

Научная статья/Research Article

УДК 633.853.52: 551.5(571.63)

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-88-97

Екатерина Сергеевна Бутовец<sup>1✉</sup>, Людмила Михайловна Лукьянчук<sup>2</sup>,  
Евгения Александровна Васина<sup>3</sup>, Татьяна Николаевна Страшненко<sup>4</sup>,  
Галина Олеговна Кукуруза<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, п. Тимирязевский, г. Уссурийск, Приморский край, Россия

<sup>1,2,3,4,5</sup>otdelsoy@mail.ru

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ БЕЛКА И МАСЛА В СЕМЕНАХ СОИ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ<sup>11</sup>

*Изучение образцов сои проходило в 2019–2021 гг. в ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» с целью определения влияния климатических факторов на накопление белка и масла в семенах сои и выявления их адаптационных показателей в условиях Приморского края. Объектом исследования были 213 коллекционных образцов сои, стандарт – сорт Приморская 4. За период испытания были выделены перспективные генотипы сои по ряду хозяйственно ценных признаков для использования в селекционных программах. Относительно высокие значения по содержанию белка в семенах (более 40,0 %) имели 14 образцов коллекции сои, превышение над сортом Приморская 4 составило от 1,8 до 4,2 %. Максимальные значения отмечены у сортов НС Катя и ДШ 401. По масличности семян выделились образцы НС Атлас (Сербия), Местная (Россия), PSB 33 (Китай). Отобранный материал привлекает внимание как источник для селекции сортов сои с повышенным качеством семян. Сорта Приморская 1395, Приморская 1629, Бриз и НС Атлас отличаются высокой урожайностью, превышение над стандартом на 29,1–52,5 %. Выявлено повышение урожайности сортов сои при увеличении продолжительности периода вегетации и высоты растений. Белковые образцы (Бриз, Дивная, ОАК Пруденс, Рі 180 529, Альбушь, ДШ 863, Панорама) и масличные (Приморская 4, Приморская 1395, Приморская 1629, Китросса, PSB 33, Лиссабон, Smbura1, Vagera, НС Атлас) демонстрируют хорошие результаты накопления питательных веществ при неблагоприятных условиях возделывания культуры. Для образования более высокого процента белковости сое необходимы краткосрочные осадки в сочетании с повышенным температурным фоном окружающей среды. Высокий процент накопления масла в семенах сои наблюдали в года с контрастными условиями – избыточное переувлажнение с относительно невысокой температурой воздуха и недостаток влаги с повышенным температурным фоном.*

**Ключевые слова:** коллекция, сорт, соя, Приморский край, продуктивность, белок, масло, стрессоустойчивость

**Для цитирования:** Влияние погодно-климатических условий на формирование белка и масла в семенах сои в Приморском крае / Е.С. Бутовец [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 88–97. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-88-97.

Ekaterina Sergeevna Butovets<sup>1✉</sup>, Ludmila Mikhailovna Lukyanchuk<sup>2</sup>,  
Evgenia Alexandrovna Vasina<sup>3</sup>, Tatyana Nikolaevna Strashnenko<sup>4</sup>, Galina Olegovna Kukuruza<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Far East named after A.K. Chaika, Timiryazevsky village, Ussuriysk, Primorsky Region, Russia

<sup>1,2,3,4,5</sup>otdelsoy@mail.ru

**WEATHER AND CLIMATIC CONDITIONS IMPACT ON PROTEIN AND OIL SYNTHESIS  
IN SOYBEAN SEEDS IN THE PRIMORSKY REGION**

The study of soybean samples took place in 2019–2021 in the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika” in order to determine the influence of climatic factors on the accumulation of protein and oil in soybean seeds, and to identify their adaptive indicators in the conditions of the Primorsky Region. The object of the study were 213 collection samples of soybeans, the standard variety Primorskaya 4. During the testing period, promising soybean genotypes were identified for a number of economically valuable traits for use in breeding programs. Relatively high values for the protein content in seeds (more than 40.0 %) were 14 accessions of the soybean collection, the excess over the Primorskaya 4 variety was from 1.8 to 4.2 %. The maximum values were noted in varieties NS Katya and DSh 401. The samples NS Atlas (Serbia), Mestnaya (Russia), PSB 33 (China) were distinguished by the oil content of seeds. The selected material attracts attention as a source for breeding soybean varieties with improved seed quality. Varieties Primorskaya 1395, Primorskaya 1629, Breeze and NS Atlas are characterized by high yield, exceeding the standard by 29.1–52.5 %. An increase in the yield of soybean varieties with an increase in the duration of the growing season and plant height was revealed. Protein samples (Breeze, Divnaya, OAK Prudence, Pi 180 529, Albut, DSh 863, Panorama) and oilseeds (Primorskaya 4, Primorskaya 1395, Primorskaya 1629, Kitrossa, PSB 33, Lissabon, Cmbura1, Bagera, HC Atlas) show good results in nutrient accumulation under adverse crop conditions. For the formation of a higher percentage of protein in soybeans, short-term precipitation is required in combination with an increased ambient temperature background. A high percentage of oil accumulation in soybean seeds was observed in years with contrasting conditions – excessive waterlogging with a relatively low air temperature and a lack of moisture with an elevated temperature background.

