таблица 1 – Влияние некорневых подкормок на структуру урожая (в среднем за 2021–2023 гг.)
Table 1 – Influence of foliar fertilizer applications on yield structure (average over 2021–2023)

Варианты	Высота, см		Количество с 1 растения, шт.		Масса 1 000 семян, г
	растения	прикрепления нижнего боба	бобов	семян	
Обработка в фазу 2–3-го тройчатых листа					
Контроль (вода)	65,7	16,0	30,0	67,3	181,0
Цинк	68,3	16,7	34,0	87,0	193,2
Бор	62,5	15,7	28,0	74,3	181,2
Медь	62,6	15,7	26,7	73,3	182,0
Магний	62,8	15,7	29,3	71,3	174,7
Боро-Н	59,2	16,3	27,3	80,7	178,0
Монокалийфосфат	62,1	16,0	25,3	70,7	174,3
Фертикс-Б	62,8	16,0	28,7	77,7	174,0
Лигногумат калийный	61,0	16,0	28,7	75,0	174,0
НСР _{0,95}	3,6	0,4	3,5	6,5	7,7
Обработка в фазу цветения					
Контроль (вода)	65,7	16,0	30,0	67,3	181,0
Цинк	68,1	16,3	30,7	78,0	192,0
Бор	63,7	15,3	28,0	68,3	175,3
Медь	67,1	17,0	27,7	70,3	178,0
Магний	64,7	16,3	31,0	67,0	178,3
Боро-Н	62,0	15,7	32,0	74,7	174,3
Монокалийфосфат	64,5	16,7	31,0	65,0	171,0
Фертикс-Б	71,0	17,0	38,7	101,3	177,3
Лигногумат калийный	68,5	16,3	29,0	69,0	181,0
НСР _{0,95}	3,6	0,7	4,4	14,5	8,4
Обработка в фазу 2–3-го тройчатых листа и в фазу цветения					
Контроль (вода)	65,7	16,0	30,0	67,3	181,0
Цинк	82,0	19,5	36,0	90,0	191,0
Бор	75,5	18	31,5	78,5	182,0
Медь	73,5	17	30,0	71,5	175,0
Магний	74,0	18	29,5	71,5	173,5
Боро-Н	68,0	16	33,0	75,0	168,0
Монокалийфосфат	67,5	16	33,0	75,0	168,5
Фертикс-Б	77,5	17,5	33,5	88,0	174,0
Лигногумат калийный	71,5	17	33,5	80,5	166,5
НСР _{0,95}	4,2	1,4	2,6	6,0	9,8

Управлять формированием структурой урожая можно путем изменения густоты стояния растений в посевах сои. В опыте по изучению способов и норм высева высота растений (которая в основном определяется генотипом сорта, но при различных климатических условиях и технологии возделывания способна сильно различаться [14]) составляла от 57 до 73,5 см, как показано в таблице 2. Для сои очень важное значение имеет высота при-

крепления нижних бобов как показатель технологичности сорта. Чем ниже закладываются бобы на растении от поверхности почвы, тем больше остается бобов на стерне за жаткой комбайна и выше потери семян. Соответственно уменьшается уровень уборочной урожайности, который может достигать 20 % от биологической продуктивности агроценоза. В среднем в двух опытах по всем вариантам высота прикрепления нижнего боба была на уров-

Таблица 2 – Структура урожая сои сорта Бриз при различных нормах и способах посева, среднее за 2021–2023 гг.

Table 2 – The structure of the crop of soybeans of the Briz variety at various rates and methods of sowing, the average for 2021–2023

Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га	Высота, см		Количество с 1 растения, шт.		Масса 1 000 семян, г
	растения	прикрепления нижнего боба	бобов	семян	
Рядовой посев с междурядьем 15 см					
300	68,5	18,5	29,0	67,0	162,5
350	73,0	18,5	34,5	78,0	191,0
400	69,5	19,5	32,5	82,5	179,0
450	73,5	21,0	38,0	73,0	186,0
500 (контроль)	65,0	20,0	25,5	61,5	161,0
550	67,0	19,0	25,0	68,5	182,0
600	60,5	19,5	21,0	47,0	182,0
650	63,0	18,5	21,0	43,5	171,5
700	63,5	19,0	20,5	47,0	168,5
Рядовой посев с междурядьем 30 см					
300	65,5	17,0	30,5	75,5	165,5
350	66,5	17,5	33,0	83,0	176,5
400	63,5	17,5	35,0	85,0	169,5
450	67,0	14,5	42,0	106,0	173,0
500 (контроль)	65,5	18,0	26,0	76,0	167,0
550	57,0	13,5	23,5	64,0	162,5
600	58,5	17,0	25,5	61,0	159,5
650	61,5	16,0	29,0	61,0	168,5
700	62,0	18,0	23,0	58,0	170,0
Фактор А НСР ₀₅	10,1	4,3	7,1	62,1	15,4
Фактор В НСР ₀₅	21,4	5,8	1,7	35,6	20,9
Фактор АВ НСР ₀₅	10,2	4,1	4,2	22,9	18,5

не 16–21 см, однако при рядовом посеве на 30 см отмечено снижение данного показателя, что может повлиять на качество уборки.

Одним из основных признаков, влияющих на продуктивность сои, является количество бобов на растении и количество семян в бобе, что зависит от биологических особенностей сорта, почвенно-климатических условий и агротехники возделывания. Максимальное количество бобов у сорта сои Бриз отмечено при норме высева 450 тыс. всхожих семян на 1 га как с междурядьями 15 см (38 шт.), так и с междурядьем 30 см (42 шт.). Отмечается снижение показателя при увеличении нормы высева свыше 450 тыс. всхожих семян на 1 га. Наибольшее количество семян с одного растения (106 шт.) получено при

черезрядном способе посева на 30 см с нормой высева 450 тыс. всхожих семян на 1 га. Масса 1 000 семян характеризует выполненность семян. Максимальные значения этого показателя отмечены при черезрядном способе посева на 30 см с нормой высева 350 тыс. всхожих семян на 1 га (191 г) и при посеве рядовым способом на 15 см с нормой высева 350 тыс. всхожих семян на 1 га (176,5 г) (табл. 2).

Нормы высева (фактор В) оказали слабое влияние на высоту растений, максимальное влияние оказали способы посева (фактор А). Однако полученные данные, обработанные методами математической статистики, были в пределах ошибки, что говорит об устойчивости сорта по высоте растений в зависимости от нормы высева и способа посева.

Важным показателем качества семян сои является содержание белка. Изучаемые некорневые подкормки положительно повлияли на биохимические показатели. За годы исследований максимальная прибавка в накоплении белка в семенах сои была отмечена в варианте с внесением препарата Фертикс-Б. При внесении препарата в фазу 2–3-го тройчатого листа содержание белка составило 40,3 %, в фазу цветения – 40,7 %, при двойной обработке в обе фазы – 40,8 %. Максимальным данный показатель был также в варианте с внесением меди в фазу 2–3-го тройчатого листа (табл. 3).

За годы исследований моно- и комплексных микроудобрений не отмечено значительных изменений по содержанию в семенах сои масла. Наибольший показатель содержания масла отмечен в варианте с внесением магния (23,1 %) по всему опыту, однако максимальный сбор масла с 1 га был отмечен в варианте с применением Боро-Н в фазу цветения (8,3 ц/га). По сбору масла за годы исследований применение некорневых подкормок оказало положительное влияние, прибавка варьировала 0,1–2,6 ц/га в среднем по опыту.

Уровень урожайности сои в опытах варьировал от 2,5 до 3,7 т/га (табл. 3). Максимальный показатель урожайности был в варианте при внесении Боро-Н в фазу цветения ($НСР_{0,95} = 0,32$) и при двойной обработке ($НСР_{0,95} = 0,48$). Стоит отметить вариант с внесением цинка в фазу 2–3-го тройчатых листа, где урожайность составила 3,3 т/га, что на 8 ц/га выше контрольного варианта.

