

Е.С. БУТОВЕЦ, Л.М. ЛУКЪЯНЧУК, Е.А. ВАСИНА

Оценка потенциала урожайности и стрессоустойчивости сортов сои в условиях Приморского края

Представлены результаты оценки сортов сои различного происхождения, выделены перспективные образцы по урожайности и адаптивности к условиям Приморского края. Установлено, что для образования высоко-го процента белковости сои необходимы обильные осадки с краткосрочными периодами переувлажнения во второй половине августа и первой половине сентября. В результате иммунологической оценки выявлены сорта с высокой степенью устойчивости к церкоспорозу и пероноспорозу. Подтверждена устойчивость к стрессу у российских сортов сои дальневосточной селекции. Условия для реализации потенциала урожайности сортов сои были благоприятными в 2020 г., когда индекс условий среды составлял наибольшее положительное значение (6,8). Выделенные сорта сои по ряду признаков и параметров могут быть рекомендованы для возделывания и включения в селекционную программу.

Ключевые слова: Приморский край, соя, сорт, грибные болезни, урожайность, стрессоустойчивость, гибкость.

Assessment of the stress resistance and productivity potential of soybean varieties in the Primorsky Krai. E.S. BUTOVETS, L.M. LUKYANCHUK, E.A. VASINA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriysk, Timiryazevsky village).

The article presents the results of evaluating soybean varieties of various origins and identifying promising samples in terms of yield and adaptability to the conditions of Primorsky Krai. It was found that to form the high percentage of protein content in soybeans, abundant precipitation with short-term periods of waterlogging is required in the second half of August and the first half of September. As a result of the immunological assessment, varieties with a high degree of resistance to cercosporosis and downy mildew were identified. Resistance to stress in Russian varieties of the Far Eastern selection was confirmed. Favorable conditions for realizing the productivity potential of soybean varieties were in 2020, where the environment index was the highest positive value (6.8). The selected varieties of soybeans due to the number of traits and parameters can be recommended for cultivation and inclusion in the breeding program.

Key words: Primorsky Krai, soybeans, variety, fungus diseases, productivity, stress resistance, flexibility.

Введение

Успех выращивания высокоурожайной сои во многом зависит от ее сорта. Выбор подходящего сорта, адаптированного к конкретным условиям региона, – эффективный и малозатратный метод, который может обеспечить высокие и стабильные урожаи в зоне возделывания [19]. В то же время урожай – результат компромисса между продуктивностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, которые по своей природе относительно независимы и находятся под контролем разных генетических систем [4, 10]. Контроль потенциалов продуктивности и стрессоустойчивости сои

*БУТОВЕЦ Екатерина Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ЛУКЪЯНЧУК Людмила Михайловна – младший научный сотрудник, ВАСИНА Евгения Александровна – младший научный сотрудник (Федеральный научный центр агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск, пос. Тимирязевский). *E-mail: ottselsoy@mail.ru.

разными комплексами генов дает возможность сгенерировать эти свойства в одном сорте в процессе селекции, принимая во внимание, что урожайность в благоприятных условиях определяется генетическими системами потенциала продуктивности, а в неблагоприятных – комплексами генов устойчивости к стрессу [9, 18]. При этом селекция сортов с нужными свойствами осложняется существованием отрицательной генетической корреляции (в какой-то мере несовместимостью) между высокой продуктивностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям окружающей среды. Поэтому для создания и интродукции сортов, способных стабильно обеспечивать высокую урожайность в непредсказуемых природно-климатических условиях, необходимы объективные способы оценки сортов как по хозяйственно ценным показателям, так и по их устойчивости к различным факторам среды [2, 7].

Цель исследований – изучить и оценить биологический потенциал сортов сои разного генетического и географического происхождения, выявить образцы, стрессоустойчивые к условиям Приморского края.

Материал и методы

Изучение сортов сои проводилось в 2018–2020 гг. на полях лаборатории селекции сои ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», расположенных вблизи г. Уссурийск. Район характеризуется как наиболее теплый в крае, влажный, с суровой зимой. Сумма активных температур (выше 10 °С) колеблется в пределах 2400–2600 °С, гидротермический коэффициент (ГТК) – 1,6–2,0. В годы проведения опытов метеорологические условия были контрастными, но в основном они соответствовали биологическим потребностям сои, которые складываются при ГТК 1,3–2,0 [8, 20].

