

СЕЛЕКЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ СОИ

Л.М. Лукьянчук, Е.С. Бутовец

Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, Россия

E-mail: ottselsoy@mail.ru

Для цитирования: Лукьянчук Л.М., Бутовец Е.С. Селекционные исследования при создании перспективных сортов сои // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 3 (76). – С. 106–116. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-76-3-106-116.

Ключевые слова: сорт, соя, урожайность, устойчивость к болезням, адаптация, экологическая пластичность, стабильность.

Реферат. Целью исследований являлась оценка новых перспективных сортов сои по ряду хозяйственно важных признаков, уровню адаптации и их устойчивости к грибным заболеваниям в условиях Приморского края. Работа проводилась с 2021 по 2024 гг. Погодные условия 2021 г. характеризовались продолжительными периодами отсутствия осадков. В 2022–2024 гг. оптимальное сочетание влажности и теплых условий способствовали повышению урожайности культуры. Объекты исследований – 32 перспективных сорта сои селекции Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. Большая часть сортов относится к средней группе спелости с периодом вегетации от 111 до 119 дней. Четыре сорта Приморская 1690, Приморская 1693, Приморская 1695 и Приморская 1698 показали высокую урожайность, достигнув уровня 31,2–35,3 ц/га. Высокое содержания белка (более 40,0 %) демонстрировали сорта сои – Приморская 1659, Приморская 1675, Приморская 1695, Приморская 1698 и Приморская 1704. Устойчивость к стрессовым условиям выращивания по показателю урожайности проявили генотипы сои Приморская 4 (-16,5), Приморская 1679 (-12,8), Приморская 1682 (-16,3), Приморская 1692 (-15,7), Приморская 1705 (-16,5). Максимальные значения коэффициента адаптивности отмечены у трех сортов: Приморская 1690, Приморская 1693, Приморская 1698. Низкой экологической пластичностью обладали 45,4 % генотипов (коэффициент $bi < 1$). Некоторые генотипы проявили устойчивость к стрессовым условиям и болезням в условиях Приморского края. На инфекционном фоне сорта проявили среднюю устойчивость: Приморская 1690 и Приморская 1697 – к пероноспорозу; Приморская 1696 – к церкоспорозу. Перспективные сорта сои характеризуются разнообразными характеристиками, что позволяет выбрать подходящие варианты для конкретных целей и условий выращивания.

BREEDING RESEARCH ON THE CREATION OF PROMISING SOYBEAN VARIETIES

L.M. Lukyanchuk, E.S. Butovets

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

E-mail: ottselsoy@mail.ru

Keywords: variety, soybean, yield, resistance to diseases, adaptation, ecological plasticity, stability.

Abstract. Our research goal was to evaluate new promising soybean varieties for a number of economically important traits, the level of adaptation, and resistance to fungal diseases under the conditions of Primorsky kray. The research was conducted in 2021–2024. The weather conditions of 2021 were characterized by prolonged periods without precipitation. In 2022–2024, the optimal combination of precipitation and high temperatures facilitated an increase in the yield of the crop. Thirty-two promising soybean varieties created at the Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki were used as the research object. The majority of the varieties were from the group of mid-season maturity with a growing period of 111–119 days. Four varieties Primorskaya 1690, Primorskaya 1693, Primorskaya 1695, and Primorskaya 1698 had high yield ranging from 3.12 t/ha to 3.53 t/ha. A high protein content ($>40.0\%$) was observed in the following soybean varieties: Primorskaya 1659, Primorskaya 1675, Primorskaya 1695, Primorskaya 1698, and Primorskaya 1704. The following genotypes were considered resistant to the growing conditions based on the parameter of yield: Primorskaya 4 (-16.5), Primorskaya 1679 (-12.8), Primorskaya 1682 (-16.3), Primorskaya 1692 (-15.7), and Primorskaya 1705 (-16.5). The highest coefficient of adaptation was noted in three varieties – Primorskaya 1690,

Primorskaya 1693, and Primorskaya 1698. Lower ecological plasticity characterized 45.4% of the genotypes (coefficient $bi < 1$). Some genotypes showed resistance to the stress conditions and diseases under the conditions of Primorsky kray. Varieties demonstrated moderate resistance in the infectious conditions: Primorskaya 1690 and Primorskaya 1697 – to downy mildew, Primorskaya 1696 – to Cercospora leaf blight. Promising soybean varieties have various characteristics. This allows breeders to select different variants that would suit certain goals and growing conditions.

Значимость сои обусловлена уникальным химическим составом ее семян, которые характеризуются высоким содержанием ценного белково-масличного компонента. В мировой практике соя применяется в трех ключевых направлениях, каждый из которых играет важную роль в экономике и питании: соевое молоко используется как альтернатива коровьему молоку; соевое масло – в пищевой промышленности; соевый шрот и жмых – в птицеводстве и животноводстве [1–3]. Такое многообразие применений делает сою важным стратегическим продуктом, который продолжает активно развиваться и совершенствоваться.

