

Научная статья

УДК 633.34:631.526.32:631.53.04(571.61)

EDN YQGRGG

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-17-27>

Реакция сортов сои амурской селекции на норму высева и способ посева семян

Вэй Жань¹, Ольга Александровна Селихова²

¹ Хэйхэйское отделение Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук провинция Хэйлунцзян, Хэйхэ, Китай

^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ wr19861023@sina.com, ² olgacoa@bk.ru

Аннотация. В Амурской области хозяйства преимущественно возделывают сою рядовым способом с междурядьями 15 см, заведомо сдерживая потенциал отечественных сортов путем уменьшения площади питания одного растения. В 2023 г. урожайность сои в области в среднем составила всего 1,59 т/га, а потенциал местных сортов в два раза выше. Изучение реакции высокопродуктивных сортов сои на элементы агротехники является актуальным. В статье представлены результаты исследований за 2017–2019 гг. в условиях южной сельскохозяйственной зоны области по влиянию нормы высева и способа посева на развитие растений сортов сои, элементы структуры урожая и урожайность семян. Объектом исследований были высокопродуктивные сорта сои селекции Всероссийского научно-исследовательского института сои – Лидия, Персона и Умка. Исследования показали, что при возделывании сои для получения запланированной урожайности следует регулировать густоту посева нормой высева и шириной междурядья. Существенное снижение урожайности отмечено при низкой (250 тыс. шт./га) и завышенной (850 тыс. шт./га) нормах высева, а также при рядовом (15 см) и широкорядном (60 см) способах посева. Более благоприятные условия для роста и формирования потенциальной урожайности у сортов сои амурской селекции складываются при норме высева 550 тыс. шт./га (2,42–2,78 т/га) и 400 тыс. шт./га (2,15–2,60 т/га), а также ширине междурядья 45 см (2,26–2,70 т/га) и 30 см (2,16–2,68 т/га). Возделывание изучаемых сортов сои рядовым способом с междурядьем 15 и 30 см с низкой и высокой нормой высева нецелесообразно.

Ключевые слова: соя, сорт, норма высева, способ посева, элементы структуры урожая, площадь листьев, накопление сухого вещества

Для цитирования: Вэй Жань, Селихова О. А. Реакция сортов сои амурской селекции на норму высева и способ посева семян // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 2. С. 17–27. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-17-27>.

Original article

Reaction of soybean varieties of Amur selection to seeding rate and sowing method

Wei Ran¹, Olga A. Selikhova²

¹ Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences
Heilongjiang Province, Heihe, China

^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

¹ wr19861023@sina.com, ² olgacoa@bk.ru

Abstract. Most farms in the Amur region cultivate soybeans using row cropping with row spacing of 15 cm, which limits the potential of domestic varieties by reducing the feeding area of one

plant. Soybean yield in the region in 2023 averaged 15,9 c/ha while the potential was twice as high. The study of the reaction of highly productive soybean varieties to elements of agricultural technology is relevant. The article presents research results for 2017–2019 in the conditions of the southern agricultural zone of the region, according to the influence of seeding rates and sowing method on the size of soybean varieties, elements of the crop structure and seed yield. The object of the research was highly productive soybean varieties Lidiya, Persona and Umka, selected by the All-Russian Research Institute of Soybeans. Studies have shown that when cultivating soybeans, in order to obtain the planned yield, the sowing density should be regulated by the seeding rate and row spacing. A significant decrease in yield was noted at low seeding rate of 250 thousand units/ha and high seeding rate of 850 thousand units/ha. Additionally, a significant decrease in yield was noted with row sowing method of 15 cm and wide-row sowing method of 60 cm. More favorable conditions for growth and formation of potential yield in soybean varieties of Amur selection are formed at a seeding rate of 550 thousand units/ha (2,42–2,78 t/ha) and 400 thousand units/ha (2,15–2,60 t/ha), as well as row spacing of 45 cm (2,26–2,70 t/ha) and 30 cm (2,16–2,68 t/ha). Cultivation of the studied soybean varieties in a row method with low and high seeding rates is not advisable.

Keywords: soybean, variety, seeding rate, sowing method, elements of crop structure, leaf area, dry matter accumulation

For citation: Wei Ran, Selikhova O. A. Reaction of soybean varieties of Amur selection to seeding rate and sowing method. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2024;18:2:17–27. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-17-27>.

Введение. Соя – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире, являющаяся важным источником белков и жиров. Ее зерно и продукты переработки широко используются в пищевой промышленности, а также в животноводстве [1, 2].

Увеличение посевных площадей под сою обосновано прямым влиянием на сельскохозяйственную экономику России. Валовые сборы соевых бобов составили более 6,8 млн. т в 2023 г. [3]. Амурская область является важнейшей базой по производству сои в России. Доля сои в структуре пашни Амурской области составляла в 2022 и 2023 гг. 75 %. Средняя урожайность сои в семнадцати соесеющих муниципальных образованиях области по результатам уборочной компании 2023 г. составила 1,59 т/га, при потенциале сортов не ниже 3,0 т/га. В 2024 г. запланировано увеличение посевной площади данной культуры до 1,5 млн. га для удовлетворения рыночного спроса. Рост производства сои основывается на увеличении посевных площадей и урожайности [4, 5].

