

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО GEOPONICS AND CROPPING

Научная статья

УДК: 633.853.52:631.52(571.6)

EDN: AQCUAP

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-2-5-15>

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В СЕМЕНАХ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Мargarита Павловна Хорняк, Татьяна Александровна Асеева

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, с. Восточное, Россия, margaritaz9743@gmail.com, aseeva59@mail.ru

Аннотация. Исследования проводили в 2022–2023 гг. в селекционном севообороте ДВ НИИСХ. Коллекционный питомник включал 42 сортообразца сои. В ходе двух лет исследований все сортообразцы были разделены на 5 групп спелости, наибольшее число сортообразцов вошло в раннеспелую и среднераннеспелую группы. У сортообразцов раннеспелой группы выявлено самое наименьшее и самое наибольшее содержание белка в семенах. Однако наибольшую урожайность показали сортообразцы среднепозднеспелой группы – 3,5 т/га. Анализ образцов сои по продолжительности вегетационного периода, урожайности и содержанию белка в семенах показал, что наиболее вариабельным признаком в исследовании была урожайность зерна ($C_v = 29,9\%$). Менее вариабельными были продолжительность вегетационного периода сортообразцов ($C_v = 12,1\%$), а также содержание белка в семенах ($C_v = 6,3\%$). Выявлено, что в среднеранней группе наибольшая урожайность зерна получена при продолжительности вегетационного периода 108 и 109 дней, при этом максимальное содержание белка в семенах сформировали образцы с продолжительностью вегетационного периода 105, 107 и 109 дней. В среднеспелой группе максимальная урожайность получена при продолжительности вегетационного периода 115 и 117 дней, а максимальное содержание белка в семенах получено у образцов с продолжительностью вегетационного периода 117 и 118 дней. В среднепозднеспелой группе максимальная урожайность получена у образца с продолжительностью вегетационного периода 127 дней, однако максимальное содержание белка в семенах отмечено у сортообразца с наименьшей продолжительностью вегетационного периода в этой группе – 124 дня. Анализ пяти выделенных групп спелости по корреляционной зависимости содержания белка от гидротермических показателей свидетельствует о том, что все группы спелости в процессе формирования белка в семенах по-разному реагируют на изменения погодноклиматических условий.

Ключевые слова: соя, сортообразец, вегетационный период, урожайность, содержание белка, вариация.

Для цитирования: Хорняк М. П., Асеева Т. А. Влияние продолжительности вегетационного периода на урожайность и содержание белка в семенах коллекционных образцов сои в условиях среднего Приамурья // Агронаука. 2024. Том 2. № 2. С. 5–15. EDN: AQCUAP. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-2-5-15>

Original article

INFLUENCE OF THE GROWING PERIOD ON THE YIELD AND PROTEIN IN THE SEEDS OF COLLECTION SOYBEAN SAMPLES IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE AMUR REGION

Margarita P. Khornyak, Tatyana A. Aseeva

Far Eastern Agricultural Research Institute, Vostochnoye village, Khabarovsk region, Russia, margaritaz9743@gmail.com

© Хорняк М. П., Асеева Т. А., 2024

Abstract. The research was carried out in 2022–2023. in the selection crop rotation of the Far Eastern Research Institute of Agriculture. The collection nursery included 42 soybean varieties. During two years of research, all varieties were divided into 5 ripeness groups; the largest number of varieties were included in the early and mid-early groups. The varieties of the early ripening group showed the lowest and highest protein content in the seeds. However, the highest yield was shown by varieties of the mid-late ripening group – 3.5 t/ha. Analysis of soybean samples for the duration of the growing season, yield and protein content in the seeds showed that the most variable trait in the study was grain yield ($Cv = 29.9\%$). Less variable were the duration of the growing season of the variety samples ($Cv = 12.1\%$), as well as the protein content in the seeds ($Cv = 6.3\%$). It was revealed that in the mid-early group, the highest grain yield was obtained with a growing season of 108 and 109 days, while the maximum protein content in seeds was formed by samples with a growing season of 105, 107 and 109 days. In the mid-season group, the maximum yield was obtained with a growing season of 115 and 117 days, and the maximum protein content in seeds was obtained in samples with a growing season of 117 and 118 days. In the mid-late ripening group, the maximum yield was obtained from the sample with a growing season of 127 days, but the maximum protein content in the seeds was observed in the variety with the shortest growing season in this group – 124 days. Analysis of the five selected ripeness groups based on the correlation between protein content and hydrothermal parameters indicates that all ripeness groups, in the process of protein formation in seeds, react differently to changes in weather and climatic conditions.