Для успешного развития аграрного сектора необходимо увеличение площади возделывания такой высоковостребованной сельскохозяйственной культуры, как соя. Дальний Восток в целом представляет собой регион, подходящий для выращивания сои, здесь имеются все необходимые природно-климатические факторы для эффективного земледелия. Притом что в пределах Дальневосточного федерального округа соя занимает ведущие позиции среди сельскохозяйственных культур, от общего объема посевных площадей сои в России она составляют примерно 37,4 %. Одной из основных задач развития является выведение сортов сои, способных гарантировать высокие урожаи при ограниченных тепловых ресурсах. Данный вопрос в настоящее время успешно решается учеными-селекционерами научно-исследовательских учреждений региона [4–8]. Генетическое улучшение сортов сои осуществляется благодаря целенаправленной селекции растений, что позволяет сельскохозяйственным производителям выбирать сорта с желаемыми характеристиками [9, 10]. В Приморском крае для выполнения поставленных задач в лаборатории селекции сои ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» активно ведется селекционная работа по сое, в результате которой создаются перспективные сорта с высокими показателями хозяйственно ценных признаков.

Целью данного исследования является оценка новых перспективных сортов сои по набору хозяйственно важных характеристик, а также их

уровень адаптации и устойчивости к грибным заболеваниям в условиях Приморского края.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Селекционные исследования по созданию новых перспективных сортов сои проходили в 2021–2024 гг. в лаборатории селекции сои ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», расположенных вблизи г. Уссурийск.

Разнообразные метеорологические условия позволили получить более точные и объективные данные о характеристиках и устойчивости сортов сои. По данным агрометеорологической станции «Тимирязевский» (ФГБУ «Приморское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»), в 2021 г. повышенные температуры и недостаток осадков в течение длительного периода негативно сказались на формировании урожая. Сумма осадков с июня по сентябрь оказалась значительно ниже средних многолетних значений: разница составила от 2,3 до 54,7 мм. Положительное воздействие оптимального сочетания влажности и теплых условий в 2022 и 2024 гг. способствовали повышению урожайности культуры. В отдельные периоды 2022 г. (с июня по сентябрь) количество выпавших осадков превысило средние многолетние показатели от 24,7 до 101,0 мм. Климатические условия в период с июня по август 2023 г. отмечались значительным превышением количества осадков над среднемноголетними показателями. Кроме того, среднемесячная температура воздуха во время вегетационного периода сои превышала среднемноголетние значения на 1,4–2,3 °С. В условиях 2024 г. присутствовали периоды избыточного увлажнения с мая по июль (превышение составляло 31,7–62,9 мм за месяц), а также повышенный температурный режим в сравнении со среднемноголетней нормой (на 0,2–1,9 °С).

Объектами исследований были 32 сорта сои, выведенные специалистами ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Сорта сои созданы классическим методом селекции – простая парная гибридизация. Для сравнения результатов был использован сорт

сои Приморская 4, который районирован и допущен к использованию в дальневосточном регионе.

Опыт проводился по методике полевого испытания Б.А. Доспехова [11]. Норма высева семян – 500 тыс. шт./га. Площадь одной делянки – 22,0 м², повторность трехкратная. Работы по посеву и уборке делянок выполнялись механизированно. Оценку, учеты по хозяйственным признакам выполняли по методике ВИР [12]. Содержание белка и масла в семенах сои измерялось на приборе Inframatic 9200 в лаборатории агрохимического анализа научного центра.

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью метода дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel. Этот метод позволяет оценивать различия между группами данных и определять статистическую значимость различий [11]. Методика выявления стрессоустойчивости, компенсаторной способности и гибкости сортов по урожайности, предложенная А.А. Rossielle и J. Hemblin, была адаптирована и изложена А.А. Гончаренко. Она позволяет оценить способность сорта реагировать на различные условия окружающей среды и сохранять высокую продуктивность [13, 14]. Стрессоустойчивость к условиям произрастания определяли по разнице между величинами признака ($X_{\min} - X_{\max}$), показатели имеют отрицательный знак. Генетическую гибкость и компенсаторную способность сорта в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях, рассчитывали по формуле $(X_{\min} + X_{\max})/2$. Генотипическую изменчивость характеризовал размах варьирования минимальной ($X_{\min}$) и максимальной величины урожайности ($X_{\max}$). Оценку экологической пластичности и стабильности по урожайности сортов проводили по методу S.A. Eberhart и W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина [15].

Коэффициент адаптивности (КА) считается важным показателем, который используют для оценки приспособленности сорта к определен-

ным условиям выращивания. Метод расчета КА, предложенный Л.А. Животковым и др., основан на сравнении урожайности конкретного сорта с усредненной урожайностью всех исследуемых образцов в конкретном году испытания [16]. Этот подход позволяет проводить сравнительный анализ сортов и выявлять генотипы с наибольшей адаптационной способностью, что особенно важно для селекции растений и планирования сельскохозяйственных работ.

Визуальную оценку и учет пораженности листовой пластины грибными болезнями, такими как септориоз, пероноспороз и церкоспороз, проводили на естественном и искусственных фонах развития патогенов, в фазу развития сои «налив бобов» [17].

Для выделения и поддержания в культуре патогенов, накопления достаточного количества инфицированного материала и создания искусственного инфекционного фона применяли методику [17], согласно которой необходимо использовать местные популяции патогенов, для выделения которых проводился сбор пораженного растительного материала сои на полях научного центра, а также суспензии с концентрацией спор, дающие оптимальную инфекционную нагрузку на соевое растение.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Соя в своем развитии проходит 12 основных этапов. На основании предоставленных данных можно сделать выводы относительно фенологических этапов развития культуры. Все тестируемые образцы показали равномерное и дружное прорастание, что свидетельствует о хорошем качестве семян и однородности посевного материала (табл. 1). Некоторые сорта сои демонстрировали более раннее массовое цветение по сравнению со стандартом Приморская 4 (до десяти дней), при этом наступление более раннего созревания не наблюдалось.