Рациональные нормы высеива и способ посева являются одними из важных агротехнических приемов для повышения урожайности сои [6]. Увеличение урожайности возможно путем регулировки ширины междуурядья и нормы высеива. Оптимальное пространственное распределение растений позволяет создать благоприят-

ные условия для формирования морфологических, биологических особенностей роста и развития [7]. Важным фактором повышения урожая в каждой природно-климатической зоне является установление оптимальной площади питания растений путем регулировки этих факторов. Подбор рациональной нормы высеива раскрывает потенциал каждого сорта [8, 9].

Сорта сои имеют различия по типу роста: детерминантные, индетерминантные и полудетерминантные. В зависимости от типа роста растения имеют определенные различия в форме куста, порядке цветения, распределении бобов и других показателях, которые оказывают влияние на урожайность культуры [10].

В настоящее время большая доля хозяйств области возделывает сою рядовым способом с междуурядьем 15 см, заведомо сдерживая потенциал амурских (местных) сортов. Исследование влияния элементов агротехники на рост и развитие растений сортов сои, созданных для экологических условий Амурской области, является актуальным.

Цель исследований – установить характер формирования элементов, определяющих продуктивность сортов сои *Лидия*, *Умка*, *Персона*, в зависимости от нормы высеива и способа посева семян.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в 2017–2019 гг.

на опытном поле Дальневосточного государственного аграрного университета (село Грибское, Благовещенский район).

Период вегетации 2017 г. характеризовался более теплой погодой, чем 2018 и 2019 гг. Средняя температура воздуха во все месяцы была выше по сравнению с многолетними данными на 1,3–2,9 °С. Сумма выпавших осадков превышала многолетние данные на 59 мм. Недостаток влаги отмечен в мае и июле. Сентябрь характеризовался частыми дождями (рис. 1). Агрометеорологические условия летнего периода 2017 г. были преимущественно благоприятными и удовлетворительными.

Период вегетации 2018 г. характеризовался неустойчивым температурным режимом, частыми дождями. Средняя температура воздуха с июня по сентябрь была близка норме. Май и сентябрь были более теплыми на 2,5 и 3,7 °С. Характерной особенностью этого лета являлось «переувлажнение почвы» в период роста растений. Частые дожди и значительное количество осадков отрицательно сказались на росте и развитии сои. Средняя температура воздуха в сентябре была выше нормы

в среднем на 1,1 °С. Сентябрь и октябрь характеризовались незначительным переувлажнением.

Средняя температура воздуха в мае, июне, июле и августе 2019 г. соответствовала среднемноголетним данным. Повышение температурного режима отмечено в сентябре и октябре на 1,1 и 0,6 °С соответственно. В мае на полях отмечалось в основном хорошее и слабое увлажнение почвы, запасы продуктивной влаги были удовлетворительными. Недостаток влаги наблюдался в июне, августе и сентябре; при этом ее избыток был в июле, который характеризовался частыми дождями. В сентябре и октябре преобладала преимущественно теплая и сухая погода. Агрометеорологические условия 2019 г. для уборки урожая были благоприятными.

Почва опытного участка – черноземовидная среднемощная, среднесуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта (0–20 см) следующая: содержание гумуса очень низкое – в пределах 1,5–1,8 %; слабокислая реакция среды рН = 5,2; сумма поглощенных оснований средняя – 15,0–15,3 мг. экв./100 г почвы;