Keywords: soybean, variety sample, growing season, yield, protein content, variation.

For citation: Khornyak MP, Aseeva TA. Vliyanie prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda na urozhainost' i soderzhanie belka v semenakh kolleksiionnykh obraztsov soi v usloviyakh srednego Priamur' [Influence of the growing period on the yield and protein in the seeds of collection soybean samples in the conditions of the middle amur region]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:2:5-15. (In Russ.) EDN: AQCUP. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-2-5-15>

Введение

Соя, являясь одной из самых высокобелковых культур, даёт возможность решить проблему дефицита белка в питании людей и кормлении сельскохозяйственных животных [1]. В зависимости от выбора сорта сои можно говорить о повышении её продуктивности. Основными направлениями в селекционном процессе сортов сои являются максимальная продуктивность растения, высокое содержание белка в семенах и скороспелость [2].

Результативность селекционной работы во многом зависит от правильного выбора исходного материала и подбора родительских форм. Для успешного селекционного процесса необходимо расширять поиски источников ценных признаков с целью выявления скороспелых, высокопродуктивных образцов сои с высоким качеством семян, приспособленных к почвенно-климатическим условиям Среднего Приамурья [3]. В то же время необходимо понимание влияния длины вегетационного периода на урожайность и качество зерна сои.

В связи с этим проведение исследований, направленных на изучение диапазона изменчивости урожайности и качественных признаков коллекции сои от продолжитель-

ности вегетационного периода в агроклиматических условиях региона, выявление силы корреляционных связей и вариабельности признаков между ними является актуальным [4, 5].

Цель исследования – выявление влияния продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов на урожайность и качество зерна сои.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили в 2022–2023 гг. в селекционном севообороте ДВНИ-ИСХ. Коллекционный питомник включал 42 сортообразца сои, предоставленных ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН «обособленное подразделение ДВ НИИСХ», ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова» (ВИР), ФГБНУ «Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки» и ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои». Изучали сортообразцы различного географического происхождения из России, Германии, Канады, Польши, Китая, Швеции и других стран.

Почва опытного участка лугово-бурая оподзоленно-глеявая, из-за тяжёлого механического состава и низкой водопроницаемости во время обильного выпадения атмосферных осадков быстро переувлажняется. Содержание гумуса в пахотном слое 1,7...2,3 % (по Тюрину в модификации ЦИНАО), кислотность солевой вытяжки – 3,9 ед. рН; гидролитическая кислотность 4,4...6,6 мг-экв/100 г почвы; P_2O_5 – 6,0...9,7 мг/100 г; K_2O – 9,0...17,7 мг/100 г абсолютно сухой почвы (по Кирсанову в модификации ЦИНАО).

Сортообразцы высевали вручную на гребнях 70 см в одну строчку, расстояние между растениями в рядке 10 см, площадь

делянки 2,8 м², повторность – двухкратная. Фенологические наблюдения проводили ежедневно с определением фазы роста и развития растений по методике ГСИ [6]. Уборку осуществляли вручную в фазе технической спелости по мере созревания сортообразцов. Оценку продуктивности и учёты по основным селекционно-хозяйственным признакам проводили согласно методике ВИР, оценивали по 10 растений каждого генотипа [7].

За два года проведения исследований агрометеорологические условия для роста, развития растений и формирования урожая сои были удовлетворительными (таблица 1).

Таблица 1 – Гидротермические показатели в период от посева до созревания сои
Table 1 – Hydrothermal parameters in the period from sowing to ripening of soybeans

Период	Год исследования	Сумма активных температур, °С	Сумма осадков, мм	Гидротермический коэффициент
Посев – всходы	2022	296,9	52,2	1,8
	2023	277,0	33,6	1,2
Полные всходы – массовое цветение	2022	885,8	92,4	1,0
	2023	776,2	111	1,4
Массовое цветение – формирование бобов	2022	194,6	16,4	0,8
	2023	336,2	22,4	0,7
Формирование бобов – налив семян	2022	174,8	64,6	3,7
	2023	261,3	67	2,6
Налив семян – созревание	2022	848,1	376	4,4
	2023	865,3	172	2,0
Полные всходы – созревание	2022	2103,4	549,4	2,6
	2023	2238,9	372,4	1,7

