

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья

УДК 633.34

doi: 10.31774/2712-9357-2023-13-2-198-211

Формирование урожайности сортов сои различных групп спелости под влиянием способов посева и норм высева

Георгий Трифионович Балакай¹, Рита Евгеньевна Юркова²,
Лидия Михайловна Докучаева³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

²rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

³dokuchaeva_lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-4831-7640>

Аннотация. **Цель:** изучение влияния способов посева и норм высева на развитие и урожайность сои в условиях орошения на почвах Ростовской области. **Материалы и методы.** Полевые исследования проведены на лугово-черноземных почвах Ростовской области в условиях орошения в 2020–2022 гг. Схема опыта: фактор А – сорта сои: ранний сорт Селекта 201 и среднеранний сорт Селекта 302; фактор В – способы посева сои с шириной междурядий 0,70; 0,45 и 0,15 м; фактор С – норма высева: 800, 600 и 400 тыс. всхожих семян на 1 га. Исследования проведены в соответствии с общепринятыми методиками с учетом зональных особенностей. **Результаты.** Установлено, что у раннего сорта Селекта 201 наибольшая урожайность получена в варианте с шириной междурядий 0,45 м и нормой высева 600 тыс. шт./га – 4,69 т/га, это на 0,30 т/га превышает данные контрольного варианта. Такая урожайность сформирована благодаря высокой полевой всхожести семян на уровне 95 %, показателям линейного роста – 123 см, площади листовой поверхности – 74,8 тыс. кв. м/га и относительно высокой вегетативной массе растений – 7,06 т/га. Также можно выделить вариант с шириной междурядья 0,15 м и нормой высева 800 тыс. шт./га – 4,67 т/га. У среднераннего сорта Селекта 302 высокая полевая всхожесть семян на уровне 94 %, показатели линейного роста – 127 см, площади листовой поверхности – 74,2 тыс. кв. м/га и вегетативной массы растений – 6,99 т/га позволили сформировать высокую урожайность семян сои 4,87 т/га при норме высева 600 тыс. шт./га и ширине междурядий 0,45 м. **Выводы:** сравнительная оценка показала, что лучшим вариантом при возделывании сортов Селекта 201 и Селекта 302 является способ посева с шириной междурядий 0,45 м и нормой высева 600 тыс. шт./га с урожайностью 4,69 и 4,87 т/га соответственно.

Ключевые слова: соя, орошение, способы посева, нормы высева, урожайность

Для цитирования: Балакай Г. Т., Юркова Р. Е., Докучаева Л. М. Формирование урожайности сортов сои различных групп спелости под влиянием способов посева и норм высева // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 2. С. 198–211. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-2-198-211>.

GENERAL AGRICULTURE, CROP PRODUCTION

Original article

Yield formation of soybean varieties of different groups of ripeness under the influence of sowing methods and seeding rates

Georgiy T. Balakay¹, Rita Ye. Yurkova², Lidiya M. Dokuchayeva³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

¹balakaygt@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8021-6853>

²rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

³dokuchaeva_lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4831-7640>

Abstract. Purpose: to study the influence of sowing methods and seeding rates on soybean development and productivity under irrigation conditions on Rostov region soils. **Materials and methods.** Field studies were carried out on meadow-chernozem soils in Rostov region under irrigation conditions in 2020–2022. Experiment scheme was the following: factor A – soybean varieties: early ripening variety Selecta 201 and medium early variety Selecta 302; factor B – soybean sowing methods with a row spacing of 0.70; 0.45 and 0.15 m; factor C – seeding rate: 800, 600 and 400 thousand viable seeds per 1 ha. The studies were carried out in accordance with generally accepted methods, taking into account zonal features. **Results.** It has been determined that the highest yield in the early variety Selecta 201 was obtained in the variant with a row spacing of 0.45 m and a seeding rate of 600 thousand units/ha – 4.69 t/ha, that exceeds the data of the control variant by 0.30 t/ha. Such an yield was formed due to the high field germination of seeds at the level of 95 %, linear growth indicators – 123 cm, leaf area duration – 74.8 thousand square meters/ha and a relatively high plant green matter – 7.06 t/ha. It is also possible to single out an option with a row spacing of 0.15 m and a seeding rate of 800 thousand units/ha – 4.67 t/ha. The medium early variety Selecta 302 has a high field germination of seeds at the level of 94 %, linear growth rates – 127 cm, leaf area duration – 74.2 thousand square meters/ha and plant green matter – 6.99 t/ha allowed to form a high yield of soybean seeds 4.87 t/ha at a seeding rate of 600 thousand units/ha and a row spacing of 0.45 m. **Conclusion:** a comparative assessment showed that the best option when cultivating varieties Selecta 201 and Selecta 302 is the sowing method with a row spacing of 0.45 m and a seeding rate of 600 thousand units/ha with an yield of 4.69 and 4.87 t/ha respectively.