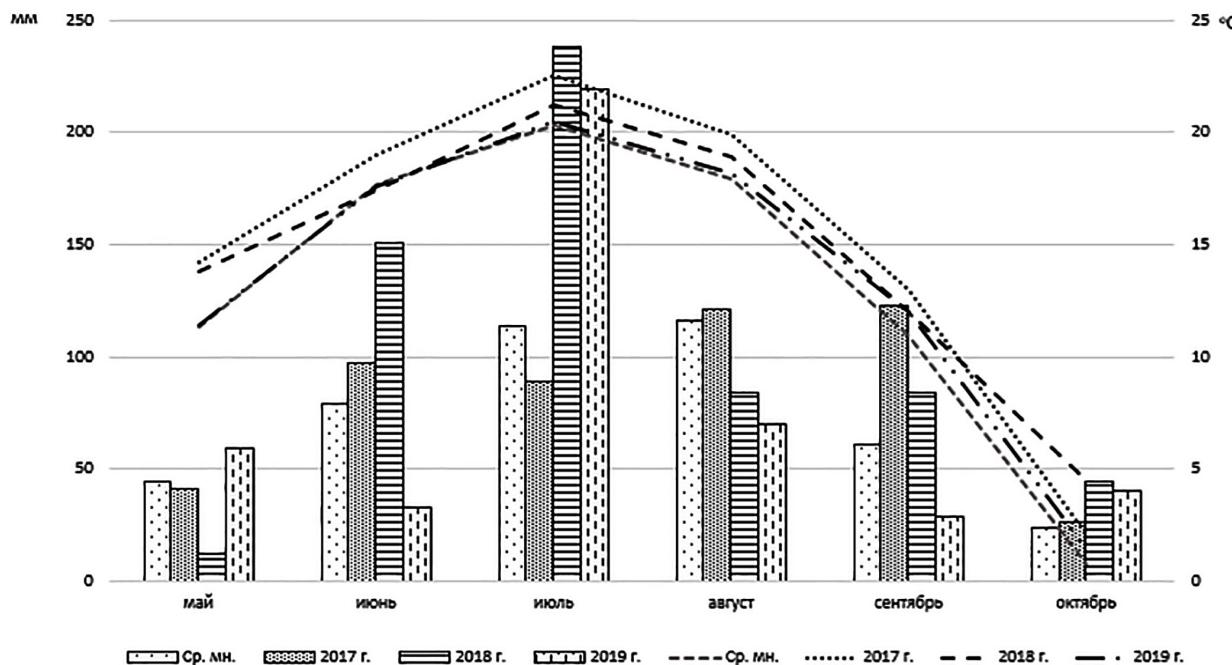


Рисунок 1 – Метеорологические условия за период вегетации 2017–2019 гг. (по данным государственной метеорологической станции, г. Благовещенск)

Figure 1 – Meteorological conditions during the growing season 2017–2019 (according to the State Metrological Service, Blagoveshchensk)

гидролитическая кислотность очень низкая – 1,0–1,4 мг. экв./100 г почвы [11].

Содержание питательных элементов в почве: подвижного фосфора колеблется от низкого до среднего значения, составляя 46–66 мг/кг; калия повышенное – от 134 до 146 мг/кг [11].

Объектом исследования являлись сорта сои (*Glycine max* (L.) Merr.) селекции Всероссийского научно-исследовательского института сои – Лидия, Умка, Персона (табл. 1).

Метод исследования – полевой опыт, включающий 60 вариантов. Схема многофакторного опыта:

фактор A – сорт сои: Лидия, Умка, Персона;

фактор B – норма высева: 250; 400 (контроль); 550; 700; 850 тыс. шт./га;

фактор C – ширина междурядий: 15; 30; 45 (контроль); 60 см.

Учетная площадь одной делянки равна 36 м². Повторность вариантов трехкратная. Размещение опытных делянок последовательное в один ярус [13].

Отбор почвенных образцов проводили тростевым буром с пахотного слоя, по диагонали с каждой делянки с глубины 0,20 см (ГОСТ 28168–89).

Определяли обменную кислотность (по методу ЦИНАО; ГОСТ 26483–85), содержание обменного аммония (по методу ЦИНАО; ГОСТ 26489–85), нитратов (ионометрическим методом; ГОСТ 26951–86), подвижных соединений фосфора P₂O₅ и калия K₂O (по методу А. Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО; ГОСТ Р 54650–2011). Определение показателей выполняли в учебно-исследовательской лаборатории

кафедры экологии, почвоведения и агрохимии факультета агрономии и экологии.

Для определения структуры урожая перед уборкой (24–26 октября) отобран сноповой материал по 25 растений с каждой делянки опыта. Затем проведен биометрический анализ и определена масса 1 000 семян.

Для определения активности фотосинтеза растительные пробы отбирали в фазы роста и развития, начиная с третьего тройчатого листа до конца вегетации по 15 растений с каждой делянки. Общая проба составляла 45 растений, в которой устанавливали массу стеблей, листьев и генеративных органов весовым методом; прирост абсолютно сухого вещества (ACB); площадь листьев методом высечек по методике, изложенной в работе [14]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена с применением программного пакета SNEDECOR [15].

Основная обработка почвы – культивация (3 декада мая). Проведено весеннее боронование (2 декада мая) и внесение почвенного гербицида Фронтьер Оптима в дозе 1,2 л/га. Посев (28–29 мая) выполнен селекционной сеялкой СН-16. Предшественник – чистый пар.

Борьбу с сорняками выполняли баковой смесью гербицидов в фазу третьего тройчатого листа (первая декада июня) (Галакси Топ + Арамо в дозе 1,5 л/га). Уборка проведена в 3 декаде октября селекционным комбайном Terrion2010.

Результаты исследований и их обсуждение. Высота прикрепления нижнего боба изучаемых сортов сои увеличивалась по мере увеличения нормы высева. Так, у сорта Умка максимальная высота при-

Таблица 1 – Краткая характеристика исследуемых сортов сои [12, С. 42–60]

Table 1 – Brief characteristics of the studied soybean varieties сои [12, P. 42–60]

Показатели	Лидия	Персона	Умка
Вегетационный период, дней	96–104	103–109	104–110
Высота растения, см	57–90	61–98	65–98
Высота прикрепления нижнего боба, см	13–18	9–14	13–17
Содержание белка, %	41	41	43
Содержание масла, %	22	19	18
Масса 1 000 семян, г	158–168	110–139	170–198
Потенциальная урожайность, т/га	3,1	3,2	3,8

крепления нижнего боба зафиксирована при норме высева семян 700 тыс. шт./га ($11,68 \pm 7,62$ см), а у сортов Лидия и Персона при норме высева 850 тыс. шт./га ($12,99 \pm 5,57$ и $12,10 \pm 5,88$ см соответственно). Максимальная высота растения у изучаемых сортов отмечена при увеличении густоты посева до 700–850 тыс. шт./га (Лидия – 64 ± 22 см, Персона – 62 ± 17 см, Умка – 67 ± 15 см).