В 2022 году весна была продолжительной и затяжной. Характеризовалась она неустойчивым температурным режимом с резкими перепадами температур. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через +5 °С начался 19 апреля, в среднемноголетние сроки. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через +10 °С произошел в пределах среднемноголетних сроков, 5 мая. Средняя температура воздуха за месяц составила +12,6 °С, что близко к норме. Посев сои провели 18 мая, в оптимальный срок, полные всходы наблюдались 6 июня. Начало лета характеризовалось неустойчивым

температурным режимом, сменой тёплых и холодных периодов. Июль был тёплым и сухим, повышение дневных температур до +30 °С и выше наблюдалось в течение 8 дней при норме 6, что неблагоприятно отразилось на завязывании бобов. Сумма осадков за месяц составила 50 мм, что составило всего 38 % от среднемноголетней нормы. Август характеризовался прохладной погодой с сильными дождями и ливнями. Среднемесячная температура воздуха составила +19,6 °С, что соответствовало климатической норме. Теплообеспеченность летнего периода была в пределах климатической нормы. Осень наступила на 5 дней позже среднемноголетних сроков.

Сентябрь был тёплым, устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через +15 °С в сторону понижения произошёл в период с 14 сентября, среднемесячная температура воздуха составила +14,4 °С, что выше нормы на 1,0 °С. Характерными особенностями осени были резкое кратковременное похолодание и аномальное тепло в сентябре и октябре. Уборка проводилась по мере созревания сои (12 сентября по 19 октября), условия для проведения уборки из-за переувлажнения почвы были сложными.

В 2023 году весна была ранней и тёплой с осадками в пределах среднемноголетнего количества. Средняя температура приземного слоя воздуха за апрель-май составила +9,2 °С, что на 1 °С выше среднемноголетних значений. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через +5 °С произошёл в среднемноголетние сроки – 18 апреля. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через +10 °С также произошёл в пределах среднемноголетних сроков – 2 мая. Посев сои провели в оптимальный срок – 15

мая, полные всходы наблюдались 3 июня. Лето характеризовалось неустойчивым температурным режимом, сменой тёплых и холодных воздушных масс, преимущественно сухой погодой в первый месяц. Осень была продолжительной, тёплой и сухой, устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через +15 °С в сторону понижения произошёл в период с 13 сентября. Уборка проводилась по мере созревания – с 6 сентября по 19 октября. Погодно-климатические условия за годы исследования представлены на рисунке 1.

Результаты исследований обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализов согласно методике Б. А. Доспехова, с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel [8]. Содержание общего азота определяли методом Кьельдаля. При перерасчёте содержания азота в содержание белка в семенах использовали усреднённое содержание азота в белке – 16 %. Таким образом, коэффициент перерасчета на белок равен 6,25 (100/16) [9].

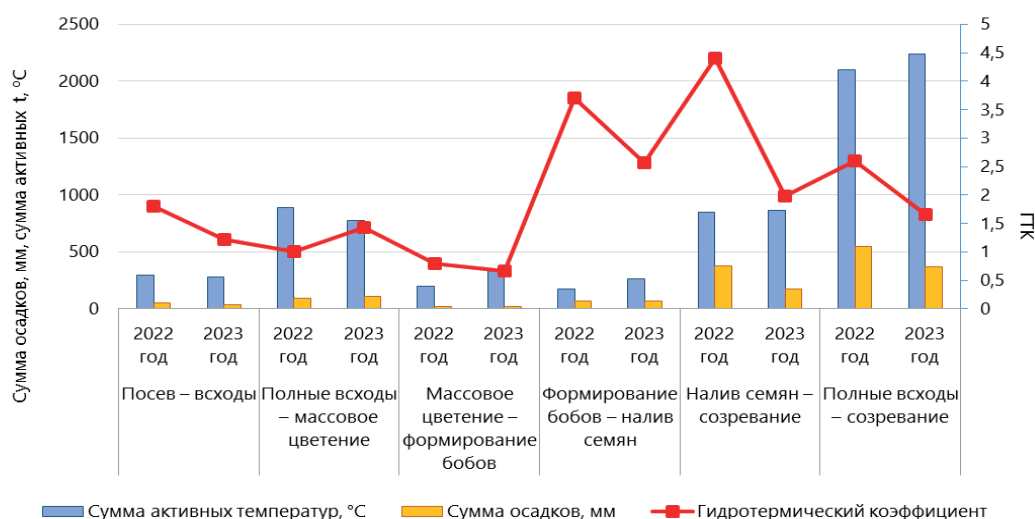


Рисунок 1 – Гидротермические показатели в 2022–2023 гг.