Таблица 1

Характеристика межфазных периодов гибридных комбинаций образцов сои (среднее за 2021–2024 гг.)
Characteristics of interphase periods of hybrid combinations of soybean samples (average for 2021–2024)

Гибридная комбинация	Продолжительность межфазного периода, сут		
	Посев–всходы	Всходы–цветение	Цветение–созревание
1	2	3	4
Приморская 4, стандарт	19–20	38–48	67–77
Приморская 1385 × Приморская 96	18–20	36–41	77–78
Приморская 13 × Приморская 1385	19–20	35–40	72–79

1	2	3	4
Приморская 96 × Тайфун	18–19	33–36	74–76
Приморская 96 × НИИСХ 4	19–20	35–43	76–79
Приморская 13 × Кофу	17–19	35–41	71–75
Кофу × Ариса	18–19	30–39	75–82
Ариса × Приморская 1385	18–19	40–42	76–79
Ариса × Тайфун	18–20	28–43	74–82
Ариса × Киото	18–19	28–33	77–85
Тайфун × Кофу	18–20	30–38	77–86
НИИСХ 3 × Тайфун	18–19	33–41	73–83
НИИСХ 3 × Приморская 13	18–19	35–43	73–80

Основная масса сортов (90,6 %) относится к средней группе спелости с периодом вегетации от 111 до 119 дней (табл. 2). Большая часть сортов имеет среднюю высоту растений (от 51 до 75 см). Более 80,0 % сортов демонстрировали относительно высокую урожайность по сравнению со

стандартом Приморская 4, превышение составляло от 3,8 до 10,2 ц/га. Максимальные показатели урожайности отмечены у сортов Приморская 1690 и Приморская 1693, которые превосходили стандарт на 43,0 и 48,3 % соответственно.

Таблица 2

Характеристика хозяйственных признаков сортов сои
(среднее значение за 2021–2024 гг.), Приморский край
Characteristics of economic traits of soybean varieties (average value for 2021–2024), Primorsky Krai

Сорт	Урожайность, ц/га	Масса 1000 семян, г	Период вегетации, дни	Высота растений, см	Содержание в семенах, %	
					белка	масла
1	2	3	4	5	6	7
Приморская 4, ст.	23,8	165	114	74	38,2	23,2
Приморская 1657	26,3	173	119	77	39,1	23,6
Приморская 1659	25,6	197	114	66	40,6	22,7
Приморская 1674	23,1	148	111	61	36,9	24,4
Приморская 1675	30,5	168	112	62	40,8	23,2
Приморская 1676	28,9	175	112	58	39,5	23,8
Приморская 1679	20,6	154	117	56	36,9	23,9
Приморская 1680	27,6	168	119	64	38,5	23,2
Приморская 1681	23,7	166	116	55	38,4	23,7
Приморская 1682	24,9	182	116	53	38,6	23,2
Приморская 1683	26,3	182	115	64	39,8	22,7
Приморская 1684	26,7	180	115	62	39,1	22,9
Приморская 1685	27,0	150	117	64	37,5	24,1
Приморская 1686	26,6	160	117	58	37,5	23,8
Приморская 1687	27,5	168	115	56	38,0	24,0
Приморская 1688	27,3	159	114	44	38,7	23,8
Приморская 1689	29,1	153	121	54	36,8	24,1
Приморская 1690	34,0	163	120	66	36,4	24,4

1	2	3	4	5	6	7
Приморская 1691	27,9	184	116	57	40,7	22,8
Приморская 1692	23,7	180	113	53	39,8	23,1
Приморская 1693	35,3	170	120	52	38,9	23,6
Приморская 1694	30,4	165	118	57	39,5	23,4
Приморская 1695	31,2	158	116	66	40,2	23,3
Приморская 1696	29,1	165	115	51	39,4	23,0
Приморская 1697	30,7	171	116	46	39,3	23,6
Приморская 1698	32,9	182	118	60	40,2	23,0
Приморская 1699	30,2	166	114	48	40,0	23,2
Приморская 1700	29,4	163	113	45	39,2	24,0
Приморская 1701	26,6	154	114	58	39,4	23,5
Приморская 1702	24,7	176	115	67	39,9	23,0
Приморская 1703	29,3	169	116	69	39,8	23,1
Приморская 1704	25,8	166	114	54	40,2	23,5
Приморская 1705	21,8	154	113	60	39,0	23,2
НСР _{0,05}	3,2	20,1	4,0	12,6	1,5	0,9

Примечание. НСР – наименьшая существенная разность.

Значение «масса 1000 семян» выше стандарта до 11,5 % имели 57,6 % сортов сои. Крупным размером семени характеризовался только один сорт – Приморская 1659 (показатель в среднем за годы испытания был более 190 г).

Данный набор сортов сои по уровню накопления питательных веществ в семенах в большей степени обладали относительно повышенным содержанием масла (более 23,0 %). Почти 79,0 % генотипов превосходили уровень стандарта (на 0,2–2,6 %) по содержанию белка в семенах. Особенно выделяются пять сортов: Приморская 1659, Приморская 1675, Приморская 1695, Приморская 1698 и Приморская 1703, которые демонстрируют максимальное содержание белка – выше 40,0 %.

Урожайность любого сорта сельскохозяйственных культур, включая сою, определяется двумя основными факторами: генетическим потенциалом самого растения и условиями внешней

среды, такими как климат, почва, влажность и прочие природные явления. Именно взаимодействие этих двух аспектов определяет итоговую производительность конкретного сорта.