По данным агрометеостанции «Тимирязевский», в отдельные месяцы 2018 г. преобладали периоды избыточного увлажнения: сумма осадков в мае составила 110,9 мм (средне-многолетнее значение 51,0 мм), в июле – 138,8 мм (норма 90,0 мм), в августе – 347,7 мм (норма 134,0 мм). Из-за избыточного увлажнения в период цветения и налива бобов растения сои не смогли сформировать полноценные продуктивные завязи. Также наблюдались абортированность бобов и невыполненность семян в бобе. В мае 2019 г. сумма осадков составляла 77,0 мм, в августе – 226,5 мм. Из-за низкого температурного фона в июне и июле отмечалось медленное развитие сои, что привело к формированию низкорослых растений и невысокой продуктивности. Недостаток солнечной энергии, обусловленный преобладанием пасмурных дней, также отразился на урожайности. Погодные условия 2020 г. резко отличались от среднеевропейской нормы повышенным температурным режимом и периодами избыточного увлажнения. Сумма осадков в июне составила 193,5 мм (средне-многолетнее значение 81,0 мм), в третьей декаде августа – 75,6 мм (средне-многолетнее 45,0 мм), в сентябре – 129,2 мм (средне-многолетнее 104,0 мм). Благоприятное сочетание влаги и тепла способствовало активному росту и развитию сои. Растения смогли сформировать полноценные продуктивные завязи бобов, что позитивно отразилось на урожайности культуры.

Почва опытного участка – лугово-бурая отбеленная, с тяжелым механическим составом. В пахотном слое она характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН солевой вытяжки 6,1 (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность – 1,98 мг-экв./кг почвы, N_{л.г.} – 70,0 мг/кг почвы (ГОСТ Р 58596-2019), P₂O₅ и K₂O – соответственно 87,0 и 122,0 мг/кг почвы (ГОСТ Р 54650-2011), органическое вещество – 3,42 % (ГОСТ 2623-91). Мощность корнеобитаемого слоя 20–25 см, пахотный горизонт подстилается тяжелыми водонепроницаемыми суглинками [12].

Исследовались районированные и допущенные к использованию в дальневосточной зоне возделывания сорта сои российской, канадской, французской, австрийской, сербской селекций. В качестве стандарта был взят среднеспелый сорт Приморская 4.

Закладку опыта осуществляли согласно методике полевого опыта по Б.А. Доспехову [6]. Сою выращивали в соответствии с принятой для Приморского края агротехникой [1]. Норма высева семян – 500 тыс. шт./га. Площадь делянки 22,0 м², повторность – двукратная, посев и уборка – механизированные. Учет пораженности грибными болезнями проводили на основе методических указаний по изучению устойчивости сои к грибным болезням [14]. Продуктивность и основные хозяйственные ценные признаки оценивались согласно методическим указаниям по селекции и семеноводству сои [17]. Содержание белка и масла в семенах сои определяли на приборе Inframatic 9200 в лаборатории агрохимических анализов ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [6]. Оценка образцов по гибкости, компенсаторной способности и стрессоустойчивости сортов выполняли по методике В.А. Зыкина и В.В. Мешкова [11]. Индекс условий среды (I) оценивали по методу, предложенному S.A. Eberhart, W.A. Russell, в изложении В.З. Пакудина [15].

Результаты исследований

Анализ данных экологического испытания сои показывает варьирование величины урожайности в зависимости от условий среды и генетических особенностей образцов (табл. 1). Тестируемый набор представлен сортами сои трех групп спелости: средне-ранней – 3,8 %, средней – 80,8 %, среднепоздней – 15,4 %.

Максимальная урожайность установлена у сорта российской селекции Бриз (27,8 ц/га), минимальная – у канадской Нордика (16,8 ц/га), относящихся к средней группе спелости. Прибавка урожайности от 3,5 до 5,6 ц/га в сравнении со стандартом Приморская 4 отмечалась для канадских сортов сои Кофу, ОАК Мэддок, Киото и для российского сорта Сфера. Из представленного сортимента Бриз и Батя формировали семена наибольшего калибра, что подтверждается показателем «масса 1000 зерен». Высота созревших растений варьировала от 43,7 до 97,3 см. Высокороствость фиксировалась для сортов Приморская 13, Бриз, Иван Караманов, Кассиди и особенно для среднепозднеспелого сорта Муссон.