**Keywords:** collection, variety, soybean, Primorsky Region, productivity, protein, oil, stress resistance

**For citation:** Weather and climatic conditions impact on protein and oil synthesis in soybean seeds in the Primorsky Region / E.S. Butovets [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(2): 88–97. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-88-97.

**Введение.** Соя (*Glycine max* Merr.) является распространенной белково-масличной культурой, которая активно применяется в пищевой, технической промышленности и кормопроизводстве. В семенах сои содержание белка достигает до 46 %, масла до 26 %. Белок отличается высокой физиологической полезностью, высоким содержанием незаменимых аминокислот – лизина, метионина, триптофана, которых в одной кормовой единице сои на 42 % больше, чем у гороха, в три раза больше, чем в овсе, и в девять раз больше, чем в кукурузе [1].

Культуру выращивают на разных континентах, в различных природно-климатических зонах, часто характеризующихся неустойчивым климатом, суровыми условиями в период вегетации. Основные посевы сои в России традиционно сосредоточены на Дальнем Востоке, территория которого чрезвычайно разнообразна по многим экологическим факторам: почвенному покрову, температурному режиму, влагообеспеченности, длине дня, солнечной инсоляции [2, 3]. Поэтому для успешного возделывания сои необходимо

знать особенности формирования урожайности, качества семян в зависимости от климатических условий района возделывания [4, 5]. Качественный состав семян, кроме условий выращивания, зависит от целого ряда антропогенных факторов, одним из которых является селекционное улучшение культуры [6].

Селекционная деятельность научных учреждений мира изначально была направлена на повышение содержания масла в семенах сои, но последние десятилетия ориентир был переключен на повышение белка [7, 8]. Селекционный процесс, как правило, направленный на увеличение показателей питательных элементов зерна сои (белка и масла), происходит посредством привлечения в гибридизацию источников данных признаков (родительские формы). Для выполнения поставленных задач в лаборатории селекции сои ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки была сформирована коллекция сои, ежегодно пополняемая новыми генотипами различного происхождения с высокими значениями хозяйственно

ценных признаков (продуктивность, содержание белка и масла в семенах, устойчивость к болезням и стрессовым факторам региона), которые подвергаются всесторонней оценке.

**Цель исследований** – изучить влияние климатических факторов на формирование белка и масла в семенах коллекционных образцов сои и их адаптационные показатели в условиях Приморского края.

**Материалы и методы.** Тестирование коллекционных образцов сои проходило в 2019–2021 гг. на полях лаборатории селекции сои ФГБНУ «ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», расположенных вблизи г. Уссурийска. Сумма активных температур (выше 10 °С) в Приморском крае колеблется в пределах 2400–2600 °С, гидротермический коэффициент (ГТК) – 1,6–2,0.

По данным агрометеорологической станции «Тимирязевский» (ФГБУ «Приморское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»), сумма осадков в мае 2019 г. составила 77,0 мм, августе – 226,5 мм. Низкий температурный фон в начальные периоды онтогенеза сои не способствовал активному развитию, что вызвало формирование невысокой продуктивности. Погодные условия 2020 г. характеризовались периодами избыточного увлажнения и повышенным температурным режимом в сравнении со среднемноголетней нормой. В июне сумма осадков составила 193,5 мм (среднемноголетнее 81,0), в третьей декаде августа – 75,6 мм (среднемноголетняя норма – 45,0), в сентябре – 129,2 мм (среднемноголетняя норма – 104,0). Благоприятное сочетание влаги и тепла способствовало активному росту и развитию сои. Погодные условия 2021 г. резко отличались от среднемноголетней нормы относительно повышенным температурным режимом и продолжительными периодами без осадков. Сочетание повышенной температуры воздуха и отсутствия осадков с третьей декады июня по вторую декаду августа негативно отразилось на процессе развития сои (формирование низкорослых растений, низкий процент завязываемости бобов). В годы проведения опытов метеорологические условия были контрастными, но в основном они соответствовали биологическим потребностям сои, которые складываются при ГТК 1,3–2,0

Почва экспериментального участка – лугово-бурая отбеленная с тяжелым механическим составом [9].

Материалом исследования послужили 213 коллекционных образцов сои ФГБНУ «ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», из них 35,6 % представлено российскими сортами, 81,4 % – дальневосточной селекции. В качестве стандарта использовали среднеспелый сорт Приморская 4, допущенный к возделыванию в Дальневосточном регионе. Опыт организован согласно методике полевого опыта [10]. Выращивание сои производилось в соответствии с агротехникой, принятой для Приморского края [11]. Норма высева семян – 500 тыс. шт/га. Площадь одной делянки – 1,8 м<sup>2</sup>. Посев и уборку осуществляли вручную.