Наибольший сбор белка за три года проведения опыта отмечен в варианте с однократным внесением препарата Боро-Н в фазу цветения – 15 ц/га. Важно указать, что применение некорневых подкормок положительно отразилось по всем вариантам опыта, прибавка варьировала от 0,2 до 5 ц/га. Однако вариант с использованием цинка обеспечил максимальный сбор белка в фазу 2–3-го тройчатых листа и при двойном внесении – 13,5 и 13,1 ц/га соответственно.

Изучаемые в работе способы посева (фактор А) и нормы высева (фактор В) в среднем за три года не оказывали существенного влияния на биохимические показатели (табл. 4).

Содержание белка в семенах сои сорта Бриз в годы исследований варьировало от 34,4 до 40,0 %; при этом отмечены более высокое содержание и сбор белка при рядовом посеве на 15 см. В среднем за три года наиболее высокая урожайность была получена при норме высева от 350 до 450 тыс. всхожих семян на 1 га как при посеве рядовым способом на 15 см, так и при черезрядном посеве на 30 см (3,1–3,4 т/га). При этом максимальная прибавка урожайности (0,8 т/га) была зафиксирована при черезрядном способе посева с нормой высева 450 тыс. всхожих семян на 1 га. Для экономии семян можно использовать рядовой посев с междурядьем 30 см и нормой 350 тыс. всхожих семян, где прибавка к контролю составляет 32 % (табл. 4).

Фотосинтетическая деятельность растений в посевах является основным фактором, определяющим формирование урожая сельскохозяйственных культур. Она включает несколько важных компонентов, одним из которых выступает количество образующегося хлорофилла. Хлорофилл – зеленый пигмент растений, который играет ведущую роль в процессе фотосинтеза и служит важным фактором метаболизма растительного организма в целом. Он является главным компонентом в фотосинтетическом комплексе и от его содержания зависит количество поглощенной посевом энергии, а также полученный урожай.

Как показано в таблице 5, применение некорневых подкормок положительно повлияло на абсолютное содержание хлорофилла в листьях. По всем вариантам наблюдается позитивная тенденция его накопления. Максимальное накопление отмечено в вариантах при однократной обработке цинком в фазе 2–3-го тройчатых листа и в фазе цветения (0,0351 и 0,0342 мг/см² соответственно).

По данным таблицы 6 в опыте по изучению норм и способов посева выявлено, что наибольшее абсолютное содержание хлорофилла (0,0282–0,0303 мг/см²) отмечено в вариантах с нормой высева от 350 до 450 тыс. всхожих семян при посеве рядовым способом на 15 см. Такая же закономерность установлена при увеличении междурядий до 30 см, при этом содержание хлорофилла соответствовало 0,0265–0,0309 мг/см².

Таблица 3 – Урожайность и биохимический состав семян сои при некорневой обработке растений (2021–2023 гг.)

Table 3 – Yield and biochemical composition of soybean seeds under foliar fertilizer applications (2021–2023)