Продуктивность сорта реализуется в полной мере при обеспечении оптимальных условий формирования структурных элементов урожая, в том числе за счет густоты стояния растений в посеве. Управление освещенностью растений и контроль их питания возможны при правильном выборе нормы высева и способа посева семян. Так, от густоты насаждений растений в агроценозе зависит величина листового аппарата, и в результате получаемый урожай [16].

Повышение нормы высева у сортов сои с 250 до 850 тыс. шт./га приводит к увеличению максимальной площади листьев и максимальному накоплению сухого вещества. Максимальная площадь листьев сформирована при посеве с нормой высева 700 и 850 тыс. шт./га: у сорта Лидия – 31,9 и 31,3 тыс. м²; Персона – 29,6 и 30,9 тыс. м²; Умка – 34,25 и 34,63 тыс. м², соответственно.

Динамика накопления массы сухого вещества растениями сои в значительной мере определяется условиями выращивания культуры. В вариантах с меньшей густотой стояния растений прибавка сухой массы оказалась меньшей, но достоверной и достаточно устойчивой. Максимальное накопление сухого вещества отмечено у сортов Лидия и Персона при норме высева 700 и 850 тыс. шт./га – 1 037 и 1 146 г/га; 1 009 и 1 060 г/га, соответственно. По сорту Умка накопление сухого вещества достигало 1 226 г/га при норме высева, составившей 850 тыс. шт./га (табл. 2).

Дисперсионный анализ показал, что действие изучаемых норм высева на накопление сухого вещества и формирование максимальной площади листьев подтверждено на однопроцентном уровне значимости F-критерия Фишера.

Увеличение нормы высева семян с 250 до 850 тыс. шт./га способствует увеличению линейных показателей растений

сои, максимальному накоплению сухого вещества и формированию максимальной площади листьев на растении.

Сорта сои Лидия, Персона и Умка с увеличением густоты посева при увеличении нормы высева отрицательно откликаются снижением количественных показателей: число ветвей, продуктивных узлов, бобов и массы семян с одного растения (табл. 3).

При разреженном посеве (с нормой высева 250 тыс. шт./га) у растений отмечено увеличение боковых ветвей на одном растении (в среднем на одну штуку), за исключением сорта сои Персона, у которого типична сортовая специфика – одностебельность. Такая же зависимость выявлена и при нарастании продуктивных узлов.

При норме высева 250 тыс. шт./га максимальное количество продуктивных узлов на одном растении сортов Лидия, Персона и Умка – 10; 11 и 10 шт., соответственно сорту. Также наблюдается наибольшее количество бобов на одном растении – 30; 32 и 33 шт., соответственно сорту. Снижение нормы высева у сортов увеличило не только эти показатели, но и массу семян с одного растения – 9,25; 8,84 и 11,54 г, соответственно сорту. При увеличении нормы высева все анализируемые показатели снижались.

Такая же закономерность отмечена и по крупности семян. В более загущенных посевах семена формировались мельче. Масса 1 000 семян снизилась у сорта Лидия от 143 до 139 г, сорта Персона – от 108 до 105 г и сорта Умка – от 175 до 169 г.

Между изучаемыми сортами различие в формировании ветвей достоверно на однопроцентном уровне. Различия по фактору В – в пределах ошибки опыта. Отмеченная тенденция не оказывает существенного влияния на формирование ветвей и продуктивных узлов. Достоверно на 5-процентном уровне норма высева влияет на формирование количества бобов, семян и массы семян на одном растении. Масса 1 000 семян существенно различалась как по фактору А, так и по фактору В.

Урожайность в зависимости от нормы высева варьировала у сорта Лидия от 1,78 до 2,42 т/га, сорта Персона – от 1,67 до 2,29 т/га, сорта Умка – от 2,11 до 2,78 т/га. Изучаемые сорта сои отрицательно отреа-

Таблица 2 – Влияние нормы высева на рост и развитие сортов сои при ширине междурядья 45 см (2017–2019 гг.)