Figure 1 – Hydrothermal indicators in 2022–2023

Результаты и обсуждение

Селекционная работа по сое в ДВ НИ-ИСХ направлена на создание сортов среднеспелой (111...117 дней) и среднепозднеспелой (125...130 дней) группы спелости с высокой урожайностью и качеством зерна.

Продолжительность вегетационного периода определяют генетические факторы, условия роста растений (температурный режим, влажность) и специфические для отдельных сортов условия, которые могут ускорить или затормозить наступление различных фаз

вегетационного периода [10]. В ходе двух лет исследований все сортообразцы были разделены на 5 групп спелости, наибольшее число сортообразцов вошло в раннеспелую и среднераннеспелую группы с вегетационным периодом от 91 до 100, и от 101 до 110 дней соответственно. У сортообразцов раннеспелой группы спелости выявлено как самое наименьшее, так и самое наибольшее содержание белка в семенах. В позднеспелой группе присутствуют сортообразцы, содержащие белок в семенах выше 40 %, в остальных группах отмечено среднее содержание белка. Минимальную урожайность сформировали образцы раннеспелой группы – 0,7 т/га, однако максимальную урожайность показали сортообразцы среднепозднеспелой группы – 3,5 т/га (таблица 2).

Анализ данных продолжительности периода вегетации за годы исследования, а также урожайности зерна и его качества показал, что наиболее вариабельным ($C_v =$

29,9 %) был показатель урожайности зерна с минимальным значением в 2022 году (0,4 т/га) и максимальным – 3,9 т/га в 2023 году, при среднем значении за годы исследования 1,9 т/га (таблица 3).

Менее вариабельными были показатели содержания белка в семенах сои ($C_v = 6,3$ %; $\min = 29,6$ %; $\max = 43,2$ %; среднее = 36,3 %) и продолжительности вегетационного периода ($C_v = 12,1$ %; $\min = 92$ дня; $\max = 139$ дней; среднее = 111 дней). Эти показатели имели слабую межсортовую изменчивость, а также меньшую восприимчивость к воздействию внешних факторов.

Продолжительность вегетационного периода является одним из основных хозяйственно-ценных признаков создаваемых сортов, по которым ведётся селекционный процесс сои [11]. Для агроклиматических условий Среднего Приамурья и их влияния на показатели продуктивности сортов сои в основном требуются среднеранние, сред-

Таблица 2 – Распределение сортообразцов сои по группам спелости

Table 2 – Distribution of cultivars by maturity groups

Группа спелости	Количество сортообразцов	Вегетационный период, дни	Урожайность, т/га	Содержание белка, %
Раннеспелые	12	91...100	0,7...2,2	31,6...41,4
Среднераннеспелые	13	101...110	1,3...2,4	32,8...38,9
Среднеспелые	7	111...120	1,3...2,7	34,2...38,9
Среднепозднеспелые	3	121...130	1,9...3,5	32,8...36,7
Позднеспелые	7	131...139	1,9...2,8	35,5...41,1

Таблица 3 – Продолжительность вегетационного периода, урожайность и содержание белка в семенах коллекционных образцов сои

Table 3 – Duration of the growing season, yield and protein content in the seeds of soybean collection samples

Показатель	Год	Min	Max	Среднее	Коэффициент вариации (C_v), %
Вегетационный период, дни	2022	94	139	107	12,5
	2023	92	139	113	12,1
	в среднем за 2022–2023	–	–	111	12,1
Урожайность, т/га	2022	0,4	3,2	1,4	42,7
	2023	1,0	3,9	2,3	34,4
	в среднем за 2022–2023	–	–	1,9	29,9
Содержание белка, %	2022	29,6 ± 0,15	43,2 ± 0,15	34,7 ± 0,15	8,0
	2023	30,6 ± 0,15	42,8 ± 0,15	37,2 ± 0,15	6,7
	в среднем за 2022–2023	–	–	36,3 ± 0,15	6,3

неспелые и среднепозднеспелые сорта с вегетационным периодом от 101 до 130 дней. Однако подбор родительских форм и создание новых сортов с заданными свойствами требует тщательного подбора источников с требуемыми параметрами. Для этого необходимо изучить влияние продолжительности вегетационного периода на показатели продуктивности в целях дальнейшего использования сортов в селекционном процессе. Линейные корреляционные взаимосвя-

зи в полной мере не отражают детального взаимодействия. В связи с этим для подробного изучения был проведён анализ с составлением графиков зависимостей урожайности и содержания белка в семенах от продолжительности вегетационного периода по трём выделенным группам спелости.

