

АНАЛИЗ МЕЖСОРТОВЫХ ГИБРИДОВ СОИ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ СЕЛЕКЦИИ

✉ **Бутовец Е.С., Васина Е.А., Звягинцева С.А., Лукьянчук Л.М.**

Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки
Приморский край, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, Россия

✉ e-mail: ottselsoy@mail.ru

Представлены результаты изучения рекомбинантных гибридов сои с точки зрения степени проявления эффекта гетерозиса, фенотипического доминирования и трансгрессивной изменчивости по хозяйственно ценным признакам с последующим выделением наиболее перспективных гибридных комбинаций. Исследование проводили с 2018 по 2022 г. в лаборатории селекции сои в условиях степной зоны Приморского края. Из десяти полученных гибридных комбинаций максимальный эффект гетерозиса в первом поколении отмечен у комбинаций Приморская 1385 × Кофу, Приморская 1385 × Dong nong 690, Hei He 38 × Тайфун. Фенотипическое сверхдоминирование наследования показателей (от 1,6 до 76,7) зафиксировано у всех гибридов. Трансгрессивная изменчивость межсортных гибридов сои во втором и третьем поколениях варьировала в зависимости от комбинации и поколения. Высокие значения степени трансгрессии в третьем поколении по комплексу элементов структуры урожая наблюдали в комбинациях Приморская 1385 × Кофу и Hei He 38 × Talppod-Fisk, по числу семян с растения – Приморская 1385 × Тайфун и Кофу × Тайфун, по массе семян с растения – Dong nong 690 × Тайфун и Hei He 38 × Тайфун. Установлено снижение частоты трансгрессии гибридов к третьему поколению. Наибольшие значения степени и частоты трансгрессии по высоте растений отмечены у гибридных комбинаций Hei He 38 × Тайфун и Hei He 38 × Talppod-Fisk. По итогам изучения перспективных генотипов сои выделены рекомбинантные гибриды с высокими показателями продуктивности и массы 1000 семян в комбинациях Киото × Dong nong 690 и Муссон × Тайфун. Тестируемые гибриды имели разные группы спелости. Не всегда проявление высокого эффекта гетерозиса и трансгрессивной изменчивости в первом – третьем поколениях служит гарантией дальнейшего получения образцов с высокими хозяйственно ценными показателями.

Ключевые слова: соя, гибрид, гетерозис, трансгрессия, комбинация, фенотипическое доминирование

ANALYSIS OF INTERVARIETAL SOYBEAN HYBRIDS AT THE INITIAL BREEDING STAGES

✉ **Butovets E.S., Vasina E.A., Zvyagintseva S.A., Lukyanchuk L.M.**

Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki
Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky Territory, Russia

✉ e-mail: ottselsoy@mail.ru

The results of the study of recombinant soybean hybrids in terms of the degree of heterosis effect, phenotypic dominance and transgressive variability in economically valuable traits with the subsequent selection of the most promising hybrid combinations are presented. The study was conducted from 2018 to 2022 in the laboratory of soybean breeding in the conditions of the steppe zone of the Primorsky Territory. Of the ten hybrid combinations obtained, the maximum effect of heterosis in the first generation was observed in the combinations Primorskaya 1385 × Kofu, Primorskaya 1385 × Dong nong 690, Hei He 38 × Taifun. Phenotypic overdominance of inheritance of indicators (from 1.6 to 76.7) was recorded in all hybrids. Transgressive variability of intervarietal soybean hybrids in the second and third generations varied by combination and generation. High values of the degree of transgression in the third generation were observed in the combinations Primorskaya 1385 × Kofu and Hei He 38 × Talppod-Fisk, in terms of the number of seeds per plant – Primorskaya 1385 × Taifun and Kofu × Taifun, in terms of seed weight per plant – Dong nong 690 × Taifun and Hei He 38 × Taifun. A decrease in the frequency of transgression of hybrids by the third generation was found. The highest values of the degree and frequency of transgression in plant height were observed in the hybrid com-

binations Hei He 38 × Taifun and Hei He 38 × Talppod-Fisk. Based on the results of the study of the promising soybean genotypes, recombinant hybrids with high productivity and 1000-seed weight in the combinations Kyoto × Dong nong 690 and Monsoon × Taifun were isolated. The hybrids tested had different ripeness groups. Not always the manifestation of high effect of heterosis and transgressive variability in the first – third generations serves as a guarantee of further obtaining samples with high economically valuable indicators.