Варианты	Содержание масла, %	Сбор масла, ц/га	Содержание белка, %	Сбор белка, ц/га	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
						т/га	%
Обработка в фазу 2–3-го тройчатых листа							
Контроль (вода)	22,5	5,7	39,4	10,0	2,5	–	–
Цинк	22,4	7,4	40,4	13,5	3,3	0,8	32,0
Бор	22,4	6,0	40,2	10,8	2,7	0,2	8,0
Медь	22,4	6,5	40,8	11,8	2,9	0,4	16,0
Магний	23,0	6,3	39,3	10,8	2,7	0,2	8,0
Боро-Н	22,5	6,4	40,4	11,4	2,8	0,3	12,0
Монокалийфосфат	22,2	5,6	40,2	10,2	2,5	0	0,0
Фертикс-Б	22,4	5,9	40,3	10,6	2,6	0,1	4,0
Лигногумат калийный	22,4	6,1	40,4	10,9	2,7	0,2	8,0
Среднее	22,5	6,2	40,2	11,1	2,7	0,3	11,0
НСР _{0,95}	0,32	0,72	0,60	1,32	0,32	0,32	12,80
Обработка в фазу цветения							
Контроль (вода)	22,5	5,7	39,4	10,0	2,5	–	–
Цинк	22,7	6,8	40,2	12,1	2,9	0,4	16,0
Бор	22,7	6,6	39,9	11,7	3,1	0,6	24,0
Медь	22,6	7,1	39,6	12,4	3,0	0,5	20,0
Магний	22,9	6,9	39,6	11,9	2,8	1,2	48,0
Боро-Н	22,5	8,3	40,1	15,0	3,7	0,3	12,0
Монокалийфосфат	22,6	6,2	39,7	11,0	3,0	0,5	20,0
Фертикс-Б	22,7	6,6	40,7	12,0	2,9	0,4	16,0
Лигногумат калийный	22,7	6,5	39,8	11,6	3,0	0,5	20,0
Среднее	22,7	6,7	39,9	12,0	3,0	0,6	22,3
НСР _{0,95}	0,16	0,84	0,44	1,60	0,36	0,36	14,40
Обработка в фазу 2–3-го тройчатых листа и в фазу цветения							
Контроль (вода)	22,5	5,7	39,4	10,0	2,5	–	–
Цинк	22,3	6,7	40,0	13,1	2,9	0,4	16,0
Бор	22,2	7,2	40,4	12,1	3,0	0,5	20,0
Медь	22,6	6,9	39,8	12,2	2,9	1,2	48,0
Магний	23,1	7,2	39,1	12,6	2,9	0,4	16,0
Боро-Н	22,4	7,2	39,3	10,4	3,7	0,4	16,0
Монокалийфосфат	22,3	6,4	39,9	11,8	2,8	0,3	12,0
Фертикс-Б	22,2	6,4	40,8	10,9	2,9	0,4	16,0
Лигногумат калийный	22,5	6,1	39,9	13,1	2,5	0,0	0,0
Среднее	22,5	6,6	39,8	11,8	2,9	0,5	21,3
НСР _{0,95}	0,36	0,44	0,68	1,08	0,48	0,36	14,40

Таблица 4 – Урожайность и биохимический анализ семян сои в зависимости от способа посева и нормы высева, в среднем за 2021–2023 гг.

Table 4 – Yield and biochemical analysis of soybean seeds depending on the sowing method and rate, average for 2021–2023

Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га	Содержание масла, %	Сбор масла, ц/га	Содержание белка, %	Сбор белка, т/га	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
						т/га	%
Рядовой посев с междурядьем 15 см							
300	22,3	0,6	39,2	1,1	2,9	0,1	3,6
350	22,4	0,8	40,0	1,4	3,4	0,6	21,4
400	22,7	0,7	38,9	1,3	3,3	0,5	17,9
450	22,7	0,8	38,6	1,3	3,4	0,6	21,4
500 (контроль)	22,5	0,6	38,9	1,1	2,8	—	—
550	22,4	0,6	38,9	1,1	2,7	−0,1	−3,6
600	22,3	0,6	39,5	1,1	2,7	−0,1	−3,6
650	22,4	0,6	38,9	1,1	2,9	0,1	3,6
700	22,4	0,6	39,5	1,0	2,6	−0,2	−7,1
В среднем по способу посева	22,5	0,7	39,2	1,2	3,0	0,1	3,6
Рядовой посев с междурядьем 30 см							
300	22,5	0,6	36,2	1,0	2,8	0,3	12,0
350	22,9	0,8	34,4	1,1	3,3	0,8	32,0
400	22,9	0,7	34,4	1,1	3,1	0,6	24,0
450	22,6	0,7	35,8	1,2	3,3	0,8	32,0
500 (контроль)	22,6	0,6	35,4	0,9	2,5	—	—
550	22,5	0,6	35,6	1,0	2,7	0,2	8,0
600	22,1	0,6	37,9	1,0	2,6	0,1	4,0
650	22,4	0,6	37,2	1,0	2,6	0,1	4,0
700	22,6	0,6	36,8	1,0	2,6	0,1	4,0
В среднем по способу посева	22,6	0,6	36,0	1,0	2,8	0,3	12,0
Фактор А НСР _{0,95}	—				0,09	—	
Фактор В НСР _{0,95}	—				0,19	—	
Фактор АВ НСР _{0,95}	—				0,27	—	

Выявлена сильная корреляционная зависимость в опыте между урожайностью и абсолютным содержанием хлорофилла при черезрядном способе посева и при рядовом способе посева на 15 см (коэффициенты корреляции составили 0,81 и 0,74 соответственно).