Оценку образцов по хозяйственно ценным признакам осуществляли согласно методическим указаниям по селекции и семеноводству сои [12]. Статистическую обработку данных проводили методом парного корреляционного анализа [10]. Анализ образцов по компенсаторной способности, стрессоустойчивости и гибкости по биохимическим параметрам выполняли по методике А.А. Rossielle, J. Hemblin в изложении А.А. Гончаренко [13, 14]. Оценку экологической пластичности и стабильности по содержанию белка и масла в семенах проводили по методу S.A. Eberhart и W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина [15].

**Результаты и их обсуждение.** За трехлетний период испытания были выделены перспективные генотипы сои по ряду ценных хозяйственных признаков для использования в селекционных программах, но, учитывая цель выборки, предпочтение при анализе отдавали образцам с повышенным содержанием в семенах белка и масла (табл. 1). Большая часть выделенных сортов (19 образцов, или 67,8 %) относится к среднеранней группе спелости (период вегетации от 105 до 110 дней).

В нашем опыте 14 образцов сои по содержанию белка в семенах имели относительно высокие значения (более 40,0 %), превышение над стандартным сортом Приморская 4 составило от 1,8 до 4,2 %. Максимальным значением признака характеризовались сорта сербской селекции – НС Катя и канадской – ДШ 401. По масличности семян 50,0 % сортов превысили стандарт на 0,5–3,1 %. Выделились по этому признаку образцы НС Атлас (Сербия), Местная (Россия), PSB 33 (Китай). Отобранный материал привлекает внимание как источник для селекции сортов сои с повышенным качеством семян.

Характеристика перспективных образцов сои (среднее за 2019–2021 гг.)

Образец	Урожайность, г/м <sup>2</sup>	Масса 1000 семян, г	Высота растений, см	Период вегетации, дней	Содержание в семенах, %	
					масла	белка
Приморская 4, ст.	252,4	160	68	114	22,9	38,2
Россия						
Приморская 1395	326,0	135	79	115	24,7	36,4
Приморская 1629	371,0	190	81	113	24,3	36,3
Бриз	385,0	190	96	113	21,6	41,1
Местная	289,0	205	45	111	25,9	33,7
Ария	205,0	118	53	105	23,8	37,4
Лебедушка	197,0	138	51	107	24,3	36,4
Китросса	201,5	145	59	106	23,9	37,4
Дивная	215,3	110	44	103	21,6	40,0
ОАК Пруденс	171,0	186	56	105	21,3	40,3
Китай						
Дун-пун 47-1В	273,5	107	64	110	24,5	36,5
PSB 33	209,7	107	51	109	25,7	37,2
Франция						
Лиссабон	215,9	140	57	105	23,9	35,8
Румыния						
Pi 180 529	180,6	134	43	102	21,9	40,2
Беларусь						
Альбуць	202,7	161	49	104	22,4	40,2
Стбура 1	214,4	134	53	107	23,4	36,8
Украина						
Шарм	199,0	138	63	107	24,7	37,2
Сузирья	187,6	175	49	104	21,8	41,4
Скеля	267,6	155	78	107	24,6	36,3
Швейцария						
Vaгera	184,8	85	49	106	24,2	36,7
Сербия						
НС Атлас	347,4	210	45	112	26,0	34,0
НС Катя	242,7	116	53	107	21,0	42,1
Канада						
Киото	222,4	124	46	106	22,4	40,0
Хана	239,2	125	48	105	21,9	41,3
6	194,3	131	45	107	21,4	41,8
ДШ 401	191,0	152	43	105	20,4	42,4
ДШ 863	198,4	119	44	105	20,1	41,5
Панорама	212,6	160	42	107	21,0	40,1
Амадеус	179,0	90	46	106	21,6	40,0

Урожайность сои зависит от целого ряда факторов и показателей, один из них – «сохранность растений к моменту уборки», который характеризует способность культуры адаптироваться в конкретных условиях выращивания. Для ряда

изучаемых образцов сои погодно-климатические условия Приморского края были не совсем благоприятными, о чем свидетельствует низкая сохранность растений на делянке, которая в среднем за период испытаний не превысила 70,0 %.

Сорта Приморская 1395, Приморская 1629, Бриз и НС Атлас отличаются высокой продуктивностью и наибольшей сохранностью растений сои к моменту уборки, превысившие стандарт по урожайности на 29,1–52,5 %.

Для ведения селекции сои на крупносемянность в качестве источников признака представляют ценность три сорта российской селекции (Приморская 1629, Бриз и Местная), один сербской (НС Атлас), которые обладали высоким показателем «масса 1000 зерен» (более 190 г) (табл. 1).

Все сорта сои характеризовались средней высотой растений.

По результатам корреляционного анализа между средними значениями признаков за три года отмечено, что урожайность сортов сои повышается при увеличении продолжительности периода вегетации и высоты растений, значение прямой сильной связи составило 0,82 и 0,68

соответственно. Обратную существенную связь наблюдали между содержанием белка в семенах с урожайностью ( $r = -0,38$ ) и периодом вегетации ( $r = -0,47$ ).