Keywords: soybean, hybrid, heterosis, transgression, combination, phenotypic dominance

Для цитирования: Бутовец Е.С., Васина Е.А., Звягинцева С.А., Лукьянчук Л.М. Анализ межсортовых гибридов сои на начальных этапах селекции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54. № 2. С. 31–39. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-2-4>

For citation: Butovets E.S., Vasina E.A., Zvyagintseva S.A., Lukyanchuk L.M. Analysis of intervarietal soybean hybrids at the initial breeding stages. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2024, vol. 54, no. 2, pp. 31–39. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-2-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей в селекции сои является создание сортов с высокими показателями количественных и качественных характеристик, адаптированных к условиям произрастания [1–3]. Для этого необходимо провести изучение и тщательный подбор родительских форм по комплексу признаков с целью дальнейшего привлечения в процесс гибридизации, оценить их отрицательные и положительные стороны, характер наследования [4–6].

Основным методом получения исходного материала сои служит межсортовая гибридизация, в результате которой возможно создать большой сортимент рекомбинантных форм. При благоприятном сочетании компонентов скрещивания в последующих поколениях наблюдается увеличение показателей признаков по сравнению с родительскими формами, что позволяет выявить гетерозисные и трансгрессивные гибриды на начальных этапах селекции. За счет перекомбинации и новой совокупности генов форм, подобранных для скрещивания в гетерозисных комбинациях,

отмечается повышение продуктивности, жизнеспособности и мощности гибридов первого поколения^{1, 2} [7–9]. Эффект гетерозиса, выражающийся во втором и третьем поколениях гибридов в стабильном увеличении селекционного признака по сравнению с родительскими формами, считается положительной трансгрессией, снижение селекционного признака определяют как отрицательную трансгрессию^{3, 4} [10, 11]. Как правило, селекционное улучшение культуры и рост показателей ее хозяйственно ценных признаков происходят за счет получения форм с положительной трансгрессией в поколениях межсортовых гибридов.

Цель исследования – изучить наследование хозяйственно значимых признаков у межсортовых гибридов сои на первых этапах селекционного процесса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в 2018–2022 гг. в лаборатории селекции сои Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки.

¹Дробыш А.В., Тарануха Г.И. Использование внутривидовой гибридизации в селекции озимой мягкой пшеницы // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2. С. 30–33.

²Шаптуренко М.Н., Хотылева Л.В. Гетерозис: современные тенденции в изучении молекулярных механизмов // Вавилонский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 5. С. 683–694.

³Белявская Л.Г. Проявление трансгрессивной изменчивости в потомствах межсортовых гибридов сои // Масличные культуры. 2013. № 2 (155–156). С. 43–49.

⁴Налобова В.Л., Максименя Е.В. Селекционно-генетическая оценка межсортовых гибридов гороха овощного (*Pisum sativum* L.) второго поколения // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 34–37.

В годы выполнения опытов погодноклиматические условия были контрастными. В отдельные месяцы 2018 г. преобладали периоды избыточного увлажнения: сумма осадков в мае составила 110,9 мм (среднемноголетнее значение – 51,0), в июле – 138,8 мм (среднемноголетнее – 90,0), в августе – 347,7 мм (среднемноголетнее – 134,0). Избыточное увлажнение почвы во время цветения и налива бобов сои оказало негативное влияние на урожайность. В 2019 г. также отмечено переувлажнение: сумма осадков в мае составила 77,0 мм (среднемноголетнее значение – 51,0), в августе – 226,5 мм (среднемноголетнее – 134,0). Из-за низкого температурного фона в июне и июле наблюдалась задержка развития сои, вследствие которой сформировались низкорослые растения и была зафиксирована невысокая продуктивность. Сумма осадков в июне 2020 г. составила 193,5 мм (среднемноголетнее значение – 81,0), в III декаде августа – 75,6 мм (среднемноголетнее – 45,0), в сентябре – 129,2 мм (среднемноголетнее – 104,0). Благоприятное сочетание влаги и тепла способствовало активному росту и развитию сои, что позитивно отразилось на урожайности культуры. Погодные условия 2021 г. кардинально отличались от среднемноголетней нормы повышенным температурным режимом (превышение на 1,8–6,7 °C) и продолжительными периодами отсутствия осадков. Данные факторы в период с III декады июня по II декаду августа отрицательно воздействовали на процесс роста и развития сои, обусловили низкий процент завязываемости бобов. В 2022 г. с июня по сентябрь сумма осадков превышала среднемноголетние значения на 24,7–101,0 мм за месяц. Наибольшее количество осадков зафиксировано в III декаде июня – 78,8 мм (среднемноголетнее значение – 25,0), II декаде июля – 163,4 мм (среднемноголетнее – 38,0), III декаде августа – 81,7 мм (среднемноголетнее – 45,0). Сложившиеся погодные условия положительно повлияли на