Средние показатели масличности и белковости семян в ходе биохимического исследования показали отсутствие какой-либо закономерности и зависимости накопления запасных питательных элементов от происхождения, поскольку в каждой из групп имеются сортообразцы сои как с низким, так и с высоким их процентным содержанием в сравнении со стандартом.

В условиях Приморского края наибольшее процентное содержание белка (более 39,0 %) в семенах сои отмечено у сортов Муссон, Бриз, Опус, Киото, Хана, Асука, масла (более 24,0 %) – у сортов Сфера, Кассиди, Тайфун. При невысоком содержании белка (36,6 %) сорт Сфера благодаря высокой урожайности имеет один из максимальных показателей в группе сортов российской селекции по массе белка с 1 га – 846,5 кг/га.

Накопление количества и качественный состав белка в семенах сои определяются не только генотипом, но и в большей степени влиянием погодно-климатических условий в период вегетации растений. Биохимический состав зерна сои зависит от взаимодействия целого ряда внешних факторов, прежде всего от гидротермических условий в период формирования семян в бобах [13, 16, 21].

Для оценки влияния климатического фактора на массовую долю белка в зерне использовали гидротермический коэффициент, характеризующий усредненное состояние термо-влажнообеспеченности территории в период формирования семени (II и III декады августа, I и II декады сентября). Выявлены образцы сои, превысившие наименьшую существенную разность по данному показателю, – Муссон, Бриз, Локус, Опус, Киото, Хана, Асука, ЕС Навигатор, Регина (см. рисунок).

Установлено, что в фазу формирования семян были периоды избыточного увлажнения (ГТК от 2,5 до 4,1), оказавшие различное влияние на биохимический состав сои разных

Характеристика сортов сои (средние показатели за 2018–2020 гг.)

Сорт	Урожайность, ц/га	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см	Период вегетации, дн	Содержание в семенах, %	
					масла	белка*
Приморская 4, стандарт	20,1	155	75,0	118	22,1	37,6 / 740,6
Россия						
Приморская 13	20,9	185	76,9	117	23,0	37,4 / 766,0
Приморская 81	20,9	185	64,6	123	23,1	37,6 / 770,0
Приморская 96	22,8	168	71,0	119	22,2	36,9 / 824,0
Приморская 86	22,2	185	69,6	123	22,0	37,3 / 811,5
Муссон	20,8	180	97,3	121	21,6	39,5 / 807,2
Сфера	23,6	178	73,5	118	24,3	36,6 / 846,5
Бриз	27,8	195	82,0	115	19,5	41,7 / 1136,1
Иван Караманов	18,8	178	75,5	114	23,5	38,1 / 702,0
Батя	19,4	190	60,7	115	23,7	37,5 / 713,0
Локус	19,9	138	71,6	112	21,9	38,8 / 756,7
Журавушка	20,5	183	61,4	110	23,5	38,3 / 769,4
Пепелина	19,3	179	60,8	115	23,2	37,8 / 715,0
ОАК Пруденс	20,1	181	66,4	112	22,9	38,0 / 748,5
Канада						
Опус	20,9	177	69,0	115	21,6	41,6 / 852,1
Киото	25,7	178	70,2	116	23,1	40,1 / 1010,0
Кофу	24,3	177	70,3	117	23,3	37,0 / 881,0
Хана	20,7	147	64,4	114	22,3	40,0 / 811,0
ОАК Мэдок	24,7	183	58,4	111	23,8	37,3 / 902,9
Асука	18,5	170	55,3	111	22,7	39,1 / 709,0
Панорама	20,6	185	53,2	111	23,6	38,5 / 779,3
Кассиди	20,6	170	76,9	121	24,0	36,1 / 728,8
Нордика	16,8	185	43,7	114	23,1	38,5 / 733,9
Франция						
ЕС Навигатор	19,0	169	53,7	107	23,7	38,6 / 718,7
Австрия						
Регина	18,5	162	44,9	113	22,5	38,8 / 703,4
Сербия						
Тайфун	20,8	130	53,5	114	24,8	34,4 / 701,2
НСР _{0,05}	2,8	30,0	19,6	5,6	1,5	1,0

* В знаменателе – масса белка с 1 га, кг.