Закключение. В результате исследований установлено, что в условиях Приморского края применение препарата Фертикс Б в фазу 2–3-го тройчатых листа способствует максимальному формированию количества бобов (38,7 шт.) и зерен (101,3 шт.) на одном растении, а также

увеличению содержания белка. Обработка растений сои в фазу цветения препаратом Боро-Н обеспечила максимальную урожайность сои (3,7 т/га), что выше контроля на 1,2 т/га. Выявлено, что применение хелата магния в исследуемые фазы способствовало повышению содержания масла в зерне сои, однако максимальное содержание масла (23,1 %) отмечено при двойном внесении в фазу 2–3-го тройчатых листа и фазу цветения.

Максимальное содержание хлорофилла (0,0351 и 0,0342 мг/см²) отмечено в вариантах при однократной обработке

Таблица 5 – Абсолютное содержание хлорофилла в листьях сои сорта Бриз при внекорневой обработке микроудобрениями

Table 5 – Total chlorophyll content in leaves of soybean of the Briz variety under foliar application of micronutrient fertilizers

Варианты	Данные прибора	SPAD	Абсолютное содержание, мг/см ²
<i>Обработка в фазу 2–3-го тройчатых листа</i>			
Контроль (вода)	42,4	31,8	0,0269
Цинк	48,6	38,0	0,0351
Бор	45,4	34,8	0,0308
Медь	45,9	35,3	0,0314
Магний	45,4	34,8	0,0308
Боро-Н	44,9	34,4	0,0301
Монокалийфосфат	44,3	33,8	0,0294
Фертикс-Б	44,3	33,8	0,0294
Лигногумат калийный	45,1	34,5	0,0304
<i>Обработка в фазу цветения</i>			
Контроль (вода)	42,4	31,8	0,0269
Цинк	48,0	37,4	0,0342
Бор	46,1	35,5	0,0317
Медь	45,6	35,0	0,0311
Магний	45,0	34,5	0,0303
Боро-Н	44,7	34,2	0,0299
Монокалийфосфат	45,6	35,0	0,0311
Фертикс-Б	44,4	33,9	0,0295
Лигногумат калийный	46,3	35,7	0,0320
<i>Обработка в фазу 2–3-го тройчатых листа и цветения</i>			
Контроль (вода)	42,4	31,8	0,0269
Цинк	42,9	32,4	0,0276
Бор	45,2	34,6	0,0305
Медь	44,1	33,6	0,0291
Магний	44,8	34,3	0,0300
Боро-Н	43,7	33,2	0,0286
Монокалийфосфат	45,5	34,9	0,0309
Фертикс-Б	44,1	33,6	0,0291
Лигногумат калийный	44,4	33,9	0,0295

Таблица 6 – Абсолютное содержание хлорофилла в листьях сои сорта Бриз при разных способах посева и нормы высева

Table 6 – Total chlorophyll content in leaves of soybean of the Briz variety under different sowing methods and seeding rates

Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га	Данные прибора	SPAD	Абсолютное содержание, мг/см ²
<i>Рядовой посев с междурядьем 15 см</i>			
300	39,3	28,8	0,0232
350	45,0	34,5	0,0303
400	43,4	32,9	0,0282
450	43,8	33,3	0,0287
500 (контроль)	37,8	27,3	0,0214
550	40,7	30,2	0,0249
600	37,8	27,3	0,0214
650	35,5	25,0	0,0187
700	35,5	25,0	0,0187

Продолжение таблицы 6

Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га	Данные прибора	SPAD	Абсолютное содержание, мг/см ²
<i>Черезрядный посев с междурядьем 30 см</i>			
300	41,4	30,9	0,0257
350	45,5	34,9	0,0309
400	42,0	31,5	0,0265
450	42,0	31,5	0,0265
500 (контроль)	41,4	30,9	0,0257
550	41,3	30,8	0,0256
600	39,1	28,6	0,0229
650	39,7	29,2	0,0236
700	40,0	29,5	0,0240

цинком в фазе 2–3-го тройчатых листа и фазе цветения соответственно.