образование продуктивных завязей бобов и уровень урожайности.

Выбор родительских форм для гибридизации проводили с учетом их эколого-географической отдаленности. В качестве исходного материала были использованы образцы из биоресурсной коллекции сои Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. По итогам тестирования родительских форм выделены следующие группы сортов: адаптированные к метеорологическим условиям Приморского края образцы селекции нашего центра – Приморская 1385 и Муссон; продуктивные, с высоким содержанием в семенах белка и масла, различающиеся по продолжительности периода вегетации – Кофу и Киото (Канада), Тайфун (Сербия), Ходсон (США), Dong nong 690 и Hei He 38 (Китай), Talppod-Fisk (Польша).

Селекционный материал сои создавали методом искусственной гибридизации в 2017 г. – в результате было получено 225 гибридных семян. В 2018 г. гибриды первого поколения (F₁) и их родительские формы высевали вручную на делянках площадью 0,5 м² по схеме «мать – гибрид – отец». По показателям массы и числа семян с растения каждую комбинацию подвергали гибридологическому и структурному анализу, определяли степень фенотипического доминирования (H_p) и гетерозиса (Г, %)⁵.

В 2019–2022 гг. площадь делянки в питомниках гибридов сои со второго (F₂) по пятое поколение (F₅) составляла 1,8 м². Число гибридных растений в F₂ составило 6158 шт., F₃ – 11 032, F₄ – 4280, F₅ – 6160 шт. Устанавливали степень и частоту трансгрессий (T_c и T_q) ряда селекционных признаков у F₂ и F₃: высота растения, число и масса семян с растения, число бобов и ветвей⁶. Гибридам F₄ и F₅ дана характеристика по основным хозяйственно ценным показателям. В качестве стандартов использовали допущенные к возделыванию сорта сои – Приморская 13 (среднеранний) и Приморская 4 (среднеспелый).

⁵Методика селекционных работ до 2010 г. по созданию высокопродуктивных, комплексно ценных сортов зерновых, сои, многолетних трав, картофеля, овощей и плодово-ягодных культур в зоне Дальнего Востока / под общ. ред. Р.Б. Кондратьева. Новосибирск, 1990. 208 с.

⁶Воскресенская Г.С., Шнопа В.И. Трансгрессия признаков у гибридов *Brassica* и методика количественного учета этого явления // Доклады ВАСХНИЛ. 1967. № 7. С. 18–20.

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа⁷.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По итогам рекомбинантных скрещиваний родительских форм сои получено десять гибридных комбинаций с гетерозисным эффектом по признакам «число семян с растения» и «масса семян с растения» (см. табл. 1). Высокие значения гетерозиса выявлены во всех комбинациях. Одновременно по двум признакам максимальный эффект наблюдали в следующих гибридных комбинациях: Приморская 1385 × Кофу, Приморская 1385 ×

Dong pong 690, Hei He 38 × Тайфун. Минимальный гетерозис по признаку «масса семян с растения» отмечен в комбинациях Киото × Dong pong 690, Hei He 38 × Talppod-Fisk. У гибридов первого поколения величина фенотипического сверхдоминирования ($H_p > 1$) находилась на уровне 1,6–76,7, максимальные значения зафиксированы у гибридов Hei He 38 × Тайфун и Приморская 1385 × Кофу.

Данные табл. 2 свидетельствуют о широких пределах трансгрессии у межсортовых гибридов сои. Показатели в популяциях F2 и F3 варьировали в зависимости от комбинации и поколения. Степень трансгрессии

Табл. 1. Величина гетерозиса и степень фенотипического доминирования у гибридов первого поколения (2018 г.)