Приморский край известен своими специфическими климатическими особенностями, которые включают значительные колебания температуры воздуха, повышенную влажность и ряд других метеорологических параметров. Поэтому крайне важно изучать адаптивные способности различных сортов сои именно в условиях этого региона (табл. 3).

Результаты исследования показывают, что среди рассматриваемого набора сортов сои наибольшей устойчивостью к стрессовым условиям произрастания обладают пять генотипов, включая стандарт: Приморская 4 (-16,5), Приморская 1679 (-12,8), Приморская 1682 (-16,3), Приморская 1692 (-15,7), Приморская 1705 (-16,5).

Таблица 3

Параметры адаптации сортов сои по урожайности
Adaptation parameters of soybean varieties for yield

Сорт	Стрессо-устойчивость	Генетическая гибкость	Генотипическая изменчивость	Коэф. регрессии b_1	Стабильность (S^2d_i)	Коэф. адаптивности
1	2	3	4	5	6	7
Приморская 4, ст.	-16,5	23,3	15,1–31,6	0,65	15,9	86,5
Приморская 1657	-19,4	26,5	16,8–36,2	0,93	1,33	95,6

1	2	3	4	5	6	7
Приморская 1659	-20,5	23,9	13,7–34,2	0,72	41,22	93,0
Приморская 1674	-17,6	27,3	14,9–32,5	0,87	1,92	84,0
Приморская 1675	-24,7	28,3	16,0–40,7	0,95	38,2	110,9
Приморская 1676	-25,6	28,6	15,8–41,4	1,04	20,43	105,0
Приморская 1679	-12,8	20,7	14,3–27,1	0,74	4,62	74,9
Приморская 1680	-19,4	27,5	17,8–37,2	1,11	8,56	100,3
Приморская 1681	-17,2	24,2	15,6–32,8	0,95	5,15	86,1
Приморская 1682	-16,3	23,1	15,0–31,3	0,79	5,10	90,5
Приморская 1683	-20,4	24,7	14,5–34,9	0,38	90,69	95,6
Приморская 1684	-21,7	25,6	14,8–36,5	0,81	29,16	97,0
Приморская 1685	-17,8	27,2	18,3–36,1	0,98	4,70	98,1
Приморская 1686	-21,3	26,7	16,1–37,4	1,05	0,77	96,7
Приморская 1687	-23,0	27,2	15,7–38,7	1,07	2,18	100,0
Приморская 1688	-22,7	27,6	16,3–39,0	1,07	2,83	99,2
Приморская 1689	-22,9	28,3	16,9–39,8	1,20	22,66	105,8
Приморская 1690	-29,3	33,8	19,2–48,5	1,46	47,21	123,6
Приморская 1691	-19,6	25,3	15,5–35,1	0,79	25,81	101,4
Приморская 1692	-15,7	21,5	13,7–29,4	0,57	27,36	86,1
Приморская 1693	-25,9	35,9	23,0–48,9	1,42	26,73	128,3
Приморская 1694	-23,3	29,7	18,1–41,4	1,13	0,51	110,5
Приморская 1695	-21,6	30,8	20,0–41,6	1,13	1,04	113,4
Приморская 1696	-26,6	30,3	17,0–43,6	1,09	63,77	105,8
Приморская 1697	-20,0	30,8	20,8–40,8	1,03	11,22	111,6
Приморская 1698	-28,2	31,7	17,6–45,8	1,19	19,08	119,6
Приморская 1699	-22,8	30,8	19,4–42,2	1,22	5,69	109,8
Приморская 1700	-31,0	30,3	14,8–45,8	1,48	35,32	106,9
Приморская 1701	-23,5	27,9	16,2–39,7	1,22	8,74	96,7
Приморская 1702	-20,3	24,1	14,0–34,3	0,79	19,03	89,8
Приморская 1703	-22,4	29,4	18,2–40,6	1,25	15,05	106,5
Приморская 1704	-23,0	26,6	15,1–38,1	1,14	16,07	93,8
Приморская 1705	-16,5	22,1	13,9–30,4	0,82	1,14	79,2

Восемь сортов сои обладают одновременно максимальной генотипической изменчивостью и генетической гибкостью (от 30,3 до 35,9 ед.): Приморская 1690, Приморская 1693, Приморская 1695, Приморская 1696, Приморская 1697, Приморская 1698, Приморская 1699 и Приморская 1700. Это проявляется в широком диапазоне реакции на стрессовые условия.

Адаптивность сортов к условиям произрастания также выявляют по пластичности и стабильности показателя. По итогам оценки перспективных сортов сои на реакцию смены условий

испытания было выделено 43,7 % генотипов с низкой экологической пластичностью ($b_i < 1$), они лучше всего проявляли себя в неблагоприятных условиях, демонстрируя стабильность и надежность результатов.

Шесть тестируемых сортов были чувствительны к изменению условий среды ($b_i = 1$), при этом не обладали стабильностью. Остальные генотипы продемонстрировали себя как пластичные ($b_i > 1$) с нестабильным поведением (S^2d_i от 0,51 до 47,21 ед.).

Диапазон значений коэффициента адаптивности (от 74,9 до 128,3 %) показывает, насколько различны реакции сортов сои на условия выращивания. Коэффициент помогает оценить способность сорта адаптироваться к конкретным условиям и обеспечить максимальную урожайность. Коэффициент адаптивности (более > 100,0 %) имели 45,4 % изучаемых сортов сои, что свидетельствует о хорошей способности адаптироваться к различным условиям выращивания. Особого внимания заслуживают три сорта: Приморская 1690, Приморская 1693 и Приморская 1698, которые демонстрировали максимальные значения коэффициента адаптивности. Кроме уровня адаптивности сорта необходимо учитывать и другие важные признаки: устойчивость к

болезням, вредителям, а также экономические и технологические аспекты производства.