Keywords: soybeans, irrigation, sowing methods, seeding rates, yield

For citation: Balakay G. T., Yurkova R. Ye., Dokuchayeva L. M. Yield formation of soybean varieties of different groups of ripeness under the influence of sowing methods and seeding rates. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2023;13(2):198-211. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-2-198-211>.

Введение. Производство сои как особо ценной и инвестиционно привлекательной культуры в России с каждым годом увеличивается не только за счет расширения посевных площадей, но и благодаря повышению урожайности, которая к 2022 г. достигла 18,9 ц/га¹, а валовые сборы соевых бобов составили более 5 млн т.

Важный фактор, влияющий на продуктивность растений, – подбор эффективных агротехнических приемов, одними из которых являются спо-

¹Медведева А. Соеводы России вышли на исторический рекорд урожая в 2022 году // АгроXXI [Электронный ресурс]. URL: www.agroxxi.ru/rossiiskie-agronovosti/soe-vody-rossii-vyshli-na-istoricheskii-rekord-urozhaja-v-2022-godu.html?ysclid=ldcqltzt3831118732 (дата обращения: 20.01.2023).

соб посева и норма высева семян [1, 2]. Их применение регулирует густоту стояния и габитус растений сои и влияет на морфологические и биологические особенности роста, развития и урожайность сои, поэтому они являются одними из основных элементов сортовой агротехники [3–6].

По мнению некоторых авторов, повысить урожайность возможно, применяя загущение посевов, но до определенного предела [7, 8]. Загущенные посевы сои способствуют развитию тонкого стебля, который не может удержать массу листьев и бобов, и обычно к периоду созревания растения полегают, усложняют уборку и увеличивают потери зерна при уборке [9, 10]. Урожайность может снизиться от 50 до 70 % по сравнению с оптимальной густотой стояния. В то же время изреженные посевы также нежелательны, поскольку растения при хорошей освещенности закладывают несколько боковых побегов, на которые расходуются синтезированные питательные вещества, они могли бы быть использованы для формирования генеративных органов. Также боковые побеги в период налива бобов при увеличении массы зерна могут обламываться, что приводит к большим потерям и снижению урожая сои. Поэтому вопросы установления оптимальной густоты стояния и размеров площади питания отдельного растения сои определяют актуальность данной работы.

Цель исследований – изучение влияния способов посева и норм высева на развитие и урожайность сои в условиях орошения на почвах Ростовской области.

Материалы и методы. Исследования проводились на орошаемом опытном участке в ООО «Агропредприятие «Бессергеновское» Октябрьского района Ростовской области в 2020–2022 гг. Источник орошения – р. Аксай с минерализацией воды 0,7–0,9 г/дм³.

Согласно метеорологическим данным, время вегетации 2020 г. соответствовало очень засушливому периоду (ГТК = 0,41), 2021 г. – слабо за-

сушливому ($ГТК = 1,14$), 2022 г. – очень засушливому ($ГТК = 0,40$), что сказалось на оросительной норме (от 1800 до 3000 м³/га).

Лугово-черноземные почвы опытного участка относятся к суглинкам тяжелым с отличным структурным состоянием. В среднем по участку за годы исследований наименьшая влагоемкость почвы для слоя 0–60 см составила 28,1 %, плотность почвы в слое 0,6 м – 1,28 т/м³, а в метровом слое – 1,32 т/м³. Засоление и щелочность не обнаружены. Содержание в слое 0–40 см азота нитратного в среднем составило 28 мг/кг, подвижного фосфора – 57 мг/кг, обменного калия – 470 мг/кг. Отмечено низкое содержание гумуса – 3,05 %.

Трехфакторный опыт проводился по следующей схеме: фактор А – сорта сои: ранний сорт Селекта 201 и среднеранний сорт Селекта 302; фактор В – способы посева сои с шириной междурядий 0,70; 0,45 и 0,15 м; фактор С – норма высева 800; 600 и 400 тыс. всхожих семян на 1 га (далее – тыс. шт./га).

Площадь делянки – 105 м². Учетная площадь составляет 45 м². Повторность четырехкратная. Проводились фенологические, морфологические и биометрические наблюдения. В опыте применялась общепринятая агротехника возделывания сои на орошаемых землях Ростовской области. Орошение проводилось дождеванием.

Отбор почвенных образцов и их анализ для определения свойств почв проводился согласно соответствующим методикам и стандартам, а полученные результаты оценивались с использованием «Руководства по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель» 2017 г. [11]. Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову².