Сою нового сорта Бриз, благодаря своей пластичности, возможно высевать как рядовым способом посева на 15 см, так и черезрядным способом на 30 см с нормой высева 350–450 тыс. всхожих семян

на 1 га. Превышение этой нормы ведет к снижению урожайности и ухудшению показателей структуры урожая культуры.

При этом рядовой посев на 15 см при норме высева 350–400 тыс. всхожих семян на 1 га обеспечивает более высокое содержание и сбор белка.

Список источников

1. Хамурзаев С. М. Обоснование способов посева сортов сои разной скороспелости в условиях лесостепной зоны Чеченской Республики : монография. Грозный : Чеченский государственный университет, 2015. 128 с. EDN WKNFLX.
2. Бобкова Ю. А. Реакция сои сорта ОАК Пруденс на некорневую подкормку макро- и микроудобрениями в условиях Орловской области // Вестник аграрной науки. 2020. № 5 (86). С. 11–18. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.5.11. EDN WXHRRС.
3. Вэй Ж., Черноситова Т. Н., Селихова О. А. Изменение агрохимических показателей в системе «почва – растение» в зависимости от способа посева сои // Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. С. 12–18. EDN WCEDRK.
4. Филимонов Я. И., Коцарева Н. В. Эффективность влияния микроудобрений и стимуляторов роста на семенную продуктивность сои // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1. С. 54–59. EDN EMPOFW.
5. Дожмухамбетова М. М. Влияние норм высева на урожайность и качество сои в условиях орошения : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Астрахань, 2009. 20 с. EDN QGRIOX.
6. Бушнев А. С. Роль сортовых агротехник в реализации продуктивности масличных культур с учетом изменяющихся погодно-климатических условий // Масличные культуры. 2011. № 2 (148–149). С. 61–67. EDN PBMJWZ.
7. Система ведения агропромышленного производства Приморского края. Новосибирск : Дальневосточный научно-методический центр РАСХН, 2001. 364 с.
8. Zhu J., Tremblay T., Liang Y. Comparing SPAD and atLEAF values for chlorophyll assessment in crop species // Canadian Journal of Soil Science. 2012. Vol. 92. No. 4. P. 645–648. doi: 10.4141/cjss2011-100.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Альянс, 2014. 351 с.
10. Акулов А. С., Васильчиков А. Г. Изучение элементов технологии возделывания новых сортов сои Зуша и Мезенка // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). С. 45–51. EDN VSPQFT.

11. Пигорев И. Я., Данилова Л. В. Влияние нормы высева на урожайность и качество семян сои на серых лесных почвах // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. № 3. С. 57–59. EDN KZVHTR.
12. Асеева Т. А. Агроэкологические основы формирования урожайности зерновых культур и сои в условиях Среднего Приамурья : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Тимирязевский, 2009. 46 с. EDN NLDIZT.
13. Сорокина И. Ю. Влияния предпосевной обработки семян на урожайность гороха // АгроЭкоИнфо. 2024. № 4 (64). doi: 10.51419/202144402. EDN VRUCIM.
14. Расулова В. А., Кирюхин С. В., Гуринович С. О. Оценка морфологических признаков коллекционных образцов сои и их взаимосвязь с хозяйственно важными показателями в условиях Орловской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2025. № 4 (56). С. 69–78. doi: 10.24412/2309-348X-2025-4-69-78. EDN YELZQC.