сорта. Наибольший процент белка в семенах сои был накоплен в 2020 г. при ГТК 3,1; более низкий – в 2018 г. при ГТК 4,1 и самый низкий – в 2019 г. при ГТК 2,5. Можно предположить, что для образования высокого процента белковости сое необходимы обильные осадки с краткосрочными периодами переувлажнения во второй половине августа и первой половине сентября. Именно такие условия были в 2020 г. Наблюдается однозначная зависимость накопления белка в сортах сои среднеспелой группы от гидротермических условий. Среднепозднеспелому сорту Муссон свойственна стабильность содержания белка (38,9–39,9 %) по годам.

Муссонный климат Приморского края создает благоприятные условия (высокая температура, влажность воздуха и почвы) для развития патогенных грибов. Весомый вред оказывают листовые формы грибных болезней сои. Повреждая ассимиляционную поверхность растений, они снижают потенциал урожайности сои [5]. Поэтому поиск оптимальных

генотипов для конкретных условий возделывания и создание новых гибридных форм, совмещающих высокую продуктивность и устойчивость к грибным патогенам, – одно из важных направлений в растениеводстве и селекции [3].

Оценка устойчивости сортов сои к местным популяциям патогенов проводилась на фоне естественного развития заболеваний. Тестируемые сорта проявили среднюю степень устойчивости к самому вредоносному патогену сои в Приморском крае – *Septoria glycines* Nemmi: процент поражения растений варьировал от 30,0 до 48,2 (табл. 2). У 36,0 % образцов степень инфицирования септориозом была ниже, чем у стандарта Приморская 4. Сорта проявили высокую устойчивость к церкоспорозу: поражение не превышало 20,0 %. Устойчивость к патогену *Peronospora manshurica* продемонстрировали 68,0 % изученных образцов сои. Высокоустойчивым к данному заболеванию был один сорт – Бриз. По результатам иммунологической оценки выявлены сорта с высокой степенью устойчивости

Таблица 2

Иммунологическая устойчивость сортов сои различного происхождения к грибным болезням (средние показатели за 2018–2020 гг.)

Сорт	Септориоз (<i>Septoria glycines</i>)		Церкоспороз (<i>Cercospora sojina</i>)		Пероноспороз (<i>Peronospora manshurica</i>)	
	Степень поражения, %	Иммунологическая характеристика	Степень поражения, %	Иммунологическая характеристика	Степень поражения, %	Иммунологическая характеристика
Приморская 4, стандарт	36,7	С	12,0	УУ	15,0	У
Россия						
Приморская 13	36,7	С	15,0	У	32,3	С
Приморская 81	31,5	С	12,7	У	22,0	У
Приморская 96	36,0	С	15,0	У	17,7	У
Приморская 86	37,0	С	15,0	У	29,2	С
Муссон	35,5	С	12,0	У	28,8	С
Сфера	35,7	С	12,0	У	18,7	У
Бриз	30,0	С	12,5	У	9,0	УУ
Иван Караманов	42,5	С	13,3	У	33,7	С
Батя	40,7	С	15,0	У	26,3	С
Локус	48,2	С	14,0	У	13,3	У
Журавушка	38,7	С	13,3	У	16,7	У
Пепелина	47,8	С	15,0	У	13,3	У
ОАК Пруденс	40,0	С	20,0	У	16,0	У
Опус	46,7	С	17,0	У	26,0	С
Канада						
Киото	37,0	С	15,0	У	29,7	С
Кофу	38,2	С	17,0	У	16,7	У
Хана	36,3	С	17,0	У	14,2	У
ОАК Мэдок	47,0	С	16,0	У	18,5	У
Асука	36,0	С	12,6	У	19,8	У
Панорама	37,5	С	12,3	У	16,5	У
Кассиди	35,0	С	13,7	У	21,0	У
Нордика	44,8	С	13,3	У	20,5	У
Франция						
ЕС Навигатор	42,7	С	14,3	У	17,2	У
Австрия						
Регина	47,5	С	15,0	У	18,8	У
Сербия						
Тайфун	36,0	С	14,6	У	20,0	У

Примечание. Степень устойчивости сорта: УУ – высокоустойчивый, У – устойчивый, С – среднеустойчивый.