Для выявления адаптационных показателей качественного состава образцов сои к специфическим погодным условиям Приморского края, выборку условно разделили на группы – белковые и масличные (табл. 2). При вычислении статистических параметров, характеризующих устойчивость генотипов к абиотическим и биотическим факторам, отмечена наибольшая устойчивость показателя «содержание белка в семенах» к стрессовым условиям произрастания у образцов: Дивная (-1,4), Рі 180 529 (-1,9), Альбусть (-1,2), ДШ 863 (-0,9), Панорама (-1,6); по содержанию масла в семена – Приморская 4 (-0,6), Приморская 1629 (-0,9), Китросса (-0,7), Smbura1 (-0,4), НС Атлас (-0,3).

Таблица 2

#### Параметры адаптивных свойств качественного состава коллекционных образцов сои

Образец	Стрессоустойчивость, $(X_{\min} - X_{\max})^*$	Генетическая гибкость, $(X_{\min} + X_{\max})/2$	Генотипическая изменчивость, $\lim$	Коэффициент регрессии $b_1$	Стабильность ( $S^2d$ )
1	2	3	4	5	6
<b>Белковые</b>					
Приморская 4, ст.	-3,2	38,0	36,4–39,6	1,11	0,7
Бриз	-3,0	41,4	39,9–42,9	0,12	4,68
Дивная	-1,4	40,1	39,4–40,8	0,17	0,93
ОАК Пруденс	-3,6	40,7	38,9–42,5	0,80	4,83
Рі 180 529	-1,9	40,1	39,1–41,0	0,68	0,09
Альбусть	-1,2	40,1	39,5–40,7	-0,31	0,39
Сузирья	-4,7	41,7	39,3–44,0	1,42	3,54
НС Катя	-4,6	41,4	39,1–43,7	1,86	0,22
Киото	-3,8	40,1	38,2–42,0	1,21	1,64
Хана	-4,2	40,8	38,7–42,9	1,62	0,05
6	-5,7	41,5	38,6–44,3	2,05	0,84
ДШ 401	-4,1	42,1	40,0–44,1	1,53	0,20
ДШ 863	-0,9	41,6	41,1–42,0	0,67	0,27
Панорама	-1,6	40,1	39,3–40,9	-0,05	1,27
Амадеус	-4,9	40,6	38,1–43,0	2,03	0,13
<b>Масличные</b>					
Приморская 4, ст.	-0,6	23,0	22,7–23,3	0,02	0,21
Приморская 1395	-1,0	24,4	23,9–24,9	-0,80	0,27
Приморская 1629	-0,9	24,4	23,9–24,8	0,10	0,44
Местная	-2,3	24,8	23,6–25,9	1,96	1,27
Ария	-1,7	23,7	22,8–24,5	1,86	0,26
Лебедушка	-3,1	24,2	22,6–25,7	3,47	0,31
Китросса	-0,7	24,0	23,6–24,3	0,82	0,00

1	2	3	4	5	6
Дун-пун 47-1В	-1,4	24,4	23,7–25,1	1,53	0,20
PSB 33	-1,0	25,6	25,1–26,1	0,48	0,44
Лиссабон	-1,4	23,9	23,2–24,6	0,86	0,70
Smbura1	-0,4	23,4	23,2–23,6	0,47	0,00
Шарм	-1,8	24,6	23,7–25,5	1,98	0,23
Скеля	-1,2	24,6	24,0–25,2	1,35	0,03
Vagera	-1,8	24,0	23,1–24,9	0,72	1,59
НС Атлас	-0,3	26,0	25,8–26,1	0,19	0,03

\* $X_{\min}$  – значение признака, сформировавшегося в лимитированных условиях среды;  $X_{\max}$  – значение признака, сформировавшегося в благоприятных условиях среды.

Максимальной генотипической изменчивостью и наименьшей стрессоустойчивостью по двум признакам (от -3,1 до -5,7) обладали образцы – 6, Амадеус, Лебедушка. В более благоприятные годы они способны формировать более высокие качественные показатели семян сои. Компенсаторная способность сорта в контрастных условиях выращивания выражается генетической гибкостью, высокими значениями которой в исследованиях обладали белковые сорта – Бриз, Сузирья, НС Катя, ДШ 401, ДШ 863; масличные – Местная, PSB 33, НС Атлас.

Об адаптивности сортов к условиям среды также судят по пластичности и стабильности показателя. В процессе оценки сортов сои по реакции на изменение условий испытания нами выделены белковые образцы (Бриз, Дивная, ОАК Пруденс, Рі 180 529, Альбушь, ДШ 863, Панорама) и масличные (Приморская 4, Приморская 1395, Приморская 1629, Китросса, PSB 33, Лиссабон, Smbura1, Vagera, НС Атлас) с низкой экологической пластичностью ( $b_i < 1$ ), показавшие хорошие результаты при неблагоприятных условиях возделывания, но только три генотипа имели стабильный характер ( $S^2d_i$  близкое к нулю). Остальная часть тестируемых сортов продемонстрировали себя как пластичные ( $b_i > 1$ ), восемь образцов с высокой стабильностью ( $S^2d_i$  близкое к нулю), т. е. они обладают высоким потенциалом при улучшении условий выращивания; и пять – с нестабильным поведением ( $S^2d_i$  выше 0,31), которые зависят от условий года, и сложно предсказать их поведение.