Table 1. Heterosis magnitude and the degree of phenotypic dominance in the first-generation hybrids (2018)

Гибридная комбинация	Р ♀	F1	Р ♂	H_p	Г, %
<i>Число семян с растения, шт.</i>					
♀ Приморская 1385 × ♂ Кофу	107,7	242,0	101,7	45,8	124,7
♀ Приморская 1385 × ♂ Dong pong 690	107,6	268,1	116,5	34,7	130,1
♀ Приморская 1385 × ♂ Ходсон	107,6	230,3	148,0	5,1	55,6
♀ Приморская 1385 × ♂ Тайфун	139,0	230,3	108,4	6,9	65,7
♀ Кофу × ♂ Тайфун	107,6	208,0	131,0	7,6	58,7
♀ Киото × ♂ Dong pong 690	132,0	199,3	96,5	4,8	51,0
♀ Муссон × ♂ Тайфун	133,6	207,9	142,2	16,3	46,2
♀ Dong pong 690 × ♂ Тайфун	103,4	285,5	167,4	4,7	70,5
♀ Hei He 38 × ♂ Тайфун	93,6	233,4	97,2	76,7	140,1
♀ Hei He 38 × ♂ Talppod-Fisk	74,2	96,7	36,5	2,2	30,3
HCP _{0,95}	25,9	50,3	42,1	—	—
<i>Масса семян с растения, г</i>					
♀ Приморская 1385 × ♂ Кофу	11,6	31,1	13,8	16,7	125,4
♀ Приморская 1385 × ♂ Dong pong 690	11,6	25,8	10,1	18,7	122,4
♀ Приморская 1385 × ♂ Ходсон	11,6	26,6	18,5	3,3	43,8
♀ Приморская 1385 × ♂ Тайфун	12,7	26,2	10,9	16,0	106,3
♀ Кофу × ♂ Тайфун	15,9	29,3	14,3	17,7	84,3
♀ Киото × ♂ Dong pong 690	22,0	26,3	8,8	1,6	19,5
♀ Муссон × ♂ Тайфун	18,6	32,2	15,3	9,0	73,1
♀ Dong pong 690 × ♂ Тайфун	8,3	27,7	18,1	2,9	53,0
♀ Hei He 38 × ♂ Тайфун	12,9	30,8	9,2	10,4	138,7
♀ Hei He 38 × ♂ Talppod-Fisk	11,5	14,7	5,6	2,1	27,8
HCP _{0,95}	5,3	7,1	5,2	—	—

⁷Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.

Табл. 2. Определение степени и частоты трансгрессий у гибридов второго и третьего поколений (2019, 2020 гг.)

Table 2. Determination of the degree and frequency of transgression in the second and third generation hybrids (2019, 2020)

Гибридная комбинация	Степень трансгрессии, %		Частота трансгрессии, %	
	F2	F3	F2	F3
<i>Число семян с растения</i>				
Приморская 1385 × Кофу	–17,4	20,7	0,0	57,1
Приморская 1385 × Dong pong 690	10,0	–14,3	52,0	0,0
Приморская 1385 × Ходсон	–7,8	–18,5	0,0	0,0
Приморская 1385 × Тайфун	48,9	12,6	65,4	65,5
Кофу × Тайфун	18,6	11,4	56,7	42,8
Киото × Dong pong 690	43,3	–4,3	78,9	0,0
Муссон × Тайфун	22,6	–1,8	61,1	0,0
Dong pong 690 × Тайфун	5,8	–3,6	35,7	0,0
Hei He 38 × Тайфун	–6,3	–8,9	0,0	0,0
Hei He 38 × Talppod-Fisk	14,3	22,1	61,1	70,0
<i>Масса семян с растения</i>				
Приморская 1385 × Кофу	–37,6	29,2	0,0	71,4
Приморская 1385 × Dong pong 690	5,4	–2,5	32,9	0,0
Приморская 1385 × Ходсон	7,7	–2,2	53,3	0,0
Приморская 1385 × Тайфун	49,1	1,5	106,7	15,6
Кофу × Тайфун	0,6	3,5	53,3	4,8
Киото × Dong pong 690	16,9	–1,0	68,4	0,0
Муссон × Тайфун	10,7	1,9	60,0	14,1
Dong pong 690 × Тайфун	–8,8	11,5	0,0	41,7
Hei He 38 × Тайфун	10,7	22,2	40,9	65,6
Hei He 38 × Talppod-Fisk	6,2	33,6	61,1	80,0
<i>Число бобов на растении</i>				
Приморская 1385 × Кофу	–28,4	27,0	0,0	28,6
Приморская 1385 × Dong pong 690	54,8	6,5	50,3	11,1
Приморская 1385 × Ходсон	0,16	10,9	35,1	50,0
Приморская 1385 × Тайфун	87,8	1,3	21,1	18,7
Кофу × Тайфун	17,8	2,8	50,0	4,8
Киото × Dong pong 690	27,1	2,3	57,1	0,0
Муссон × Тайфун	43,0	3,8	54,4	1,3
Dong pong 690 × Тайфун	6,1	–1,7	28,6	0,0
Hei He 38 × Тайфун	–16,7	6,5	0,0	21,9
Hei He 38 × Talppod-Fisk	2,3	28,8	46,1	65,0