к церкоспорозу и пероноспорозу. Эти сорта можно рекомендовать для включения в селекционный процесс в качестве источников иммунитета к патогенам.

Производство высокоурожайных сортов сои без учета стабильности урожайности, особенно в регионах с резким проявлением неблагоприятного для растений климата, приводит к тому, что потенциал их продуктивности на практике реализуется не более чем на 10–30 % [9]. Поэтому для условий Приморского края важно выявить устойчивые к изменяющимся погодным условиям сорта сои и вычислить статистические параметры, характеризующие адаптивный потенциал по признаку урожайности (табл. 3).

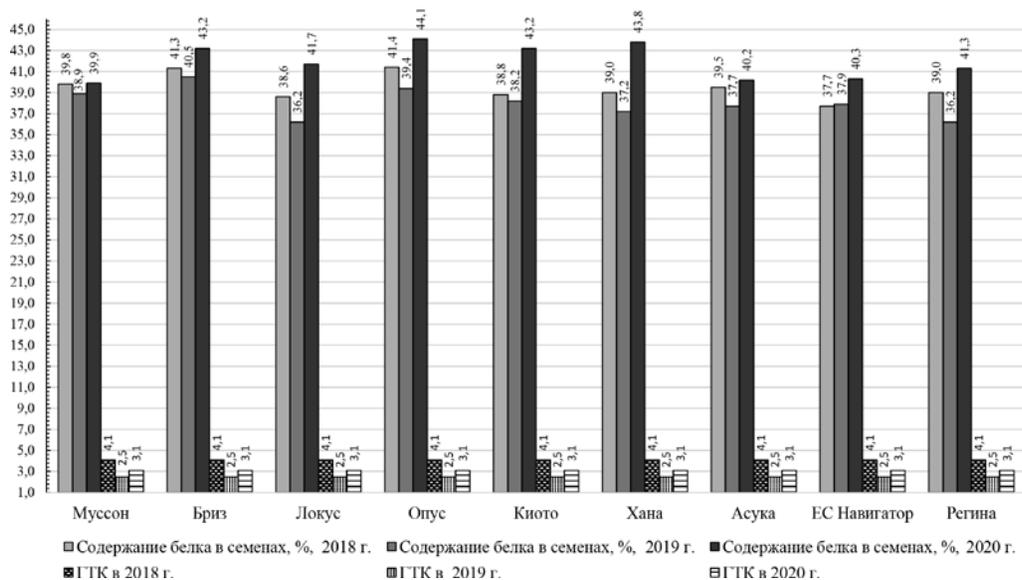
Важным показателем адаптивности сорта является устойчивость к стрессу, уровень которой определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью ($X_{\min} - X_{\max}$). Этот показатель имеет отрицательный знак и показывает степень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания. Чем меньше разрыв между

Таблица 3

**Оценка образцов сои по генотипической изменчивости, стрессоустойчивости и гибкости, ц/га
(средние показатели за 2018–2020 гг.)**