Table 2 – The influence of seeding rate on the growth of soybean varieties with a row spacing of 45 cm (2017–2019)

Норма высева, тыс. шт./га	Высота прикрепления нижнего боба, см	Максимальная высота растений, см	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Максимальное накопление сухого вещества, г/га
<i>Сорт Лидия</i>				
250	9,68±3,11	60,03±26,22	23,58±1,16	695±66,23
400 (контроль)	8,56±3,07	63,39±23,70	27,45±0,67	984±48,77
550	11,15±5,10	62,64±25,55	28,85±0,35	985±17,15
700	12,18±4,82	64,44±22,93	31,95±0,96	1 037±67,31
850	12,99±5,57	64,33±23,51	32,28±0,69	1 146±95,16
<i>Сорт Персона</i>				
250	9,72±2,96	60,03±18,53	21,72±0,51	689±132,52
400 (контроль)	9,41±3,05	60,31±18,13	26,10±0,42	848±139,51
550	11,01±4,05	59,98±19,65	27,75±0,52	943±143,17
700	11,42±3,45	62,25±17,07	29,68±0,60	1 009±105,44
850	12,10±5,88	60,99±13,75	30,90±0,21	1 060±216,36
<i>Сорт Умка</i>				
250	8,65±4,03	64,05±19,00	28,00±1,63	926±74,53
400 (контроль)	8,89±5,56	64,09±20,44	31,28±0,10	1021±41,65
550	10,32±4,28	64,86±17,11	31,20±0,29	1 133±13,05
700	11,68±7,62	64,63±16,44	34,25±0,14	1 114±84,39
850	10,30±6,60	67,20±15,87	34,63±0,86	1 226±4,53
НСР ₀₅ по фактору А	3,92	2,41	3,20	211,30
НСР ₀₅ по фактору В	5,95	3,67	4,87	321,20
НСР ₀₅ частных средних	13,13	8,09	10,74	708,10
Стандартная ошибка, %	3,98	14,6	12,40	10,90

гировали на низкую и завышенную нормы высева снижением урожайности. При этом более благоприятная норма высева для изучаемых сортов сои – 550 тыс. шт./га; хорошо зарекомендовала также норма высева 400 тыс. шт./га. Между ними различия в пределах ошибки опыта.

Положительная сильная парная корреляционная зависимость установлена между густотой стояния растений и высотой прикрепления нижних бобов (0,815), а также площадью листьев (0,801), массой сухого вещества (0,799).

При этом отрицательная сильная зависимость наблюдалась между количеством узлов (минус 0,831), количеством

бобов на растении (минус 0,945), семян на растении (минус 0,804), массой 1 000 семян (минус 0,871) (в скобках показаны значения коэффициентов корреляции).

При посеве семян с междурядьями 15 см (рядовой) и 30 см (широкорядный) отмечена тенденция увеличения высоты прикрепления нижнего боба на растениях сортов на 1,67–6,11 см. Это важно при уборке сои механизированным способом. Для каждого из сортов данная разница выражена в пределах: у сорта Лидия она была выше на 1,67–4,72 см, у сорта Персона на 2,56–5,59 см и у сорта Умка на 2,41–6,11 см. Более высокое расположение первых бобов на растениях изучаемых сортов

Таблица 3 – Влияние нормы высева семян на структуру урожая и урожайность сои, при ширине междурядья 45 см (2017–2019 гг.)

Table 3 – The influence of seeding rates on crop structure and soybean yield, with a row spacing of 45 cm (2017–2019)

Норма высева, тыс. шт./га	Количество на одном растении, шт.			Масса семян, грамм на растение	Масса 1 000 семян, г	Урожайность, т/га
	ветвей	продуктивных узлов	бобов			
<i>Сорт Лидия</i>						
250	1,00±0,25	10±0,39	30±5,23	9,25±5,27	143±2,84	1,78±1,01
400 (контроль)	1,00±0,22	9±0,41	27±2,89	8,25±2,77	142±3,34	2,21±0,67
550	1,00±0,30	8±0,43	22±2,96	6,26±2,55	141±4,08	2,42±0,87
700	1,00±0,43	8±0,60	18±2,76	5,27±1,74	140±2,05	2,19±0,49
850	0,73±0,20	8±0,66	18±1,59	5,21±1,65	139±2,31	2,15±0,39
<i>Сорт Персона</i>						
250	0,50±0,13	11±0,99	32±3,64	8,84±1,88	108±3,15	1,67±0,14
400 (контроль)	0,36±0,20	10±0,56	28±4,56	7,71±2,05	107±5,49	2,15±0,28
550	0,31±0,14	10±0,62	25±3,36	6,74±1,71	107±5,78	2,29±0,21
700	0,20±0,03	9±0,47	22±1,41	6,00±2,39	106±3,89	2,13±0,40
850	0,21±0,07	8±0,67	20±3,37	5,46±2,49	105±4,33	1,67±0,07
<i>Сорт Умка</i>						
250	1,00±0,66	10±0,86	33±4,44	11,54±3,71	175±3,44	2,22±0,71
400 (контроль)	1,00±0,34	9±0,92	27±5,44	9,13±3,58	173±3,72	2,60±0,53
550	0,52±0,24	9±0,84	24±3,97	7,71±2,48	171±5,77	2,78±0,63
700	0,53±0,35	8±0,65	20±3,20	6,67±2,79	170±5,17	2,23±0,07
850	0,44±0,25	8±0,73	20±5,05	6,64±2,70	169±4,78	2,11±0,31
НСР ₀₅ по фактору А	0,33	0,69	4,41	1,30	2,66	0,34
НСР ₀₅ по фактору В	0,51	1,05	6,71	1,98	4,05	0,52
НСР ₀₅ частных средних	1,12	2,33	14,79	4,37	8,94	1,15
Стандартная ошибка, %	29,2	4,80	11,40	11,30	1,22	10,10

сои было при посеве их с междурядьями 15 см. Более низкое при посеве с междурядьями 60 см – 7–8 см (табл. 4).