по основным элементам структуры урожая у большинства гибридов уменьшилась к третьему поколению на 2,6–86,5%. Снижение значений селекционных показателей у гибридных комбинаций, возможно, происходит по причине нестабильности данных признаков в генотипе. Максимальные значения степени

трансгрессии в F3 наблюдали у комбинаций Приморская 1385 × Кофу и Hei He 38 × Talppod-Fisk. В третьем поколении по степени трансгрессии показателя «число семян с растения» не менее перспективными следует считать комбинации Приморская 1385 × Тайфун (12,6%) и Кофу × Тайфун (11,4%), по признаку

«масса семян с растения» – Dong pong 690 × Тайфун (11,5%) и Hei He 38 × Тайфун (22,2%).

Частота трансгрессии гибридов в третьем поколении по сравнению со вторым значительно снизилась. Стабильностью значений по признаку «число семян с растения» характеризовалась комбинация Приморская 1385 × Тайфун. В комбинации Hei He 38 × Talppod-Fisk зафиксировано увеличение количества гибридных растений, превосходящих родительские формы по трем признакам. Следует особо отметить появление трансгрессивных форм в третьем поколении в комбинации Приморская 1385 × Кофу – от полного отсутствия частоты трансгрессии у гибридов F2 до ее увеличения до 71,4% у F3. В период изучения F3 (2020 г.) погодные условия спо-

собствовали реализации потенциала данной гибридной комбинации.

В результате анализа трансгрессивной изменчивости гибридов сои по высоте растений и числу ветвей установлено, что относительно высокие значения степени и частоты трансгрессии согласуются между собой (см. табл. 3).

Погодные условия 2020 г. оказали благоприятное влияние на формирование морфобиологических признаков. Так, при сравнении двух поколений у 50,0% рекомбинантных гибридов степень трансгрессии увеличилась на 7,4–118,6%. Высокие значения степени и частоты трансгрессии по высоте растений имели гибридные комбинации Hei He 38 × Тайфун и Hei He 38 × Talppod-Fisk.

Табл. 3. Трансгрессивная изменчивость морфобиологических признаков гибридов второго и третьего поколений (2019, 2020 гг.)

Table 3. Transgressive variability of morphobiological traits of the second and third generation hybrids (2019, 2020)

Гибридная комбинация	Степень трансгрессии, %		Частота трансгрессии, %	
	F2	F3	F2	F3
<i>Высота растений</i>				
Приморская 1385 × Кофу	6,8	14,2	88,8	35,7
Приморская 1385 × Dong pong 690	–1,4	–2,7	0,0	0,0
Приморская 1385 × Ходсон	23,7	10,6	71,4	66,7
Приморская 1385 × Тайфун	22,1	12,6	75,5	46,9
Кофу × Тайфун	3,8	42,8	33,3	47,6
Киото × Dong pong 690	–8,3	–63,2	0,0	0,0
Муссон × Тайфун	11,4	–14,6	38,9	0,0
Dong pong 690 × Тайфун	–12,7	5,3	0,0	10,0
Hei He 38 × Тайфун	28,6	44,6	81,8	81,2
Hei He 38 × Talppod-Fisk	32,0	77,6	77,8	85,7
<i>Число ветвей на растении</i>				
Приморская 1385 × Кофу	–30,0	50,0	0,0	35,7
Приморская 1385 × Dong pong 690	45,4	–9,1	62,3	0,0
Приморская 1385 × Ходсон	6,7	–14,0	17,8	0,0
Приморская 1385 × Тайфун	71,1	63,8	76,7	46,9
Кофу × Тайфун	–9,7	3,8	0,0	47,6
Киото × Dong pong 690	4,3	–69,7	21,0	0,0
Муссон × Тайфун	7,5	–25,5	14,4	0,0
Dong pong 690 × Тайфун	–2,3	7,5	0,0	8,3
Hei He 38 × Тайфун	–38,6	80,0	0,0	40,6
Hei He 38 × Talppod-Fisk	11,1	60,0	61,1	90,5