Накопление качественного и количественного состава питательных веществ в семенах сои определяется не только генотипом, но и в большей степени влиянием погодно-климатических условий в период вегетации растений. Как правило, биохимический состав зерна сои зависит от це-

лого ряда внешних факторов, основным из которых являются гидротермические условия (ГТК) в период формирования семени в бобе [16].

Для оценки влияния климатического фактора на массовую долю белка и масла в зерне использовали гидротермический коэффициент, характеризующий усредненное состояние термовлагообеспеченности территории в период формирования семени (II и III декада августа, I и II сентября) (рис. 1, 2).

В фазу формирования семени сои присутствовали периоды избыточного и недостаточного увлажнения (ГТК от 0,4 до 3,1), оказавшие различное влияние на биохимический состав сортов. Накопление наибольшего процента белка в семенах сои было в 2021 г. при ГТК 0,4; более низкий в 2020 г. – ГТК 1,1; самый низкий в 2019 г. – ГТК 3,1 (рис. 1). Можно сделать предположение, что для формирования более высокого процента белковости сое необходимы краткосрочные осадки в сочетании с повышенным температурным фоном окружающей среды во второй половине августа и первой сентября, к каковому относится 2021 г.

Аналогичные исследования были проведены нами в более ранних публикациях, с другим набором сортов сои и погодно-климатическими условиями, где наблюдалась несколько иная картина влияния ГТК на формирование повышенного белка в семенах – необходимы были обильные осадки с краткосрочными периодами переувлажнения [17].

Более высокий процент накопления масла в семенах данной группы сортов сои наблюдали в года с контрастными условиями – избыточное переувлажнение с относительно невысокой температурой воздуха (2019 г.) и недостаток влаги с повышенным температурным фоном (2021 г.) (рис. 2).