Аналогичная тенденция отмечена и по высоте растений. Более высокие растения были зафиксированы при посеве с междурядьями 15 и 30 см (у сорта Лидия выше на 3–9 см, сорта Персона на 4–11 см, сорта Умка на 4–14 см), чем при междурядье 60 см.

Изменение конфигурации площади питания растений за счет увеличения ширины междурядья способствует формированию максимальной площади листьев.

На нее реагируют все изучаемые сорта. У сорта Лидия максимальная площадь

листьев варьировала от 30 до 35 тыс.м²/га; Персона – от 29 до 32 тыс.м²/га; Умка – от 33 до 36 тыс.м²/га, соответственно.

Максимальное накопление сухого вещества было в вариантах с междурядьями 45 и 60 см соответственно у всех изучаемых сортов: Лидия – 1 335 и 1 556 г/га, Персона – 1 202 и 1 414 г/га, Умка – 1 482 и 1 693 г/га. Дисперсионный анализ подтверждает наличие различий по фактору В (ширина междурядья) на однопроцентном уровне значимости.

Способ посева не оказывает влияние на формирование числа ветвей и количество продуктивных узлов. По количеству бобов и массе семян прослеживается их

Таблица 4 – Зависимость роста и развития сортов сои от способа посева при норме высева 550 тыс. шт./га (2017–2019 гг.)

Table 4 – Dependence of the growth and development of soybean varieties on sowing method at a seeding rate of 550 thousand units/ha (2017–2019)

Ширина междурядья, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Высота растений, см	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	Максимальное накопление сухого вещества, г/га
<i>Сорт Лидия</i>				
15	13,03±5,19	67,53±23,41	23,10±0,40	956±242,75
30	11,98±5,01	64,86±25,47	26,28±0,35	1 150±252,43
45 (контроль)	10,31±4,13	61,41±25,16	30,58±0,89	1 335±348,54
60	8,31±3,28	58,06±23,16	35,25±1,39	1 556±451,62
<i>Сорт Персона</i>				
15	13,21±3,74	66,43±15,71	21,53±0,55	823±86,25
30	12,33±4,12	62,52±17,37	25,50±0,48	1 001±155,11
45 (контроль)	9,77±4,16	58,76±16,80	29,05±0,48	1 202±115,00
60	7,62±3,23	55,14±19,63	32,88±1,08	1 414±362,48
<i>Сорт Умка</i>				
15	12,90±6,10	72,21±14,45	27,68±0,24	1 111±183,12
30	10,84±6,92	67,48±18,54	30,03±1,05	1 290±156,96
45 (контроль)	8,43±4,89	63,37±18,46	33,48±1,04	1 482±281,56
60	6,79±2,87	57,32±20,03	36,35±0,62	1 693±321,35
HCP ₀₅ по фактору А	2,57	4,27	0,38	187,00
HCP ₀₅ по фактору С	3,28	5,45	0,49	238,60
HCP ₀₅ АС	7,44	12,37	1,11	540,20
Стандартная ошибка, %	13,90	3,83	1,91	8,42

увеличение в посевах с узкой прямоугольной формой площади, при посеве с междурядьями 45 и 60 см. Дисперсионный анализ показал различия по фактору В (ширина междурядья) на однопроцентном уровне значимости по площади листьев и накоплению сухого вещества.

Действие изучаемой ширины междурядья влияет на урожайность и ее структуру (табл. 5).

Более крупные семена сформировали сорта сои Лидия и Персона при посеве с междурядьями 45 и 60 см, сорт Умка при 15–30 см.

Потенциал сортов предполагает возможность получения максимального количества зерна с гектара, но только при полной реализации возможностей сорта в условиях оптимальной агротехники. Механизированный процесс уборки опреде-

ляет фактическую урожайность с учетом собранной продукции.

Наилучшие условия выращивания изучаемых сортов были при ширине междурядий 30 и 45 см; в данных вариантах получена наибольшая урожайность – от 2,16 до 2,7 т/га. Дисперсионный анализ подтверждает наличие существенной разницы между изучаемыми вариантами на 5-процентном уровне значимости.

Изучаемые сорта Лидия, Персона и Умка в условиях южной зоны Амурской области в вегетационные периоды 2017–2019 гг. достигли технической спелости бобов за период от 104 до 106 суток.