При исследовании сортов сои было проведено тестирование на иммунитет к грибным заболеваниям на естественном и искусственных фонах развития патогенов. Для наглядности построен график степени поражения сортов сои возбудителем *Septoria glycines* Hemmi при естественных и искусственных условиях развития возбудителя (рис. 1). Для этих целей использован селекционный материал, превысивший стандарт Приморская 4 по урожайности на 20,0 %. Все изучаемые сорта на естественном фоне развития болезни септориоз проявили себя как среднеустойчивые (степень поражения варьировала от 26,9 до 38,9 %).

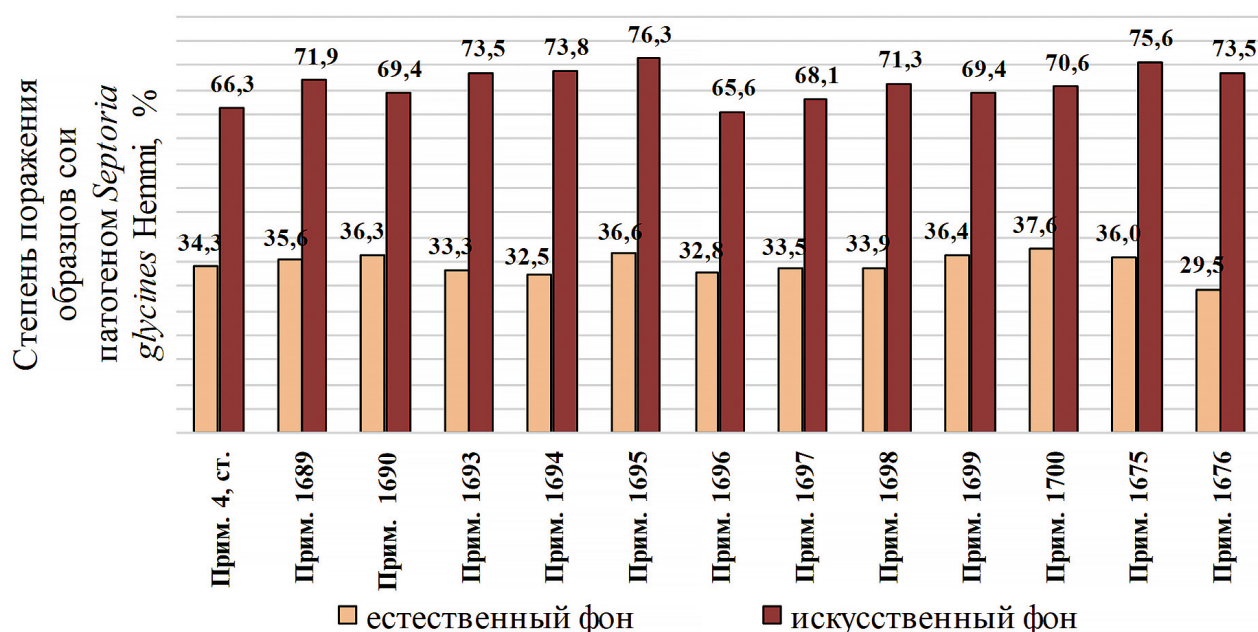


Рис. 1. Степень поражения сортов сои патогеном *Septoria glycines* Hemmi, % (среднее за 2021–2024 гг.)
The degree of damage to soybean varieties by the pathogen *Septoria glycines* Hemmi, % (average for 2021–2024)

Результаты искусственного инфицирования показывают, что урожайные образцы сои оказались восприимчивыми к данному патогену, но степень поражения находилась на уровне стандарта или не превышала 10 %.

Согласно шкале, разработанной по методике Н.И. Корсакова, все перспективные сорта сои в естественных условиях развития фитопатогена *Peronospora manshurica* Naum. (пероноспороз) проявили устойчивость и высокую устойчивость

к заболеванию (рис. 2). Реакция сортов сои на искусственное заражение данным возбудителем была практически одинаковой: наблюдалась восприимчивость растений к заболеванию, степень поражения в сравнении с естественным фоном была выше до 65,8 %. Сорта Приморская 1690 и Приморская 1697 проявили среднюю устойчивость при инокуляции растений суспензией пероноспороза, их степень поражения составляла 50,0 и 49,5 %.