Результаты и обсуждение. Наблюдения за развитием сои на опыт-

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Кн. по требованию, 2012. 352 с.

ном участке за вегетационные периоды 2020–2022 гг. не показали значимой прямой зависимости густоты стояния от способа посева, но отмечена тенденция повышения полевой всхожести семян при снижении нормы высева с 800 до 400 тыс. всхожих семян на 1 га. Например, при посеве сои сорта Селекта 201 с шириной междурядий 0,7 м полевая всхожесть соответственно повысилась с 92,7 до 96,1 %, при посеве с шириной междурядий 0,45 м соответственно с 93,8 до 96,9 % в среднем за 3 года. Такая же закономерность сохраняется и в других вариантах опыта для изучаемых сортов сои Селекта 201 и Селекта 302 (таблица 1).

Таблица 1 – Полевая всхожесть растений при различных способах посева и нормах высева сои в среднем за 2020–2022 гг.

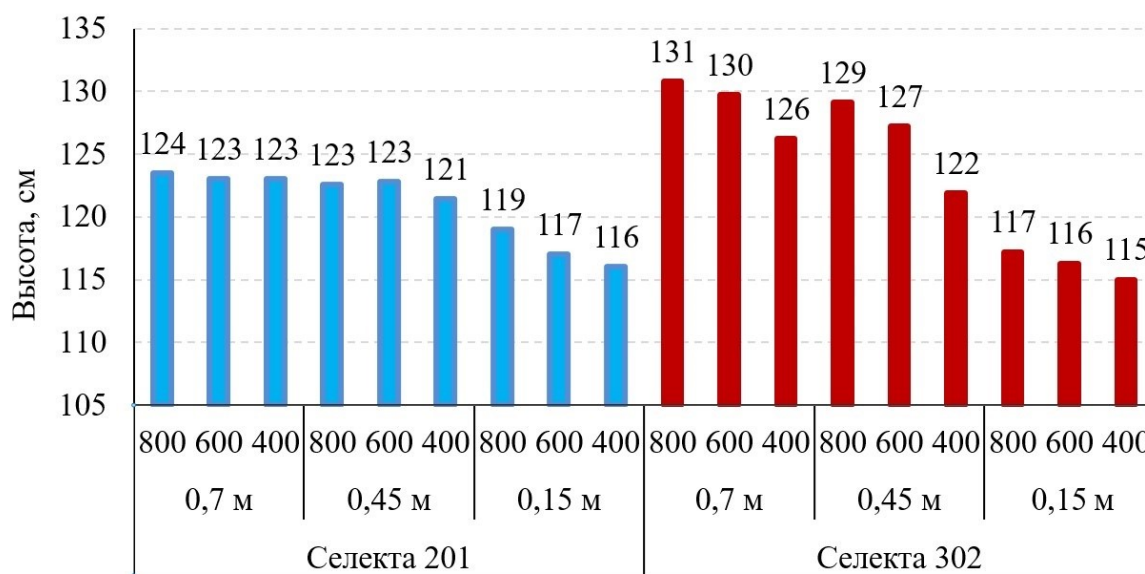
Table 1 – Field germination of plants with various methods of soybean sowing and seeding rates on average for 2020–2022

Вариант	Способ посева, ширина междурядий, м	Норма высева, тыс. всхожих семян на 1 га	Густота всходов, тыс. растений на 1 га	Полевая всхожесть, % от нормы высева
A1B1C1 (контроль 1)	0,7	800	742	92,7
A1B1C2		600	567	94,5
A1B1C3		400	387	96,8
A1B2C1	0,45	800	751	93,9
A1B2C2		600	562	93,7
A1B2C3		400	387	96,8
A1B3C1	0,15	800	753	94,1
A1B3C2		600	582	97,0
A1B3C3		400	391	97,8
A2B1C1 (контроль 2)	0,7	800	738	92,3
A2B1C2		600	569	94,8
A2B1C3		400	382	95,5
A2B2C1	0,45	800	747	93,4
A2B2C2		600	565	94,2
A2B2C3		400	384	96,0
A2B3C1	0,15	800	753	94,1
A2B3C2		600	573	95,5
A2B3C3		400	387	96,8

Густота всходов незначительно отличалась от нормы высева. Так, на контроле 1 отклонение составило 7,3 % от нормы высева при 800 тыс. шт./га, 5,5 % – от нормы высева при 600 тыс. шт./га, а при норме 400 тыс. шт./га всего 3,3 %, т. е. чем ниже норма высева, тем лучше густота

всходов и, соответственно, полевая всхожесть. Аналогичные результаты, как видно из данных таблицы 1, получены по всем вариантам.