Заключение. Установлено, что при возделывании сои для получения высокой урожайности целесообразно изменять густоту стояния растений посевом семян сортов Лидия, Персона и Умка с опти-

Таблица 5 – Структура урожая и урожайность сортов сои в зависимости от способа посева, при норме высева 550 тыс. шт./га (2017–2019 гг.)**Table 5 – Crop structure and yield of soybean varieties depending on sowing method, with a seeding rate of 550 thousand units/ha (2017–2019)**

Ширина междурядья, см	Количество на одном растении, шт.			Масса семян, грамм на растение	Масса 1 000 семян, г	Урожайность, т/га
	ветвей	продуктивных узлов	бобов			
<i>Лидия</i>						
15	1,00±1,12	9±2,05	19±9,58	5,43±2,29	138±3,11	1,96±0,63
30	1,00±1,02	9±1,76	22±10,40	6,62±2,56	140±2,70	2,39±0,69
45	1,00±0,76	9±2,06	24±11,11	7,16±2,92	142±1,50	2,41±0,77
60	1,00±0,90	9±1,86	23±12,11	7,10±3,07	141±1,35	1,80±0,64
<i>Персона</i>						
15	0,19±0,20	9±2,07	21±5,19	5,73±2,22	103±4,07	1,73±0,13
30	0,27±0,31	9±1,66	24±6,96	6,61±2,07	104±4,67	2,16±0,23
45	0,36±0,34	10±2,66	26±4,61	7,21±2,40	108±5,49	2,26±0,15
60	0,45±0,40	9±2,19	25±4,62	7,20±1,42	105±6,77	1,79±0,29
<i>Умка</i>						
15	0,31±0,22	9±1,81	19±7,12	6,40±3,09	169±4,60	2,14±0,38
30	1,00±0,55	9±1,60	24±6,05	8,02±2,97	170±5,12	2,68±0,43
45	1,00±0,89	9±1,88	27±8,51	8,94±3,08	162±19,41	2,70±0,50
60	1,00±1,04	9±2,06	22±7,35	8,82±2,65	165±16,70	2,11±0,42
HCP ₀₅ по фактору А	0,37	0,68	3,69	1,02	7,58	0,23
HCP ₀₅ по фактору С	0,47	0,87	4,71	1,31	9,68	0,30
HCP ₀₅ AC	1,07	1,97	10,69	2,97	21,95	0,68
Стандартная ошибка, %	27,4	4,13	8,36	7,88	3,09	6,12

мальной для них нормой высева и шириной междурядья.

Снижение урожайности отмечается при низкой (250 тыс. шт./га) и повышенной (850 тыс. шт./га) норме высева семян, а также при рядовом (15 см) и широкорядном (60 см) способе посева.

Более благоприятные условия для роста и формирования высокого урожая

складываются при норме высева, составляющей 550 и 400 тыс. шт./га, а также при ширине междурядий 45 и 30 см. При этом урожайность достигает уровня 2,6–2,7 т/га.

Возделывание изучаемых сортов сои рядовым способом с междурядьями 15 и 30 см при нормах высева, составляющих 250 и 850 тыс. шт./га, нецелесообразно.

Список источников

1. Zhang Yiling, Shi Lisong, Liu Fang. Comprehensive evaluation of the oil composition of the grains of soybean varieties // Soybean Science. 2023. Р. 1–10.
2. Алиева Г. А. Влияние норм внесения удобрений на структурные элементы сои в условиях Самухского района (Азербайджан) // Бюллетень науки и практики. 2022. № 11. С. 196.
3. Дмитриева И. Г., Сидак П. В., Макарова Н. А., Володин Д. В. Повышение урожайности сои при использовании регулятора роста пирацолопиридинов // Земледелие. 2024. № 2. С. 29–33.

4. Оганисян Р. М. Анализ состояния и перспективы производства сои в Амурской области // *Academy*. 2021. № 6 (69). С. 20–25.
5. Расурова В. А., Мельник А. Ф. Анализ современного состояния производства сои в России // *Вестник сельского развития и социальной политики*. 2020. № 3 (27). С. 6–8.
6. Булавинцев Р. А., Головин С. И., Стебаков В. А. Эффективность возделывания сои в зависимости от способа посева и нормы высева // *Вестник аграрной науки*. 2023. № 1 (100). С. 56–62.
7. Yu Xiaobo, Liang Jianqiu, He Zemin. Effect of plant spacing configuration on soybean agronomic Traits and yield // *Soybean Science*. 2021. No. 4 (40). P. 482–489.
8. Казаченко И. Г., Адиньяев Э. Д., Абаев А. А. Оптимальные нормы высева и способы посева перспективных сортов сои в условиях лесостепной зоны Республики Северная Осетия – Алания // *Аграрный вестник Урала*. 2011. № 3. С. 6–7.
9. Yin Fuwei, Wang Wenxin, Gu Shubo, Wang Dong. Effect of plant spacing configuration on the formation of wide-sown wheat yield // *Journal of Wheat Crops*. 2018. Vol. 38. No. 6. P. 710–717.
10. Wen Xuefa, Wang Haiying, Zhang Huijun. Analysis and evaluation of the comprehensive productivity of soybean varieties with different podding habits // *Journal of Shenyang Agricultural University*. 2005. No. 2. P. 143–147.
11. Черноситова Т. Н., Муратов А. А. Агрохимическая оценка состояния почвы опытного поля Дальневосточного государственного аграрного университета // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 341–348.
12. Каталог сортов сои / под ред. В. Т. Синеговской. Благовещенск : Одеон, 2021. 69 с.
13. Селихова О. А., Вэй Жань. Структура урожайности и посевные качества сортов сои в зависимости от нормы высева // Мировые научные исследования и разработки в эпоху цифровизации : материалы XV междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону : Южный университет, 2021. С. 156–164.
14. Синеговская В. Т., Наумченко Е. Т., Кобозева Т. П. Методы исследований в полевых опытах с соей. Благовещенск : Одеон, 2016. 115 с.
15. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск : Сибирское отделение Российской академии сельскохозяйственных наук, 2012. 282 с.
16. Федорова Т. Н., Асеева Т. А. Влияние густоты стояния растений на процессы фотосинтеза и продуктивность растений в соевом агроценозе в условиях Среднего Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 2 (62). С. 57–64.