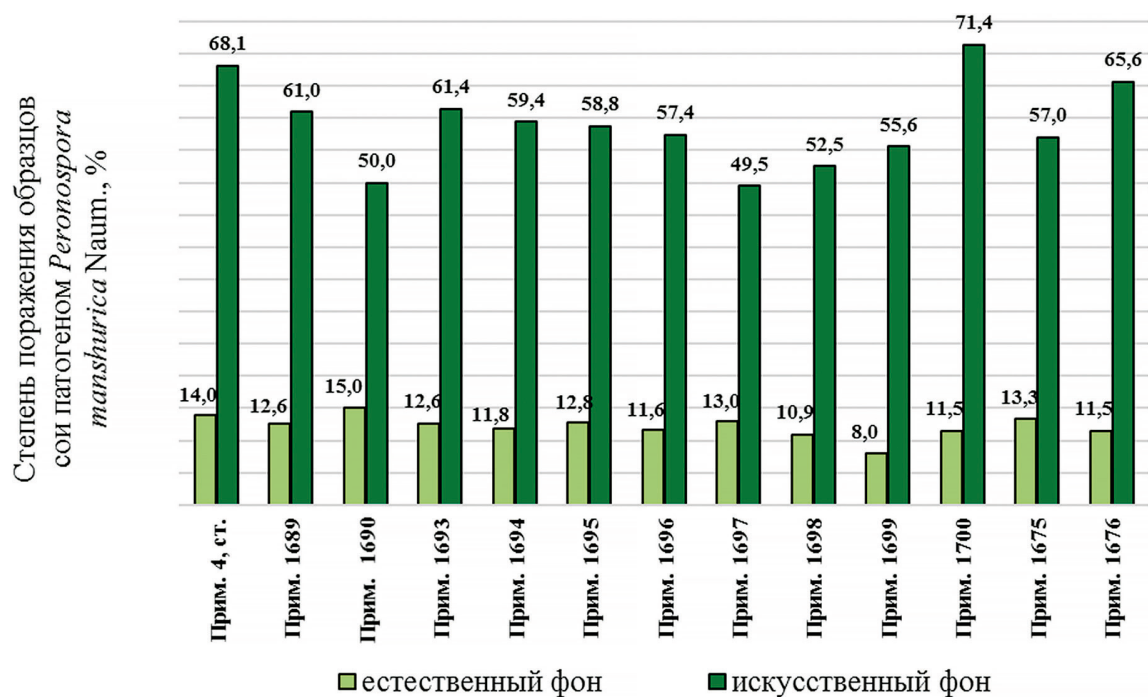


Рис. 2. Степень поражения сортов сои патогеном *Peronospora manshurica* Naum., % (среднее за 2021–2024 гг.)
The degree of damage to soybean varieties by the pathogen *Peronospora manshurica* Naum., % (average for 2021–2024)

Сорта сои по отношению к возбудителю устойчивых. Степень поражения не превышала 25,0 % (рис. 3).
Cercospora sojina Hara, развитие которого проходило в естественных условиях, отнесены к группе

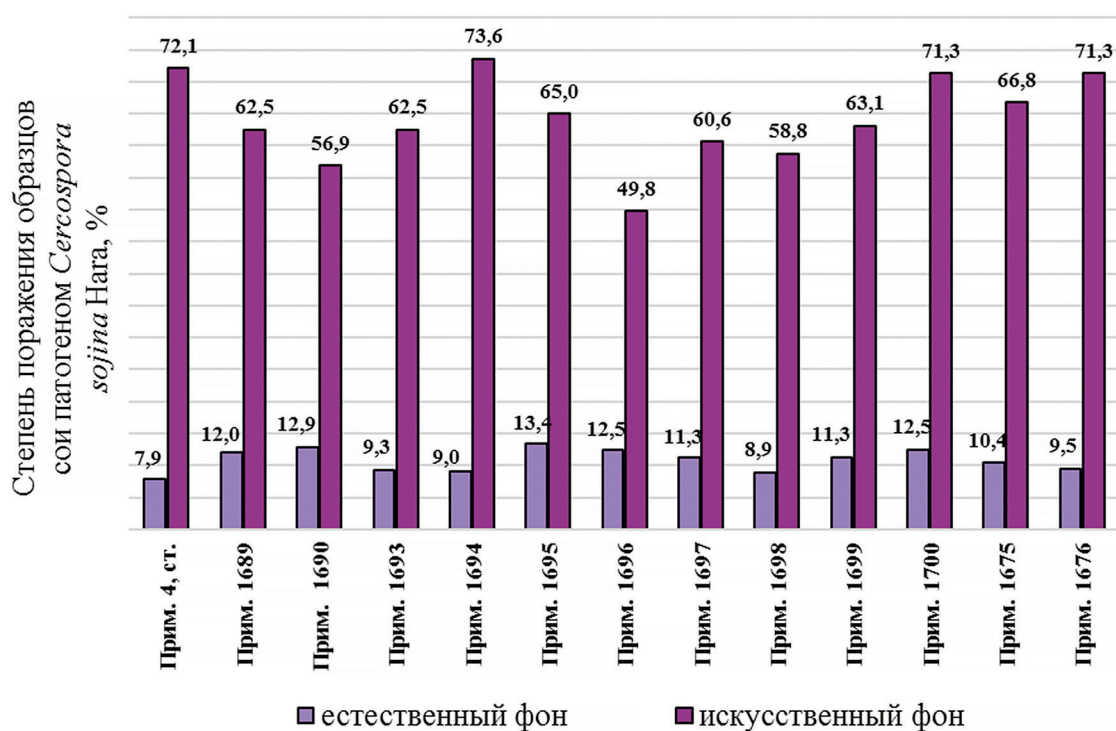


Рис. 3. Степень поражения сортов сои патогеном *Cercospora sojina* Hara, % (среднее за 2021–2024 гг.)
The degree of damage to soybean varieties by the pathogen *Cercospora sojina* Hara, % (average for 2021–2024)

Результаты проверки на жестком инфекционном фоне подтвердили, что практически все сорта сои оказались восприимчивыми к инфекции. Восприимчивость выражается степенью поражения, которая варьирует от 54,3 до 73,6 %. Только сорт Приморская 1696 показал среднюю устойчивость со степенью поражения 49,8 %.