Наблюдения за биометрическим показателем развития растений сои – линейным ростом показали, что в начале вегетации отмечены небольшие его значения от 3 до 5 см. У исследуемых индетерминантных сортов Селекта 201 и Селекта 302 установлено увеличение темпов роста с фазы начала цветения и до фазы налива бобов. Наибольшая высота растений (131 см) определена на сорте сои Селекта 302 при загущенных посевах с нормой высева 800 тыс. всхожих семян на 1 га и ширине междурядий 0,7 м. При уменьшении нормы высева до 600 и 400 тыс. всхожих семян на 1 га отмечено снижение высоты растений до 130 и 126 см соответственно. Эта закономерность повторяется и в вариантах с междурядьем 0,45 и 0,15 м (рисунок 1).



Нормы высева, тыс. шт./га; ширина междурядий, см; сорт

Рисунок 1 – Влияние способа посева и нормы высева на линейный рост растений (данные за 2020–2022 гг.)

Figure 1 – Impact of sowing method and seeding rate on linear plant growth (data for 2020–2022)

У раннеспелого сорта Селекта 201, по данным в среднем за три года исследований, наблюдается более сглаженная картина. Так, при норме вы-

сева 800 тыс. всхожих семян на 1 га и ширине междурядий 0,7 м высота растений составила 124 см и далее при меньших нормах высева высота растений практически не изменилась. Такая тенденция сохранилась и в остальных вариантах с сортом Селекта 201 (см. рисунок 1).

Сравнительный анализ линейного роста растений показывает, что высота среднераннего сорта Селекта 302 превышает высоту раннего сорта сои Селекта 201 в вариантах с нормой высева 800; 600 и 400 тыс. всхожих семян на 1 га и шириной междурядий 0,7 м на 7,0; 6,0 и 3,0 см соответственно. Также линейный рост среднераннего сорта превышает раннеспелый сорт и в варианте междурядья 0,45 м при нормах высева 800 и 600 тыс. всхожих семян на 1 га – на 6 и 4 см соответственно. Возможно, это связано с продолжительностью вегетационного периода: у Селекты 201 он составил 110–117 дней, у Селекты 302 – 125–129 дней. Следует отметить, что при ширине междурядий 0,15 м на исследуемых сортах существенной разницы не выявлено.

Формирование бобов также зависит от тех питательных элементов, которые заложены в листьях, поэтому урожайность сои во многом определяется площадью листовой поверхности. Нарастание листовой поверхности от фазы ветвления до цветения более активно (почти в 1,5 раза) происходило у сои Селекта 302 (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние способа посева и нормы высева на нарастание площади листовой поверхности (в среднем за 2020–2022 гг.)
В тыс. м²/га

Table 2 – Influence of the sowing method and seeding rate on increasing leaf area duration (on average for 2020–2022)
In thousand m²/ha

Вариант	Фактор А	Фактор В	Фактор С	Площадь листовой поверхности		
				Ветвление	Цветение	Налив бобов
1	2	3	4	5	6	7
A1B1C1 (контроль 1)	Селекта 201	0,7 м	800	17,5	27,4	70,9
A1B1C2			600	16,9	28,5	69,3
A1B1C3			400	19,6	28,5	67,4

Продолжение таблицы 2

Table 2 continued

1	2	3	4	5	6	7
A1B2C1	Селекта 201	0,45 м	800	17,9	28,4	73,3
A1B2C2			600	17,9	28,1	74,8
A1B2C3			400	20,1	28,7	72,4
A1B3C1		0,15 м	800	19,5	28,8	72,5
A1B3C2			600	21,2	29,8	74,4
A1B3C3			400	22,1	31,2	71,5
A2B1C1 (контроль 2)	Селекта 302	0,7 м	800	18,3	29,9	74,8
A2B1C2			600	17,3	34,5	73,6
A2B1C3			400	18,4	33,1	69,1
A2B2C1		0,45 м	800	18,5	34,6	71,8
A2B2C2			600	18,7	29,3	74,2
A2B2C3			400	20,3	34,2	69,8
A2B3C1		0,15 м	800	18,5	35,2	68,7
A2B3C2			600	19,7	37,2	68,4
A2B3C3			400	18,6	36,8	67,1

Отмечено, что в период цветения – налива бобов нарастание листовой поверхности интенсивнее происходило у Селекты 201 (от 40,3 до 46,6 тыс. м²/га) при ширине междурядий 0,45 и 0,15 м, в то время как у Селекты 302 (от 36,0 до 44,9 тыс. м²/га) – при ширине междурядий 0,7 и 0,45 см. Нормы высева и способы посева влияли по-разному на показатель площади листовой поверхности. Так, по усредненным данным за три года, к фазе налива бобов на сорте Селекта 201 наибольшее нарастание листовой поверхности определено при норме высева 600 тыс. шт./га и междурядьях 0,45 и 0,15 м – 74,8 и 74,4 тыс. м²/га соответственно. Как видно из данных таблицы 2, загущенность посевов (при 0,15 м) не повлияла отрицательно на формирование листовой поверхности у этого сорта сои.