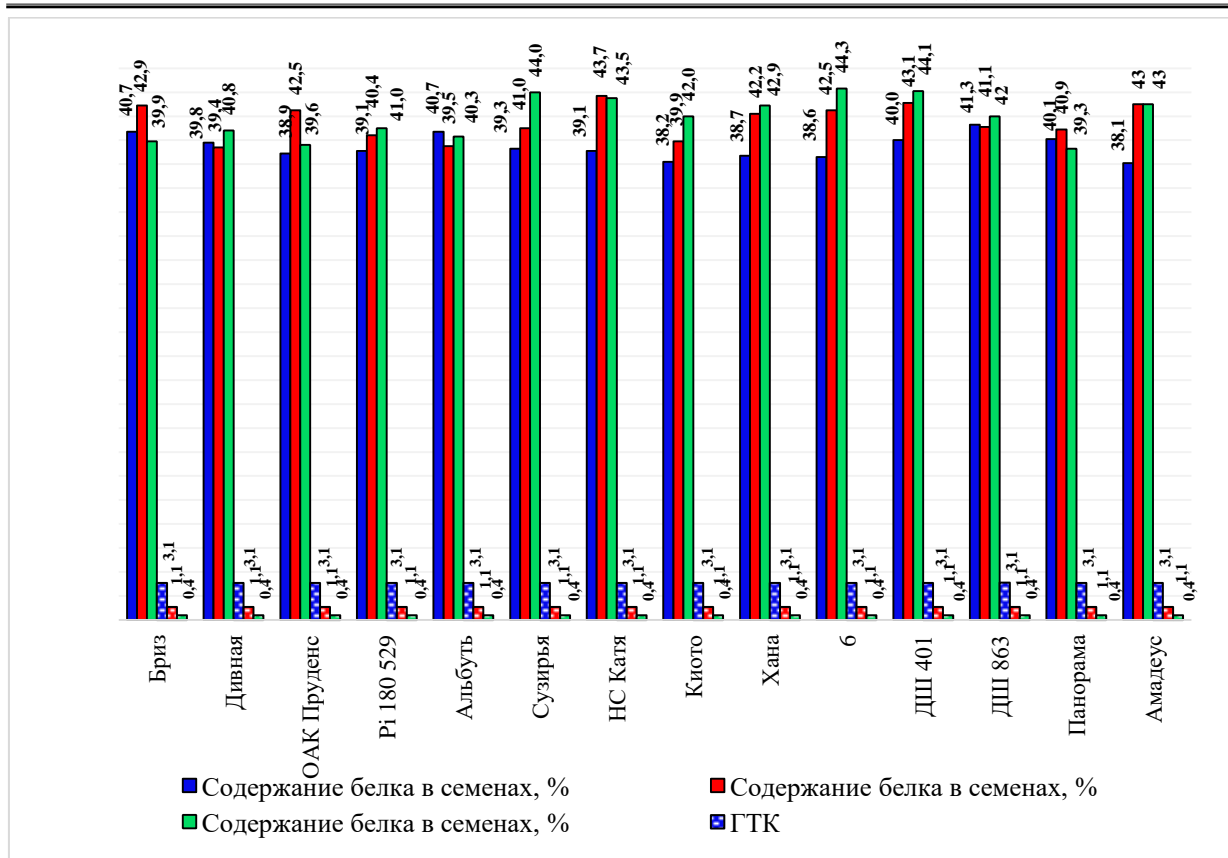


Рис. 1. Влияние ГТК на формирование белка в семенах сортов сои

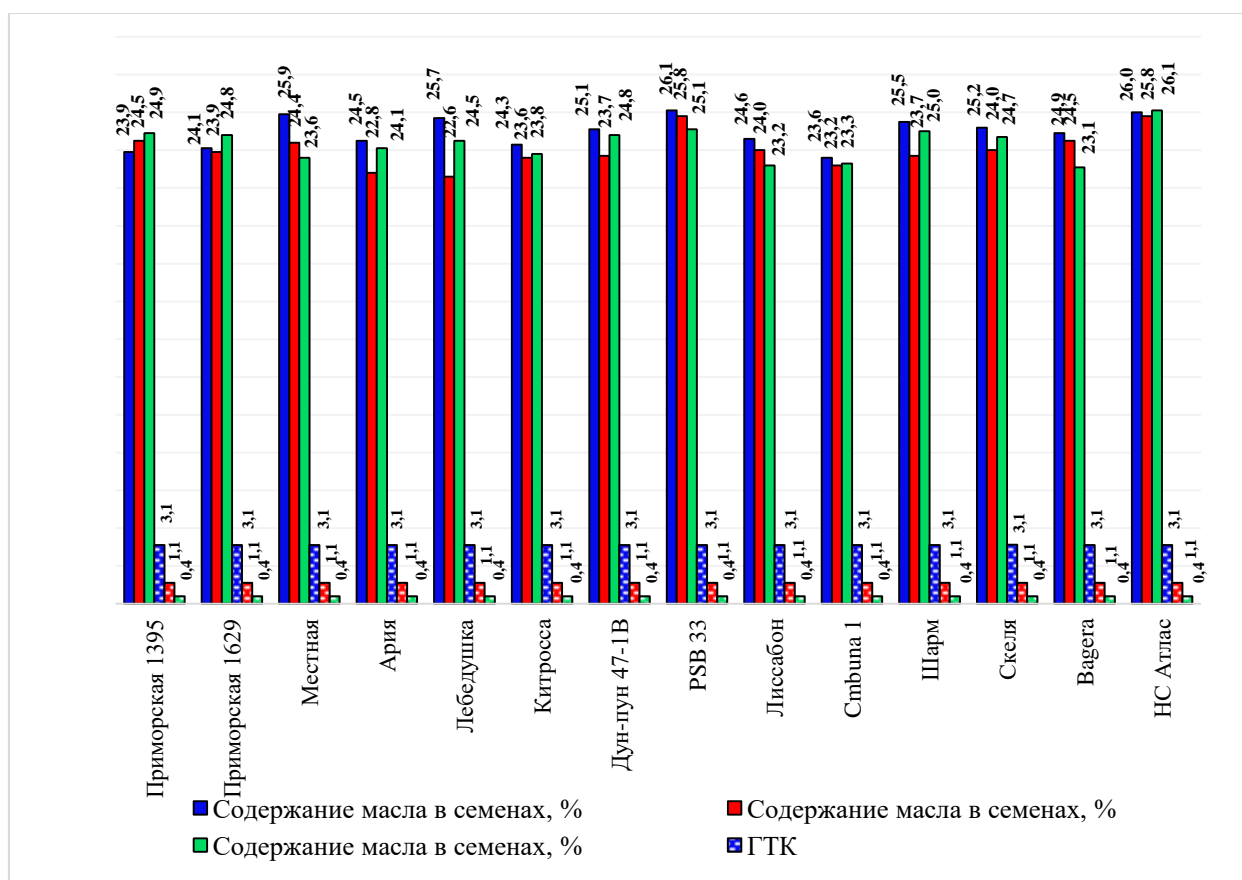


Рис. 2. Влияние ГТК на формирование масла в семенах сортов сои

Генотипы Местная, PSB 33, Лиссабон, Вагега проявляли прямую зависимость образования масла в семенах от значения ГТК. Отмечено, что с уменьшением осадков в период изучения снижался уровень масличности данных образцов. Обратная ситуация наблюдалась с сортом Приморская 1395 – в относительно засушливый период формируется более высокое значение масла. НС Атлас и Сmbuga1 обладают генетической способностью накапливать повышенное содержание масла в семенах сои, не реагируя изменениями при различных ГТК.