Табл. 4. Характеристика гибридов четвертого и пятого поколений (2021, 2022 гг.)

Table 4. Characteristics of hybrids of the fourth and fifth generations (2021, 2022)

Гибридная комбинация	Период вегетации, дней	Продуктивность, г	Масса 1000 семян, г
Приморская 4 (стандарт)	115	7,5	165
Приморская 13 (стандарт)	109	7,2	170
Приморская 1385 × Кофу	109–116	9,4–17,5	152–170
Приморская 1385 × Dong pong 690	100–118	7,1–17,2	127–160
Приморская 1385 × Ходсон	102–109	6,2–13,7	135–149
Приморская 1385 × Тайфун	102–118	7,4–15,2	150–183
Кофу × Тайфун	109–118	10,7–17,4	164–181
Киото × Dong pong 690	109–114	10,2–19,6	165–188
Муссон × Тайфун	102–118	11,2–21,2	170–192
Dong pong 690 × Тайфун	104–115	6,6–13,4	138–149
Hei He 38 × Тайфун	105–118	9,9–16,3	152–187
Hei He 38 × Talppod-Fisk	105–106	8,6–15,7	141–180
НСР _{0,95}	6,5	5,9	26,3

По признаку «число ветвей на растении» наблюдали контрастные изменения степени трансгрессии в последующем поколении как в сторону увеличения значений, так и в сторону снижения – данный показатель не сохранял свою стабильность по годам, за исключением комбинации Приморская 1385 × Тайфун. Максимальная частота трансгрессии выявлена в комбинациях Приморская 1385 × Тайфун (46,9%), Кофу × Тайфун (47,6), Hei He 38 × Talppod-Fisk (90,5%). Отмечена трансгрессивная изменчивость генотипов сои Hei He 38 × Тайфун – показатель изменился с отрицательного статуса на положительный, степень трансгрессии увеличилась на 118,6 ед., частота – на 40,6 ед.

По итогам двух лет изучения трансгрессивных комбинаций сои проведен отбор лучших гибридов по ряду количественных признаков относительно родительских форм. В дальнейшем выделенные перспективные генотипы были испытаны на другие положительные признаки (см. табл. 4).

В гибридных комбинациях в среднем за два года испытаний получена продуктивность как ниже (на 17,3%), так и выше стандартов (на 194,4%). Формирование относительно низкой продуктивности было характерно для генотипов с семенами мелкого

размера (масса 1000 семян до 149 г) и более ранним сроком созревания (до 104 дней). Отмечены отдельные рекомбинантные гибриды с высокими значениями продуктивности и массы 1000 семян в комбинациях Киото × Dong pong 690 и Муссон × Тайфун. У гибридов комбинаций Приморская 1385 × Ходсон и Dong pong 690 × Тайфун наблюдалось формирование семян меньшего размера.

Тестируемый набор гибридов сои относился к разным группам созревания, стабильность признака на ранне- и средне-раннеспелость отмечена в комбинациях Приморская 1385 × Ходсон и Hei He 38 × Talppod-Fisk. Наибольший размах варьирования периода вегетации гибридов (от 100 до 118 дней) зафиксирован у комбинации Приморская 1385 × Dong pong 690.