References

1. Khamurzaev S. M. *Substantiation of methods of sowing soybean varieties of different maturity in the forest-steppe zone of the Chechen Republic: monograph*, Grozny, Chechenskii gosudarstvennyi universitet, 2015, 128 p. EDN WKNFLX (in Russ.).
2. Bobkova Yu. A. Reaction of OAK Prudens soybeans to foliar top dressing with macro- and micro fertilizers in the Orel region. *Vestnik agrarnoi nauki*, 2020;5(86):11–18. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.5.11. EDN WXHRRC (in Russ.).
3. Wei Zh., Chernositova T. N., Selikhova O. A. Changes in agrochemical parameters in the "soil – plant" system depending on the method of soybean sowing. *Proceedings from Modern problems of soil science, agrochemistry and ecology: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 12–18), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2019. EDN WCEDRK (in Russ.).
4. Filimonov Ya. I., Kotsareva N. V. Effectiveness of the effect of micro-fertilizers and growth stimulants on soybean seed productivity. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2023;1:54–59. EDN EMPOFW (in Russ.).
5. Dozhmukhambetova M. M. The influence of seeding rate on soybean yield and quality under irrigation conditions. *Extended abstract of candidate's thesis*. Astrakhan, 2009, 20 p. EDN QGRIOX (in Russ.).
6. Bushnev A. S. The role of varietal agricultural techniques in realizing the productivity of oilseeds, taking into account changing weather and climatic conditions. *Maslichnye kul'tury*, 2011;2(148–149):61–67. EDN PBMJWZ (in Russ.).
7. *The system of agro-industrial production in Primorsky krai*, Novosibirsk, Dal'nevostochnyi nauchno-metodicheskii tsentr RASKhN, 2001, 364 p. (in Russ.).
8. Zhu J., Tremblay T., Liang Y. Comparing SPAD and atLEAF values for chlorophyll assessment in crop species. *Canadian Journal of Soil Science*, 2012;92;4:645–648. doi: 10.4141/cjss2011-100.
9. Dospekhov B. A. *Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*, Moscow, Al'yans, 2014, 351 p. (in Russ.).
10. Akulov A. S., Vasilchikov A. G. Study of the elements of technology of cultivation of new soybean varieties Zusha and Mezenka. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016;1(17): 45–51. EDN VSPQFT (in Russ.).
11. Pigorev I. Ya., Danilova L. V. Influence of the seeding rate on the yield and quality of soybean seeds on gray forest soils. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2009;3:57–59. EDN KZVHTR (in Russ.).
12. Aseeva T. A. Agroecological foundations of grain and soybean yield formation in the conditions of the Middle Amur region. *Extended abstract of doctor's thesis*. Timiryazevsky, 2009, 46 p. EDN NLDIZT (in Russ.).

13. Sorokina I. Yu. Effects of pre-sowing seed treatment on pea yield. *AgroEkoInfo*, 2024;4 (64). doi: 10.51419/202144402. EDN VRUCIM (in Russ.).

14. Rasulova V. A., Kiryukhin S. V., Gurinovich S. O. Assessment of morphological features of soybean collection samples and their relationship with economically important indicators in the Orel region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2025;4(56):69–78. doi: 10.24412/2309-348X-2025-4-69-78. EDN YELZQC (in Russ.).

© Дубков А. А., Панюта Н. С., Тимошинов Р. В., Кушаева Е. Ж., Клыков А. Г., 2026

Статья поступила в редакцию 31.07.2026; одобрена после рецензирования 11.09.2026; принята к публикации 14.09.2026.

The article was submitted 31.07.2026; approved after reviewing 11.09.2026; accepted for publication 14.09.2026.

Информация об авторах

Дубков Александр Алексеевич, научный сотрудник, Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, o.zemledelia@yandex.ru;

Панюта Нина Сергеевна, аспирант, младший научный сотрудник, Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, o.zemledelia@yandex.ru;

Тимошинов Роман Витальевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом земледелия и агрохимии, Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, o.zemledelia@yandex.ru;

Кушаева Елена Жоржеевна, научный сотрудник, Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, o.zemledelia@yandex.ru;

Клыков Алексей Григорьевич, доктор биологических наук, академик Российской академии наук, Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, alex.klykov@mail.ru

Information about the authors

Aleksandr A. Dubkov, Researcher, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, o.zemledelia@yandex.ru;

Nina S. Panyuta, Postgraduate Student, Junior Researcher, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, o.zemledelia@yandex.ru;

Roman V. Timoshinov, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Agriculture and Agrochemistry, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, o.zemledelia@yandex.ru;

Elena Zh. Kushaeva, Researcher, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, o.zemledelia@yandex.ru;

Aleksei G. Klykov, Doctor of Biological Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, alex.klykov@mail.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.