У сорта Селекта 302 наибольшая листовая поверхность сформировалась при ширине междурядий 0,7 и 0,45 м и нормах высева 800 и 600 тыс. шт./га – 74,8 и 74,2 тыс. м²/га соответственно. Следует отметить, что по данному показателю не наблюдается существенного изменения площади листовой поверхности в варианте при уменьшении ширины междурядья до 0,15 м и норм высева от 800 до 400 тыс. шт./га.

Отбор проб растений и анализ структуры зеленой массы растений позволил определить после высушивания массу абсолютно сухого вещества растений в пробе. Нарастание надземной массы растений является показателем эффективности фотосинтеза. При фазе всходов надземная масса практически одинакова по всем вариантам вне зависимости от сорта. В фазе ветвления можно выделить наибольшие значения на обоих сортах при ширине междурядий 0,15 м и норме высева 600 тыс. шт./га – 1,15 и 1,19 т/га соответственно (таблица 3). К фазе начала цветения эта тенденция сохранилась только на сорте Селекта 302.

Таблица 3 – Влияние способа посева и нормы высева на нарастание надземной массы растений (в среднем за 2020–2022 гг.)
В т/га абсолютно сухой массы

Table 3 – Influence of the sowing method and seeding rate on growing above-ground plant mass (average for 2020–2022)
In t/ha oven-dry mass

Вариант	Фактор А	Фактор В	Фактор С	Всходы	Ветвление	Начало цветения	Налив бобов
A1B1C1 (контроль 1)	Селекта 201	0,7 м	800	0,04	1,04	2,74	6,85
A1B1C2			600	0,04	1,10	2,49	6,62
A1B1C3			400	0,04	0,99	2,34	6,51
A1B2C1		0,45 м	800	0,04	0,99	2,73	6,92
A1B2C2			600	0,04	1,07	2,57	7,06
A1B2C3			400	0,04	1,14	2,49	6,57
A1B3C1		0,15 м	800	0,04	1,12	2,73	6,96
A1B3C2			600	0,04	1,15	2,54	6,93
A1B3C3			400	0,04	1,13	2,43	6,46
A2B1C1 (контроль 2)	Селекта 302	0,7 м	800	0,04	1,05	2,64	6,96
A2B1C2			600	0,04	1,09	2,57	6,94
A2B1C3			400	0,04	0,99	2,47	6,55
A2B2C1		0,45 м	800	0,04	1,00	2,69	6,90
A2B2C2			600	0,04	1,04	2,70	6,99
A2B2C3			400	0,04	1,10	2,56	6,84
A2B3C1		0,15 м	800	0,04	1,17	2,67	6,72
A2B3C2			600	0,04	1,19	2,71	6,70
A2B3C3			400	0,04	1,10	2,53	6,51

К фазе налива бобов у Селекты 201 наибольшая масса получена в варианте с междурядьем 0,45 м и нормой высева 600 тыс. шт./га (7,06 т/га),

что выше контроля 1 на 0,21 т/га, а у Селекты 302 в том же варианте абсолютно сухая масса составила 6,99 т/га, что выше контроля 2 на 0,03 т/га. Лучшими вариантами у Селекты 302, где накапливалась надземная масса сои, являлись варианты с нормой высева 800 и 600 тыс. шт./га с междурядьем 0,7 м (6,96 и 6,94 т/га) и междурядьем 0,45 м (6,90 и 6,99 т/га). В ходе исследований к фазе налива бобов выявлена некоторая тенденция снижения массы растений при уменьшении нормы высева семян до 400 тыс. шт./га, вне зависимости от ширины междурядий. Например, при посеве сорта Селекта 302 с шириной междурядий 0,7 м и уменьшением нормы высева с 800 до 400 тыс. шт./га масса растений снизилась с 6,96 до 6,55 т/га, или на 5,9 %.

Результирующим показателем условий развития сои является урожайность, которая зависит как от сортовых биологических особенностей и потенциальной способности к формированию урожайности, так и от соответствия условий произрастания требованиям самих растений (рисунок 2).