Не всегда проявление высокого эффекта гетерозиса и трансгрессивной изменчивости в первом – третьем поколениях является гарантией дальнейшего получения образцов сои с высокими хозяйственно ценными показателями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам проведенного исследования, высокие значения гетерозиса по числу и массе семян с растения выявлены в комбинациях

Приморская 1385 × Кофу, Приморская 1385 × Dong pong 690, Hei He 38 × Тайфун. Фенотипическое сверхдоминирование наследования показателей зафиксировано у всех гибридов. Величина трансгрессии у межсортовых гибридов сои в популяциях F2 и F3 изменялась в зависимости от поколения и комбинации. Высокой степенью трансгрессии обладали рекомбинантные гибриды: комплексно по основным элементам структуры урожая – Приморская 1385 × Кофу и Hei He 38 × Talprod-Fisk, по числу семян с растения – Приморская 1385 × Тайфун и Кофу × Тайфун, по массе семян с растения – Dong pong 690 × Тайфун и Hei He 38 × Тайфун. Наблюдалось снижение частоты трансгрессии гибридов к третьему поколению. Высокие значения степени и частоты трансгрессии по высоте растений отмечены в гибридных комбинациях Hei He 38 × Тайфун и Hei He 38 × Talprod-Fisk. По итогам двух лет изучения трансгрессивных комбинаций сои F4 и F5 выделены рекомбинантные гибриды с высокими показателями продуктивности и массы 1000 семян в комбинациях Киото × Dong pong 690 и Муссон × Тайфун. Стабильность признака на ранне- и среднераннеспелость отмечена в комбинациях Приморская 1385 × Ходсон и Hei He 38 × Talprod-Fisk. Наибольший размах варьирования периода вегетации гибридов (от 100 до 118 дней) характерен для комбинации Приморская 1385 × Dong pong 690. Полученный исходный материал в дальнейшем будет использоваться в селекционной практике при выведении сортов сои различного направления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Thudi M., Palakurthi R., Schnable J.C., Chittikeni A., Dreisigacker S., Mace E., Srivastava R.K., Satyavathi C.T., Odeny D., Tiwari V.K., Lam H.M., Hong Y.B., Singh V.K., Li G., Xu Y., Chen X., Kaila S., Nguyen H., Sivasankar S., Jackson S.A., Close T.J., Shubo W., Varshney R.K. Genomic resources in plant breeding for sustainable agriculture // *Journal of Plant Physiology*. 2021. Vol. 257. P. 153351. DOI: 10.1016/j.jplph.2020.153351.
2. Zhao Q., Shi X., Yan L., Yang C., Liu C., Feng Y., Liao H. Characterization of the common genetic basis underlying seed hilum size, yield, and quality traits in soybean // *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. P. 183. DOI: 10.3389/fpls.2021.610214.
3. Nakamori T. Research on the deliciousness of processed soybean current state and future prospects of soybean breeding // *Japanese Society for Food Science and Technology*. 2021. Vol. 68. N 5. P. 216–218. DOI: 10.3136/nskkk.68.216.
4. Литарная М.А. Наследование хозяйственно ценных признаков у гибридов F1–F3 и выделение исходного материала для целей селекции // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 1. С. 135–138.
5. Васина Е.А., Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М. Результаты изучения исходного материала сои в условиях Приморского края для селекционных целей // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022. Т. 183. № 4. С. 19–29. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-19-29.
6. Чухирь И.Н., Есаулова Л.В., Чухирь Н.П. Количественные признаки риса, контролируемые урожайность и их наследование // *Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2019. № 151. С. 15–23. DOI: 10.21515/1990-4665-151-002.
7. Чухирь И.Н., Коротенко Т.Л. Наследование признаков, формирующих продуктивность растений риса в гибридах первого поколения // *Рисоводство*. 2018. № 2 (39). С. 6–10.
8. Лабазанова А.М. Изучение гетерозиса роста у гибридов F1 ячменя // *Бюллетень науки и практики*. 2022. № 5. С. 139–144. DOI: 10.33619/2414-2948/78/18.
9. Лепехов С.Б. Сравнение селекционных линий пшеницы с гибридом F1 по хозяйственно ценным признакам // *Таврический вестник аграрной науки*. 2021. № 2. С. 145–154. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-145-154.
10. Димитриев В.Л., Шашкаров Л.Г., Ложкин А.Г. Явление трансгрессионной изменчивости в популяциях различных типов межсортовых гибридов конопли // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 1 (57). С. 93–98. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-1-93-98.
11. Малышкина Ю.С., Равков Е.В., Лукашевич М.И. Определение степени доминирования эффекта гетерозиса и трансгрессии в питомнике гибридов люпина белого в условиях северо-востока Беларуси // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 1. С. 103–108.