Сорт образец	Стрессоустойчивость ($X_{\min} - X_{\max}$)	Генетическая гибкость ($(X_{\min} + X_{\max})/2$)	Генотипическая изменчивость ($X_{\min} - X_{\max}$)
Приморская 4, стандарт	-12,1	19,9	13,9–26,0
Россия			
Приморская 13	-10,2	20,5	15,4–25,6
Приморская 81	-12,0	21,8	15,8–27,8
Приморская 96	-13,0	21,8	15,3–28,3
Приморская 86	-14,8	23,0	15,6–30,4
Муссон	-11,8	22,6	16,7–28,5
Сфера	-9,6	23,4	18,6–28,2
Бриз	-17,1	28,3	19,8–36,9
Иван Караманов	-20,7	16,7	6,4–27,1
Батя	-18,5	16,4	7,2–25,7
Локус	-10,2	19,7	14,6–24,8
Журавушка	-10,5	18,9	13,7–24,2
Пепелина	12,3	19,0	12,5–25,2
ОАК Пруденс	-13,5	18,1	11,4–24,9
Канада			
Опус	-19,0	18,9	9,3–28,5
Киото	-22,4	22,9	11,7–34,1
Кофу	-19,8	20,2	12,7–32,5
Хана	-19,0	18,1	8,6–27,6
ОАК Мэддок	-15,9	22,2	14,4–30,3
Асука	-18,7	18,4	9,1–27,8
Панорама	-12,5	20,5	14,3–26,8
Кассиди	-14,2	20,6	13,5–27,7
Нордика	-13,5	16,7	10,0–23,5
Франция			
ЕС Навигатор	-15,2	16,9	9,3–24,5
Австрия			
Регина	-16,3	18,4	10,3–26,6
Сербия			
Тайфун	-14,1	20,7	13,7–27,8

Примечание. X_{\min} – урожайность, сформировавшаяся в лимитированных условиях среды; X_{\max} – урожайность, сформировавшаяся в благоприятных условиях среды. Индекс условий среды (I): 2018 г. +1,8, 2019 г. –8,6, 2020 г. +6,8.



Влияние ГТК на формирование белка в семенах сортов сои, 2018–2020 гг.

максимальной и минимальной урожайностью, тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире диапазон его приспособительных возможностей.

На основании проведенных исследований установлено, что самую высокую устойчивость к стрессу и широкий диапазон использования имеют российские сорта сои дальневосточной селекции: Сфера (–9,6), Приморская 13 и Локус (–10,2), Журавушка (–10,5). Сорта Иван Караманов (–20,7) и Киото (–22,4) способны сформировать высокую урожайность семян в годы, наиболее благоприятные для роста и развития сои.

Характеристику по стрессоустойчивости дополняет величина $(X_{\min} + X_{\max})/2$, которая отражает генетическую гибкость сорта и его компенсаторную способность в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях. В изучаемой выборке сорта сои Приморская 86, Муссон, Сфера, Бриз, Киото, ОАК Мэдок имеют большую генотипическую гибкость (от 22,2 до 28,3 ед.), т.е. более высокую степень зависимости «генотип–среда». Наименьший показатель (от 16,4 до 16,9 ед.) был у образцов Батя, Иван Караманов, Нордика, ЕС Навигатор.

Индекс условий среды (I_s) определяет изменчивость условий возделывания и может принимать положительное или отрицательное значение. Лучшие условия для роста и развития растений складываются в годы с положительным, худшие – с отрицательным знаком индекса. В годы исследования метеорологические условия носили разнообразный характер, что дало возможность более объективно оценить тестируемые сорта, учитывая создавшиеся внешние условия среды. Индекс условий среды в период изучения был очень контрастным и изменялся от +6,8 до –8,6. Благоприятные условия для реализации потенциала урожайности сортов сои сложились в 2020 г., когда индекс условий среды составлял наибольшее положительное значение (6,8). В этот год получена самая высокая среднесортовая урожайность – 28,7 ц/га.

Выводы

По результатам трехлетних исследований проведена оценка сортов сои различного генетического и географического происхождения, выделены перспективные сорта по урожайности и адаптивности в условиях Приморского края. Максимальная