Анализ урожайности семян сои в среднем за 2020–2022 гг. показал, что у раннего сорта Селекта 201 наибольшая урожайность получена в варианте с шириной междурядий 0,45 м и нормой высева 600 тыс. шт./га – 4,69 т/га, это на 0,30 т/га превышает данные контрольного варианта (контроль 1). Такая урожайность сформирована благодаря высокой полевой всхожести семян на уровне 94 %, показателям линейного роста – 123 см, площади листовой поверхности – 74,8 тыс. м²/га и относительно высокой вегетативной массе растений – 7,06 т/га. Также можно выделить вариант с шириной междурядья 0,15 м и нормой высева 800 тыс. шт./га – 4,67 т/га.

У среднераннего сорта Селекта 302 высокая полевая всхожесть семян на уровне 94 %, показатели линейного роста – 127 см, площади листовой поверхности – 74,2 тыс. м²/га и вегетативной массы растений – 6,99 т/га позволили сформировать высокую урожайность семян сои 4,87 т/га при норме высева 600 тыс. шт./га и посеве через 0,45 м.

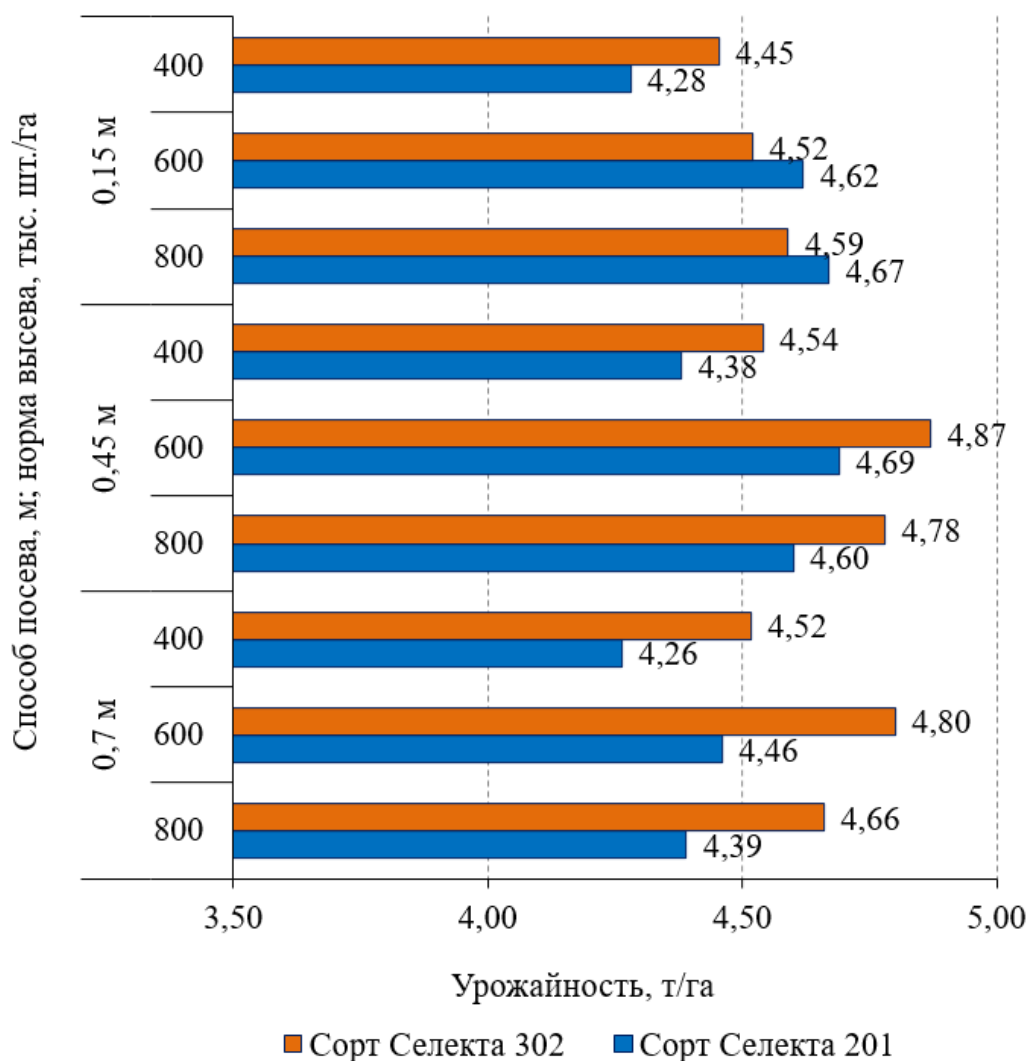


Рисунок 2 – Урожайность сортов сои различных групп спелости Селекта 201 и Селекта 302 (средние данные за 2020–2022 гг.)
Figure 2 – Yield of soybean varieties of different maturity groups of Selecta 201 and Selecta 302 (average data for 2020–2022)