REFERENCES

1. Thudi M., Palakurthi R., Schnable J.C., Chitikineni A., Dreisigacker S., Mace E., Srivastava R.K., Satyavathi C.T., Odeny D., Tiwari V.K., Lam H.M., Hong Y.B., Singh V.K., Li G., Xu Y., Chen X., Kaila S., Nguyen H., Sivasankar S., Jackson S.A., Close T.J., Shubo W., Varshney R.K. Genomic resources in plant breeding for sustainable agriculture. *Journal of Plant Physiology*, 2021, vol. 257, p. 153351. DOI: 10.1016/j.jplph.2020.153351.
2. Zhao Q., Shi X., Yan L., Yang C., Liu C., Feng Y., Liao H. Characterization of the common genetic basis underlying seed hilum size, yield, and quality traits in soybean. *Frontiers in Plant Science*, 2021, vol. 12, p. 183. DOI: 10.3389/fpls.2021.610214.
3. Nakamori T. Research on the deliciousness of processed soybean current state and future prospects of soybean breeding. *Japanese Society for Food Science and Technology*, 2021, vol. 68, no. 5, pp. 216–218. DOI: 10.3136/nskkk.68.216.
4. Litarnaya M.A. Inheritance of economically valuable traits in F1–F3 hybrids and selection of starting material for breeding purposes. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 2019, no. 1, pp. 135–138. (In Russian).
5. Vasina E.A., Butovets E.S., Luk'yanchuk L.M. Results of a study of soybean source material for breeding purposes under the conditions of Primorsky Territory. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selekcii = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 2022, vol. 183, no. 4, pp. 19–29. (In Russian). DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-19-29.
6. Chukhir' I.N., Esaulova L.V., Chukhir' N.P. Rice quantitative traits controlling yield and their inheritance. *Nauchnyy zhurnal KubGAU = Scientific Journal of KubSAU*, 2019, no. 151, pp. 15–23. (In Russian). DOI: 10.21515/1990-4665-151-002.
7. Chukhir' I.N., Korotenko T.L. Inheritance of traits forming productivity of rice plants. *Risovodstvo = Rice Growing*, 2018, no. 2 (39), pp. 6–10. (In Russian).
8. Labazanova A.M. Growth heterosis study in barley F1 hybrids. *Byulleten' nauki i praktiki = Bulletin of Science and Practice*, 2022, no. 5, pp. 139–144. (In Russian). DOI: 10.33619/2414-2948/78/18.
9. Lepekhov S.B. Comparison of soft spring wheat breeding lines and F1 hybrid according to economically valuable traits. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki = Taurida Herald of the Agrarian Sciences*, 2021, no. 2, pp. 145–154. (In Russian). DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-145-154.
10. Dimitriev V.L., Shashkarov L.G., Lozhkin A.G. Phenomenon of transgression variability in populations of various types of hemp intervarietal hybrids. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*, 2022, no. 1 (57), pp. 93–98. (In Russian). DOI: 10.18286/1816-4501-2022-1-93-98.
11. Malyshkina Yu.S., Ravkov E.V., Lukashevich M.I. Determining the dominance degree of the effect of heterosis and transgressive segregation in the nursery of white lupin hybrids under the conditions of north-eastern Belarus. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoy akademii = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 2021, no. 1, pp. 103–108. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Бутовец Е.С.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующей лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 692539, Приморский край, г. Уссурийск, п. Тимирязевский, ул. Воложенина, 30; e-mail: otdelsoy@mail.ru

Васина Е.А., младший научный сотрудник

Звягинцева С.А., младший научный сотрудник

Лукьянчук Л.М., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Ekaterina S. Butovets**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, Acting Laboratory Head; **address:** 30, Volozhenina St., Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky Territory, 692539, Russia; e-mail: otdelsoy@mail.ru

Evgeniya A. Vasina, Junior Researcher

Svetlana A. Zvyagintseva, Junior Researcher

Ludmila M. Lukyanchuk, Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 08.08.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 24.10.2023
Дата публикации / Published 20.03.2024