**Заключение.** По итогам испытания коллекции сои для использования в селекционной программе были выбраны перспективные по ряду хозяйственно ценных признаков генотипы, изучено влияние климатических факторов на формирование в семенах белка и масла в условиях Приморского края, определены их адаптационные показатели. Высокие значения содержания белка в семенах (более 40,0 %) имели 14 образцов сои, превышение над стандартом Приморская 4 составило от 1,8 до 4,2 %. Максимальное значение признака отмечено у сортов НС Катя (Сербия) и ДШ 401 (Канада). По масличности семян выделились образцы НС Атлас (Сербия), Местная (Россия), PSB 33 (Китай). Отобранный материал привлекает внимание как источник для селекции сортов сои с повышенным качеством семян. Сорты Приморская 1395, Приморская 1629, Бриз и НС Атлас превышали стандарт по урожайности на 29,1–52,5 %. Наибольшая устойчивость показателя «содержание белка в семенах» к стрессовым условиям произрастания у образцов: Дивная, Рі 180 529, Альбушь, ДШ 863, Панорама; по содержанию масла в семенах – Приморская 4, Приморская 1629, Китросса, Сmbuga1, НС Атлас. Белковые образцы (Бриз, Дивная, ОАК Пруденс, Рі 180 529, Альбушь, ДШ 863, Панорама) и масличные (Приморская 4, Приморская 1395, Приморская 1629, Китросса, PSB 33, Лиссабон, Сmbuga1, Вагега, НС Атлас) демонстрируют хорошие результаты накопления питательных веществ при неблагоприятных условиях возделывания. Наибольший процент белка в семенах сои сформировался в 2021 г. при ГТК 0,4; самый низкий в 2019 г. – ГТК 3,1. Для образования более высокого процента белковости сое необходимы краткосрочные осадки в сочетании с повышенным температурным фоном окружающей среды. Высокий процент накопления масла в семенах сои

наблюдали в годы с контрастными условиями – избыточное переувлажнение с относительно невысокой температурой воздуха и недостаток влаги с повышенным температурным фоном.

#### Список источников

1. Некрасов А.Ю. Исходный материал для создания скороспелых сортов сои // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 3 (27). С. 52–57.
2. Мамонова А.Г., Семенова Е.А., Камолых В.О. Изменение биохимического состава семян сои при выращивании в разных экологических условиях Дальневосточного региона // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2015. № 1 (33). С. 34–39.
3. 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. Вып. 2 (182). С. 62–69. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-62-69.
4. Гаврилин Д.С., Полевщиков С.И. Сравнительная оценка сбора белка и масла у сортов сои отечественной селекции при разных сроках посева в условиях Тамбовской области // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 1 (9). С. 30–36.
5. 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.
6. Влияние погодно-климатических условий на содержание белка и масла в семенах сои на Северном Кавказе / Л.Ю. Новикова [и др.] // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. № 22 (6). С. 708–715. DOI: 10.18699/VJ18.414.
7. Врочинский И.Д. Селекционные работы Харбинского опытного поля КВЖД. Работа агрономической части земельного отдела Китайской Восточной железной дороги за 12 лет (1922–1933 гг.). Харбин, 1935. С. 251–299.
8. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Перспективы селекции высокобелковых сортов сои: моделирование механизмов увеличения