Все испытываемые сорта сои проявили комплексную устойчивость к пероноспорозу и церкоспорозу на естественном фоне развития заболеваний.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Одним из ключевых моментов активного развития соеводства в различных регионах является создание сортов, способных обеспечить высокий уровень урожайности культуры при разнообразных природно-климатических условиях. В Приморском крае в результате селекционной работы по сое создан ряд перспективных сортов с высокими показателями хозяйственно ценных признаков.

Внутри каждой гибридной комбинации изучаемых сортов наблюдались различия в сроках наступления массовых цветений и уборочной спелости, что указывает на генетическое разнообразие среди образцов сои. Основная часть сортов сои относится к средней группе спелости, что в некоторой степени позиционирует их универсальность при возделывании в различных регионах с умеренным климатом. В сравнении со стандартом Приморская 4 более 80,0 % сортов демонстрировали относительно высокую урожайность, что свидетельствует о потенциальных возможностях новых генотипов. В процессе анализа выделившиеся сорта сои по уровню накопления питательных веществ в семенах (белка и масла) представляют интерес как источники для включения в селекционную программу. По результатам изучения один сорт сои передан на испытание в ФГБУ «Госсорткомиссия».

Перспективными для дальнейшего использования в селекционной программе и внедрения в регионы с непредсказуемыми климатическими условиями являются пять сортов сои (стандарт Приморская 4, Приморская 1679, Приморская 1682, Приморская 1692, Приморская 1705), которые обладают наибольшей устойчивостью к стрессовым факторам произрастания. Данные генотипы в меньшей степени снижают уровень урожайности в стрессовых условиях. Восемь сортов сои (Приморская 1690, Приморская 1693, Приморская 1695, Приморская 1696, Приморская 1697, Приморская 1698, Приморская 1699 и При-

морская 1700) демонстрировали значительную изменчивость в урожайности в зависимости от окружающих условий, что может быть как преимуществом, так и недостатком. Шесть сортов были чувствительны к контрастам условий среды ($b_i = 1$): они могут показать хорошие результаты как в благоприятных, так и в неблагоприятных условиях. Отсутствие стабильности указывает на то, что их поведение сложно прогнозировать. Остальная часть генотипов проявляла высокий потенциал урожайности при улучшении условий выращивания и зависела от условий года, что, в свою очередь, создает сложность в предсказании их поведения.

Высокий коэффициент адаптивности у 45,4 % изучаемых сортов сои указывает на значительный генетический потенциал образцов, способность формировать высокую урожайность в различных климатических и почвенных условиях.

Присутствует устойчивость сортов сои к грибным заболеваниям на естественном фоне развития патогенов и их восприимчивость к патогенам при искусственном инфицировании растений.

ВЫВОДЫ

Выделившиеся сорта сои представляют значительный интерес для сельского хозяйства, так как обладают уникальными характеристиками, которые могут быть полезными в различных условиях выращивания:

- сорт Приморская 1674 отличается более ранним сроком созревания (111 дней);
- высокий уровень урожайности (31,2–35,3 ц/га) формируют сорта Приморская 1690, Приморская 1693;
- высокий уровень содержания белка в семенах (более 40,0 %) демонстрируют сорта сои Приморская 1659, Приморская 1675, Приморская 1695, Приморская 1698 и Приморская 1704;
- пять генотипов сои, включая стандарт, проявляют устойчивость к стрессовым условиям выращивания по показателю урожайности: Приморская 4 (-16,5), Приморская 1679 (-12,8), Приморская 1682 (-16,3), Приморская 1692 (-15,7), Приморская 1705 (-16,5);
- максимальные значения коэффициента адаптивности отмечаются у трех сортов: Приморская 1690, Приморская 1693, Приморская 1698;
- по результатам проверки на инфекционном фоне сорта Приморская 1690 и Приморская 1697 обладают средней устойчивостью к пероноспорозу, сорт Приморская 1696 проявляет среднюю устойчивость к церкоспорозу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экологическое сортоиспытание сои в Республике Татарстан / К.Д. Шурхаева, Т.Н. Абросимова, А.Т. Хуснутдинова, Л.Н. Шаяхметова, А.Р. Хайруллина // *Агробиотехнологии и цифровое земледелие*. – 2024. – № 4 (12). – С. 43–51. – DOI: 10.12737/2782-490X-2024-43-51.
2. Галиченко А.П., Фокина Е.М. Влияние метеорологических условий на формирование урожайности сортов сои селекции ВНИИ сои // *Аграрный вестник Урала*. – 2022. – № 7 (222). – С. 16–25. – DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25.
3. Галиченко А.П., Фокина Е.М. Оценка влияния гидротермических условий на содержание белка и масла в семенах скороспелых сортов сои // *Пермский аграрный вестник*. – 2023. – № 2 (42). – С. 12–19. – DOI: 10.47737/2307-2873_2023_42_12.
4. Зайцев Н.И., Ревенко В.Ю., Устарханова Э.Г. Влияние погодных факторов на продуктивность перспективных линий сои в зоне неустойчивого увлажнения // *Масличные культуры: науч.-техн. Бюл. ВНИИМК*. – 2020. – № 2 (182). – С. 62–69. – DOI: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-62-69.
5. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М. Адаптационные показатели перспективных сортов сои в условиях юга Дальнего Востока // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2024. – Т. 185, № 4. – С. 47–58. – DOI: 10.30901/2227-8834-2024-4-47-58.
6. Fokina E., Belyaeva G. Features of the New Mid-season Soybean Variety Zolushka // *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East: Agricultural Innovation Systems*. – 2022. – № 353. – P. 105–112. – DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8_13.
7. Бражников В.Н., Бражникова О.Ф., Бражников Д.В. Влияние агроклиматических условий на продуктивность и жирнокислотный состав масла льна масличного // *Таврический вестник аграрной науки*. – 2019. – № 4 (20). – С. 6–15. – DOI: 10.33952/2545-0720-2019-4-20-6-15.
8. Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes / M. Li, Y. Liu, C. Wang [et al.] // *Frontiers in plant science*. – 2020. – № 10. – P. 1642. – DOI: 10.3389/fpls.2019.01642.
9. Клычова Г.С., Цытин А.П., Валиев А.Р. Перспективы развития рынка сои и его значимость для российской экономики // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2021. – Т. 16, № 3 (63). – С. 128–134. – DOI: 10.12737/2073-0462-2021-128-134.
10. Красовская А.В., Степанов А.Ф., Веремей Т.М. Влияние агрометеорологических факторов на формирование урожая и качество зерна сортов сои // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 8 (185). – С. 51–58. – DOI: 10.36718/1819-4036-2022-8-51-58.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студ. высш. с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. – М., 2012. – 352 с.
12. Соя: метод. указ. по селекции и семеноводству / сост. Н.И. Корсаков, Ю.П. Мякушко. – Л., 1975. – 160 с.
13. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2005. – № 6. – С. 9–53.
14. Уровень качества зерна омских сортов овса ярового в контрастных экологических условиях / О.А. Юсова, П.Н. Николаев, В.С. Васюкевич [и др.] // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2020. – № 2 (55). – С. 84–96.
15. Пакудин В.З. Оценка экологической пластичности сортов // *Генетический анализ количественных признаков с помощью математико-статистических методов*. – М., 1979. – С. 40–44.
16. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по урожайности // *Селекция и семеноводство*. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
17. Методические указания по изучению устойчивости сои к грибным болезням / сост. Н.И. Корсаков, А.М. Овчинникова, В.М. Мизева. – Л., 1979. – 46 с.