урожайность отмечена у сорта российской селекции Бриз (27,8 ц/га), минимальная – у канадского сорта Нордика (16,8 ц/га). Прибавку в урожайности от 3,5 до 5,6 ц/га в сравнении со стандартным сортом Приморская 4 дали канадские сорта сои Кофу, ОАК Мэдок, Киото и российский сорт Сфера. Наибольшее процентное содержание белка в семенах сои зафиксировано у сортов Муссон, Бриз, Опус, Киото, Хана, Асука, масла – у сортов Сфера, Кассиди, Тайфун. Для образования высокого процента белковости сое необходимы обильные осадки с краткосрочными периодами переувлажнения во второй половине августа и первой половине сентября. Для среднепозднеспелого сорта Муссон характерна стабильность показателя белка (38,9–39,9 %) по годам. По результатам иммунологической оценки выявлены сорта с высокой степенью устойчивости к заболеваниям – церкоспорозу и пероноспорозу. Высокую устойчивость к стрессу и широкий диапазон использования имеют российские сорта сои дальневосточной селекции: Сфера (–9,6), Приморская 13 и Локус (–10,2), Журавушка (–10,5). Образцы Иван Караманов (–20,7) и Киото (–22,4) способны сформировать высокую урожайность семян в годы наиболее благоприятные для роста и развития сои. Сорта Приморская 86, Муссон, Сфера, Бриз, Киото, ОАК Мэдок характеризовались наибольшей генотипической гибкостью (от 22,2 до 28,3 ед.). Благоприятные условия для реализации потенциала урожайности сортов сои были в 2020 г., когда индекс условий среды составлял максимальное положительное значение (6,8): среднесортная урожайность в этот год была самой высокой – 28,7 ц/га. Выделенные сорта сои по ряду признаков и параметров могут быть рекомендованы для возделывания и включения в селекционную программу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптивные и прогрессивные технологии возделывания сои и кукурузы на Дальнем Востоке: метод. рекомендации / сост. А.К. Чайка, В.А. Тильба, А.А. Моисеенко и др. Владивосток: Дальнаука, 2009. 139 с.
2. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. М.: ИЛ, 1959. 479 с.
3. Бутовец Е.С., Васина Е.А., Лукьянчук Л.М. Скрининг гермоплазмы сои в условиях Приморского края // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 8. С. 23–27. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10803.
4. Давлетов Ф.А., Дмитриев А.М., Гайнуллина К.П., Ахмадуллина И.И. Результаты изучения коллекции сои для селекционных целей // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. 2020. № 1. С. 49–53.
5. Дега Л.А. Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке / науч. ред. А.П. Ващенко; Россельхозакадемия. Дальневост. региональный научный центр; Приморский НИИ сельского хозяйства. Владивосток: Дальнаука, 2012. 97 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
7. Дьяков А.Б., Трунова М.В., Васильева Т.А. Оценка потенциалов урожайности и засухоустойчивости сортов сои // Масличные культуры. 2009. Вып. 2 (141). С. 78–86.
8. Енкен В.Б. Соя. М.: Сельхозгиз, 1959. 622 с.
9. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений: теория и практика // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений. 1995. № 3. С. 4–31.
10. Зайцев Н.И., Ревенко В.Ю., Устарханова Э.Г. Влияние погодных факторов на продуктивность перспективных линий сои в зоне неустойчивого увлажнения // Масличные культуры. 2020. Вып. 2 (182). С. 62–69.
11. Зыкин В.А., Мешков В.В. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений: метод. рекомендации. Новосибирск, 1984. 24 с.
12. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
13. Кравченко Н.С., Игнатьева Н.Г., Ионова Е.В. Влияние гидротермических условий на качество зерна озимой мягкой пшеницы // Таврический вестн. аграр. науки. 2016. № 3 (7). С. 71–79.
14. Методические указания по изучению устойчивости сои к грибным болезням / сост. Н.И. Корсаков, А.М. Овчинникова, В.М. Мизева; ВАСХНИЛ. ВИР. Л., 1979. 46 с.
15. Пакудин В.З. Оценка экологической пластичности сортов // Генетический анализ количественных признаков с помощью математико-статистических методов. М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. С. 40–44.
16. Петибская В.С. Соя: химический состав и использование / под ред. В.М. Лукомца. Майкоп: Полиграф-Юг, 2012. 432 с.
17. Соя: методические указания по селекции и семеноводству / сост. Н.И. Корсаков, Ю.П. Мякушко. Л.: ВИР, 1975. 159 с.

18. Степанов А.С., Асеева Т.А., Дубровин К.Н. Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края) // Аграр. вестн. Урала. 2020. № 1. С. 10–19.
19. Федотов В.А., Гончаров С.В., Савенков В.П. Рапс России. М.: Агролига России, 2008. 336 с.
20. Чирков Ю.И. Агрометеорология. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 296 с.
21. Шепель О.Л., Асеева Т.А., Зволимбовская М.П. Зависимость хозяйственно-биологических признаков сои от гидротермических условий Среднего Приамурья // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 8. С. 16–22. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10802.