Такие результаты, видимо, можно объяснить оптимальным распределением семян сои в рядке при сокращении ширины междурядий, увеличении нормы высева и созданием подходящих условий для формирования густоты стояния растений, максимального использования питательных элементов, влаги и тепла, а также неблагоприятных условий для произрастания сорняков из-за быстрого смыкания рядков сои. Все это способствовало повышению урожайности растений сои. Расчеты НСР₀₅, проведенные в 2020 г. (0,29 и 0,27 т/га), в 2021 г. (0,29 и 0,31 т/га) и в 2022 г. (0,25 и 0,26 т/га), указывают на существенную разницу в урожае таких сортов, как

Селекта 201 и Селекта 302, с шириной междурядий 0,45 м и нормой высева 600 тыс. шт./га по сравнению с контролем 1 и контролем 2 соответственно.

Выводы. По усредненным данным за 2020–2022 гг., урожайность по вариантам раннего сорта Селекта 201 варьировала от 4,26 до 4,69 т/га, на среднераннем сорте Селекта 302 – 4,45–4,87 т/га. Установлено, что лучший вариант на сортах Селекта 201 и Селекта 302 – способ посева с шириной междурядий 0,45 м и нормой высева 600 тыс. шт./га (урожайность 4,69 и 4,87 т/га соответственно). Также можно выделить на сорте Селекта 201 вариант с шириной междурядья 0,15 м и нормой высева 800 тыс. шт./га с урожайностью 4,67 т/га, а на сорте Селекта 302 – вариант с шириной междурядья 0,7 м и нормой высева 600 тыс. шт./га с урожайностью 4,80 т/га.

Список источников

1. Хадарова И. В., Васильева Т. И., Елисеева Л. В. Изучение способов посева сои в УНПЦ «Студенческий» Чувашской ГСХА // Молодежь и инновации: материалы XIV Всерос. науч.-практ. конф. молодых учен., аспирантов и студентов, г. Чебоксары, 21–22 марта 2018 г. Чебоксары: Изд-во Чувашской ГСХА, 2018. С. 74–76.
2. Каюкова О. В., Елисеева Л. В., Елисеев И. П. Реакция сортов сои на способы посева // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 1(8). С. 31–35. DOI: 10.17022/хаq6-5949.
3. Міхєєва О. О., Рожков А. О., Міхєєв В. Г. Вживаність рослин сої залежно від комплексного впливу способу сівби та норми висіву насіння в східному Лісостепу України // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2019. № 28. С. 130–139. DOI: 10.36710/ІОС-2019-28-13.
4. Прогнозирование урожайности сои при двухстрочном способе посева / С. В. Иншаков, А. В. Редкокашина, А. А. Редкокашин, Н. Т. Рассказова // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9. С. 86–93. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-86-93.
5. Чепелев Г. П., Михайлова М. П. Влияние структуры посева и нормы высева семян на формирование урожайности сои сорта Китросса // Земледелие. 2020. № 4. С. 22–25. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10406.
6. Row spacing and irrigation management affect soybean yield, water use efficiency and economics / B. Singh, G. Kaur, N. E. Quintana-Ashwell, G. Singh, T. H. Lo, K. A. Nelson // Agricultural Water Management. 2023. Vol. 277. 108087. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108087>.
7. Оптимизация нормы высева семян сои для выращивания ее в лесостепи Иркутской области / Н. Б. Митанова, А. А. Пешкова, А. В. Поморцев, В. Н. Дорофеев // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2014. Вып. 1(157–158). С. 69–73.
8. Хадарова И. В., Филиппова С. В., Елисеева Л. В. Продуктивность сои в зависимости от способов и норм высева в условиях Чувашской Республики // Успехи современного естествознания. 2020. № 5. С. 13–17. DOI: 10.17513/use.37385.
9. Фадеева М. Ф., Воробьева Л. В., Матвеева О. Л. Нормы высева и способы по-

сева раннего сорта сои северного экотипа «Памяти Фадеева» в условиях Чувашии // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2(30). С. 62–67. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11090.

10. Impact of sowing methods and varying seed rates on soybean (*Glicine max.* L) yield / N. Swapna, F. Shahana, T. Prabhakar Reddy, Y. Swathi // Multilogic in Science. 2020. Vol. 10, iss. 33. P. 695–696.

11. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, О. Ю. Шалашова, Г. И. Табала; под ред. В. Н. Щедрина. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. 137 с.