REFERENCES

1. Shurhaeva K.D., Abrosimova T.N., Husnutdinova A.T., Shayahmetova L.N., Hajrullina A.R., *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*, 2024, No. 4 (12), pp. 43–51, DOI: 10.12737/2782-490X-2024-43-51. (In Russ.)
2. Galichenko A.P., Fokina E.M., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2022, No. 7(222), pp. 16–25, DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-16-25. (In Russ.)
3. Galichenko A.P., Fokina E.M., *Permskij agrarnyj vestnik*, 2023, No. 2 (42), pp. 12–19, DOI: 10.47737/2307-2873_2023_42_12. (In Russ.)
4. Zajcev N.I., Revenko V.Yu., Ustarhanova E.G., *Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. Byul. VNIIMK*, 2020, No. 2 (182), pp. 62–69, DOI: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-62-69. (In Russ.)

5. Butovets E.S., Lukyanchuk L.M., *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii*, 2024, T. 185, No. 4, pp. 47–58, DOI: 10.30901/2227-8834-2024-4-47-58. (In Russ.)
6. Fokina E., Belyaeva G., Features of the New Mid-season Soybean Variety Zolushka, *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East: Agricultural Innovation Systems*, 2022, No. 353, pp. 105–112, DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8_13.
7. Brazhnikov V.N., Brazhnikova O.F., Brazhnikov D.V., *Tavrisheskij vestnik agrarnoj nauki*, 2019, No. 4 (20), pp. 6–15, DOI: 10.33952/2545-0720-2019-4-20-6-15. (In Russ.)
8. Li M., Liu Y., Wang C. et al., Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes, *Frontiers in plant science*, 2020, No. 10, pp. 1642, DOI: 10.3389/fpls.2019.01642.
9. Klychova G.S., Cypin A.P., Valiev A.R., *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021, T. 16, No. 3 (63), pp. 128–134, DOI: 10.12737/2073-0462-2021-128-134. (In Russ.)
10. Krasovskaya A.V., Stepanov A.F., Veremej T.M., *Vestnik KrasGAU*, 2022, No. 8 (185), pp. 51–58, DOI: 10.36718/1819-4036-2022-8-51-58. (In Russ.)
11. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research data)), Moscow, 2012, 352 p.
12. Korsakov N.I., Myakushko YU.P. (eds), *Soybean: guidelines on breeding and seed production*. (Soybeans: guidelines for selection and seed production), Leningrad, 1975, 160 c.
13. Goncharenko A.A., *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk*, 2005, No. 6, pp. 49–53. (In Russ.)
14. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Vasyukevich V.S., Aniskov N.I., Safonova I.V., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2020, No. 2, pp. 84–96. (In Russ.)
15. Pakudin V.Z., *Genetic analysis of quantitative traits using mathematical and statistical methods*, Moscow, 1979, pp. 40–44. (In Russ.)
16. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekatueva L.I., *Selekcija i semenovodstvo*, 1994, No. 2, pp. 3–6. (In Russ.)
17. Korsakov N.I., Ovchinnikova A.M., Mizeva V.M. (Eds.), *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustoichivosti soi k gribnym bolezniam* (Methodology for studying soybean resistance to fungal disease), Leningrad, 1979, 46 p.

Информация об авторах:

Л.М. Лукьянчук, научный сотрудник

Е.С. Бутовец, кандидат сельскохозяйственных наук

Contribution of the authors:

L.M. Lukyanchuk, research fellow

E.S. Butovets, Candidate of Psychological Sciences

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.