References

1. Zhang Yiling, Shi Lisong, Liu Fang. Comprehensive evaluation of the oil composition of the grains of soybean varieties. *Soybean Science*, 2023:1–10.
2. Alieva G. A. The influence of fertilizer application rates on the structural elements of soybeans in the conditions of the Samukhsky district (Azerbaijan). *Byulleten' nauki i praktiki*, 2022; 11:196 (in Russ.).
3. Dmitrieva I. G., Sidak P. V., Makarova N. A., Volodin D. V. Increasing soybean yield using a growth regulator of a number of pyrazolopyridines. *Zemledelie*, 2024;2:29–33 (in Russ.).
4. Ogannisyan R. M. Analysis of the state and prospects of soybean production in the Amur region. *Academy*, 2021;6(69):20–25 (in Russ.).
5. Rasulova V. A., Melnik A. F. Analysis of the current state of soybean production in Russia. *Vestnik sel'skogo razvitiya i sotsial'noi politiki*, 2020;3(27):6–8 (in Russ.).
6. Bulavintsev R. A., Golovin S. I., Stebakov V. A. Efficiency of soybean cultivation depending on the method of sowing and seeding rate. *Vestnik agrarnoi nauki*, 2023;1(100):56–62 (in Russ.).
7. Yu Xiaobo, Liang Jianqiu, He Zemin. Effect of plant spacing configuration on soybean agronomic Traits and yield. *Soybean Science*, 2021;4(40):482–489.
8. Kazachenko I. G., Adinyaev E. D., Abaev A. A. Optimal seeding rates and methods of sowing promising soybean varieties in the conditions of the forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia – Alania. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2011;3:6–7 (in Russ.).

9. Yin Fuwei, Wang Wenxin, Gu Shubo, Wang Dong. Effect of plant spacing configuration on the formation of wide-sown wheat yield. *Journal of Wheat Crops*, 2018;38;6:710–717.
10. Wen Xuefa, Wang Haiying, Zhang Huijun. Analysis and evaluation of the comprehensive productivity of soybean varieties with different podding habits. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2005;2:143–147.
11. Chernositova T. N., Muratov A. A. Agrochemical assessment of the soil condition of the experimental field of the Far Eastern State Agrarian University. *Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 341–348), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2022 (in Russ.).
12. Sinegovskaya V. T. (Eds.). *Catalog of soybean varieties*, Blagoveshchensk, Odeon, 2021, 69 p. (in Russ.).
13. Selikhova O. A., Wei Zhan. Yield structure and sowing qualities of soybean varieties depending on the seeding rate. *Proceedings from Global research and development in the era of digitalization: XV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 156–164), Rostov-on-Don, Yuzhnyi universitet, 2021 (in Russ.).
14. Sinegovskaya V. T., Naumchenko E. T., Kobozeva T. P. *Research methods in field experiments with soybeans*, Blagoveshchensk, Odeon, 2016, 115 p. (in Russ.).
15. Sorokin O. D. *Applied statistics on a computer*, Krasnoobsk, Sibirskoe otdelenie Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk, 2012, 282 p. (in Russ.).
16. Fedorova T. N., Aseeva T. A. Influence of plant density on photosynthesis processes and plant productivity in soybean agroecosystem in the conditions of the Middle Amur region. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2022;2(62):57–64 (in Russ.).

© Вэй Жань, Селихова О. А., 2024

Статья поступила в редакцию 23.05.2024; одобрена после рецензирования 18.06.2024; принята к публикации 19.06.2024.

The article was submitted 23.05.2024; approved after reviewing 18.06.2024; accepted for publication 19.06.2024.

Информация об авторах

Вэй Жань, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет; научный сотрудник, Хэйхэйское отделение Хэйлунцзянской академии сельскохозяйственных наук, wr19861023@sina.com;

Селихова Ольга Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета агрономии и экологии, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1273-9537>, olgacoa@bk.ru

Information about the authors

Wei Ran, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University; Researcher, Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, wr19861023@sina.com;

Olga A. Selikhova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Agronomy and Ecology, Far Eastern State Agrarian University, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1273-9537>, olgacoa@bk.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.