- белка в семенах (сообщение 1) // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. 2016. Вып. 2 (166). С. 34–41.
9. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
  10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
  11. Адаптивные и прогрессивные технологии возделывания сои и кукурузы на Дальнем Востоке: метод. рекомендации / А.К. Чайка [и др.]. Владивосток: Дальнаука, 2009. 139 с.
  12. Соя: метод. указания по селекции и семеноводству / сост. Н.И. Корсаков, Ю.П. Мякушко. Л.: ВИР, 1975. 159 с.
  13. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 6. С. 49–53.
  14. Уровень качества зерна омских сортов овса ярового в контрастных экологических условиях / О.А. Юсова [и др.] // Вестник НГАУ. 2020. № 2. С. 84–96.
  15. Пакудин В.З. Оценка экологической пластичности сортов // Генетический анализ количественных признаков с помощью математико-статистических методов. М.: ВНИИТЭИСХ, 1979. С. 40–44.
  16. Питебская В.С., Лукомец В.М. Соя: химический состав и использование. Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2012. 432 с.
  17. Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Васина Е.А. Оценка потенциала урожайности и стрессоустойчивости сортов сои в условиях Приморского края // Вестн. ДВО РАН. 2021. № 3. С. 20–28. DOI: 10.37102/0869-7698\_2021\_217\_03\_03.
  - perspektivnyh linij soi v zone neustojchivogo uvlazhneniya // Maslichnye kul'tury: nauch.-tehn. byul. VNIIMK. 2020. Vyp. 2 (182). S. 62–69. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-62-69.
  4. Gavrilin D.S., Polevshikov S.I. Sravnitel'naya ocenka sbora belka i masla u sortov soi otechestvennoj selekcii pri raznyh srokah poseva v usloviyah Tambovskoj oblasti // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2014. № 1 (9). S. 30–36.
  5. Brazhnikov V.N., Brazhnikova O.F., Brazhnikov D.V. Vliyanie agroklimaticheskikh uslovij na produktivnost' i zhirnokislotnyj sostav masla l'na maslichnogo // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2019. № 4 (20). S. 6–15. DOI: 10.33952/2545-0720-2019-4-20-6-15.
  6. Vliyanie pogodno-klimaticheskikh uslovij na sodержание belka i masla v semenah soi na Severnom Kavkaze / L.Yu. Novikova [i dr.] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22 (6). S. 708–715. DOI: 10.18699/VJ18.414.
  7. Vrochinskij I.D. Selekcionnye raboty Harbinskogo opytnogo polya KVZhD. Rabota agronomicheskoy chasti zemel'nogo otdela Kitajskoj Vostochnoj zheleznoj dorogi za 12 let (1922–1933 gg.). Harbin, 1935. S. 251–299.
  8. Zelencov S.V., Moshnenko E.V. Perspektivy selekcii vysokobelkovykh sortov soi: modelirovanie mehanizmov uvelicheniya belka v semenah (soobschenie 1) // Maslichnye kul'tury: nauch.-tehn. byul. VNIIMK. 2016. Vyp. 2 (166). S. 34–41.
  9. Ivanov G.I. Pochvoobrazovanie na yuge Dal'nego Vostoka. M.: Nauka, 1976. 200 s.
  10. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 s.
  11. Adaptivnye i progressivnye tehnologii vzdelyvaniya soi i kukuruzy na Dal'nem Vostoke: metod. rekomendacii / A.K. Chajka [i dr.]. Vladivostok: Dal'nauka, 2009. 139 s.
  12. Soya: metod. ukazaniya po selekcii i semenovodstvu / sost. N.I. Korsakov, Yu.P. Myakushko. L.: VIR, 1975. 159 s.
  13. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i `ekologicheskoy ustojchivosti sortov zemnykh kul'tur // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk. 2005. № 6. S. 49–53.
  14. Uroven' kachestva zerna omskih sortov ovsa yarovogo v kontrastnykh `ekologicheskikh uslo-

### References

1. Nekrasov A.Yu. Ishodnyj material dlya sozdaniya skorospelykh sortov soi // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2018. № 3 (27). S. 52–57.
2. Matonova A.G., Semenova E.A., Kamolyh V.O. Izmenenie biokhimicheskogo sostava semyan soi pri vyraschivanii v raznykh `ekologicheskikh usloviyah Dal'nevostochnogo regiona // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. 2015. № 1 (33). S. 34–39.
3. Zajcev N.I., Revenko V.Yu., Ustarhanova `E.G. Vliyanie pogodnykh faktorov na produktivnost'

- viyah / O.A. Yusova [i dr.] // Vestnik NGAU. 2020. № 2. S. 84–96.
15. Pakudin V.Z. Ocenka `ekologicheskoy plasticnosti sortov // Geneticheskij analiz kolichestvennyh priznakov s pomosh'yu matematiko-statisticheskikh metodov. M.: VNIIT`EISH, 1979. S. 40–44.
16. Pitebskaya V.S., Lukomec V.M. Soya: himicheskij sostav i ispol'zovanie. Majkop: Poligraf-YuG, 2012. 432 s.
17. Butovets E.S., Luk'yanchuk L.M., Vasina E.A. Ocenka potenciala urozhajnosti i stressoustojchivosti sortov soi v usloviyah Primorskogo kraja // Vestn. DVO RAN. 2021. № 3. S. 20–28. DOI: 10.37102/0869-7698\_2021\_217\_03\_03.

Статья принята к публикации 29.12.2022 / The article accepted for publication 29.12.2022.

Информация об авторах:

**Екатерина Сергеевна Бутовец**<sup>1</sup>, ведущий научный сотрудник с исполнением обязанностей заведующего лаборатории селекции сои, кандидат сельскохозяйственных наук  
**Людмила Михайловна Лукьянчук**<sup>2</sup>, научный сотрудник лаборатории селекции сои  
**Евгения Александровна Васина**<sup>3</sup>, младший научный сотрудник лаборатории селекции сои  
**Татьяна Николаевна Страшненко**<sup>4</sup>, младший научный сотрудник лаборатории селекции сои  
**Галина Олеговна Кукуруза**<sup>5</sup>, младший научный сотрудник лаборатории селекции сои

Information about the authors:

**Ekaterina Sergeevna Butovets**<sup>1</sup>, Leading Researcher Acting Head of the Soybean Breeding Laboratory, Candidate of Agricultural Sciences  
**Ludmila Mikhailovna Lukyanchuk**<sup>2</sup>, Soybean Breeding Laboratory Researcher  
**Evgenia Alexandrovna Vasina**<sup>3</sup>, Junior Researcher, Soybean Breeding Laboratory  
**Tatyana Nikolaevna Strashnenko**<sup>4</sup>, Junior Researcher, Soybean Breeding Laboratory  
**Galina Olegovna Kukuruzza**<sup>5</sup>, Junior Researcher, Soybean Breeding Laboratory