References

1. Khadarova I.V., Vasilyeva T.I., Eliseeva L.V., 2018. *Izuchenie sposobov poseva soi v UNPTS "Studencheskiy" Chuvashskoy GSKHA* [Studying of soybean sowing methods in Student Research and Production Center of Chuvash State Agricultural Academy]. *Molodezh' i innovatsii: materialy XIV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov* [Youth and Innovations: Bull. of the XIV All-Russian Scientific-Practical Conference of Young Scientists, Graduate Students and Students]. Cheboksary, Chuvash State Agricultural Academy Publ., pp. 74-76. (In Russian).

2. Kayukova O.V., Eliseeva L.V., Eliseev I.P., 2019. *Reaksiya sortov soi na sposoby poseva* [Reaction of soybean varieties to sowing methods]. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of Chuvash State Agricultural Academy], no. 1(8), pp. 31-35, DOI: 10.17022/xaq6-5949. (In Russian).

3. Mikheeva O.A., Rozhkov A.A., Mikheev V.G., 2019. *Vizhivaniist roslin soyi zalezno vid kompleksnogo vplivu sposobu sivbi ta normi visivu nasinnnya v shidnomu Lisostepu Ukrayini* [Survival of the soybean plants depending on the integrated influence of seeding method and seeding rate in the eastern steppe of Ukraine]. *Naukovo-tehnichnij byuleten Institutu olijnih kultur NAAN* [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS], no. 28, pp. 130-139, DOI: 10.36710/IOC-2019-28-13. (In Ukrainian).

4. Inshakov S.V., Redkokashina A.V., Redkokashin A.A., Rasskazova N.T., 2020. *Prognozirovaniye urozhaynosti soi pri dvukhstrochnom sposobe poseva* [Soybean yield forecasting under two-line seeding method]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KSAU], no. 9, pp. 86-93, DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-86-93. (In Russian).

5. Chepelev G.P., Mikhailova M.P., 2020. *Vliyanie struktury poseva i normy vyseva semyan na formirovaniye urozhaynosti soi sorta Kitrossa* [Influence of crop structure and seeding rate on the yield formation of soybean Kitrossa]. *Zemledelie* [Farming], no. 4, pp. 22-25, DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10406. (In Russian).

6. Singh B., Kaur G., Quintana-Ashwell N.E., Singh G., Lo T.H., Nelson K.A., 2023. Row spacing and irrigation management affect soybean yield, water use efficiency and economics. *Agricultural Water Management*, vol. 277, 108087, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108087>.

7. Mitanova N.B., Peshkova A.A., Pomortsev A.V., Dorofeev V.N., 2014. *Optimizatsiya normy vyseva semyan soi dlya vyrashchivaniya ee v lesostepi Irkutskoy oblasti* [Optimization of the soybean seeding rate for its cultivation in the forest-steppe of the Irkutsk region]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' VNIIMK* [Oil Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK], iss. 1(157-158), pp. 69-73. (In Russian).

8. Khadarova I.V., Filippova S.V., Eliseeva L.V., 2020. *Produktivnost' soi v zavisimosti ot sposobov i norm vyseva v usloviyakh Chuvashskoy Respubliki* [Soybean productivity depending on methods and seeding rates in the conditions of the Chuvash Republic]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], no. 5, pp. 13-17, DOI: 10.17513/use.37385. (In Russian).

9. Fadeeva M.F., Vorobyeva L.V., Matveeva O.L., 2019. *Normy vyseva i sposoby poseva rannego sorta soi severnogo ekotipa "Pamyati Fadeeva" v usloviyakh Chuvashii* [Seedling rates and sowing methods of the early soybean variety of the northern ecotype "Fadeev Memory" in the conditions of Chuvashia]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and Groat Crops], no. 2(30), pp. 62-67, DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11090. (In Russian).

10. Swapna N., Shahana F., Prabhakar Reddy T., Swathi Y., 2020. Impact of sowing methods and varying seed rates on soybean (*Glicine max.* L) yield. *Multilogic in Science*, vol. 10, iss. 33, pp. 695-696.

11. Shchedrin V.N., Balakay G.T., Dokuchaeva L.M., Yurkova R.E., Shalashova O.Yu., Tabala G.I., 2017. *Rukovodstvo po kontrolyu i regulirovaniyu pochvennogo plodorodiya oroshaemykh zemel'* [Guidelines for the Control and Regulation of Irrigated Lands Soil Fertility by Their Use]. Novocherkassk, RosNIIPM, 137 p. (In Russian).

Информация об авторах

Г. Т. Балакай – главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Р. Е. Юркова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук;

Л. М. Докучаева – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

G. T. Balakay – Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

R. Ye. Yurkova – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences;

L. M. Dokuchayeva – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 09.02.2023; одобрена после рецензирования 28.03.2023; принята к публикации 25.04.2023.

The article was submitted 09.02.2023; approved after reviewing 28.03.2023; accepted for publication 25.04.2023.