Анализ зависимости урожайности зерна от продолжительности вегетационного периода во всех группах спелости показал положительную динамику (рисунок 2).



а) среднеранние; б) среднеспелые; в) среднепозднеспелые, среднее за 2022–2023 гг.
 a) early average; b) average maturity; c) average late maturity, the average value for 2022–2023

Рисунок 2 – Зависимость урожайности от продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов сои по группам спелости
Figure 2 – Dependence of yield on the duration of the growing season of soybean collection samples by maturity groups

В среднеранней группе наибольшая урожайность зерна наблюдалась у образцов, имеющих продолжительность вегетационного периода 108 и 109 дней, а наименьшая – при 101 дне. В среднеспелой группе максимальная урожайность наблюдалась у сортообразцов с вегетационным периодом 115 и 117 дней, а минимальная – 111 дней. В

среднепозднеспелой группе максимальную урожайность сформировал сортообразец с вегетационным периодом 127 дней.

Зависимость содержания белка от продолжительности вегетационного периода показала положительное взаимодействие по двум группам спелости (рисунок 3).



а) среднеранние; б) среднеспелые; в) среднепозднеспелые, среднее за 2022–2023 гг.

a) medium-early; b) medium-ripe; c) medium-late, average for 2022–2023

Рисунок 3 – Зависимость содержания белка от продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов сои по группам спелости

Figure 3 – Dependence of protein content on the duration of the growing season of soybean collection samples by maturity groups

В первых двух группах спелости отмечается положительная тенденция увеличения содержания белка в семенах с увеличением продолжительности вегетационного периода. Наибольшее содержание белка в семенах отмечено у сортообразцов средне-ранней группы с вегетационным периодом 105, 107 и 109 дней, а наименьшее – у сортообразца с вегетационным периодом 101 день. В среднеспелой группе наибольшее содержание белка в семенах отмечается у сортообразцов с вегетационным периодом 117 и 118 дней.

В среднепозднеспелой группе выявлена отрицательная тенденция взаимосвязи продолжительности вегетационного периода и содержания белка в семенах: с увеличением продолжительности вегетационного периода содержание белка в семенах снижается. Так, у сортообразца с вегетационным периодом 124 дня содержание белка превышало

этот показатель для сортообразца с вегетационным периодом 127 дней.

Исследованиями других авторов установлено, что содержание белка в семенах сои в большей степени определяется влиянием погодных-климатических условий в течение всего вегетационного периода [12, 13].

Тем не менее, считают, что в различных почвенно-климатических зонах метеорологические факторы не одинаково воздействуют на биохимический состав семян сои [14].

Анализ пяти выделенных групп спелости по корреляционной зависимости содержания белка в семенах от гидротермических показателей свидетельствует о том, что все группы спелости в процессе формирования белка в семенах по-разному реагируют на изменения погодных-климатических условий, о чём свидетельствуют данные в таблице 4.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции по группам спелости между содержанием белка в семенах сои и гидротермическими факторами (2022–2023 гг.)

Table 4 – Correlation coefficients by maturity groups between protein content in soybean seeds and hydrothermal factors (2022–2023)

Фактор	Группа спелости	Период роста и развития сои				
		Полные всходы – массовое цветение	Массовое цветение – формирование бобов	Формирование бобов – налив семян	Налив семян – созревание	Полные всходы – созревание
Среднесуточная температура воздуха за период, °С	Раннеспелая	-0,46	0,04	-0,18	0,61	0,11
	Среднераннеспелая	0,01	0,55	-0,77	0,22	0,58
	Среднеспелая	0,46	0,47	-0,66	-0,06	0,34
	Среднепозднеспелая	-0,50	-0,85	-0,29	0,88	0,94
	Позднеспелая	0,83	-0,13	-0,81	-0,27	0,18
Сумма осадков за период, мм	Раннеспелая	0,01	0,11	-0,30	0,02	-0,17
	Среднераннеспелая	0,22	0,34	-0,14	-0,63	-0,59
	Среднеспелая	-0,32	-0,08	0,20	-0,40	-0,46
	Среднепозднеспелая	-0,22	0,26	-0,99	-0,26	-0,57
	Позднеспелая	0,15	0,59	0,38	-0,30	0,16

Так, группа раннеспелых сортов имеет прямую заметную связь содержания белка в семенах и среднесуточной температуры воздуха в период налива семян

– созревания ($r = 0,61$). В группе среднераннеспелых сортов отмечена высокая обратная связь содержания белка в семенах и среднесуточной температуры воздуха в

период формирования бобов – налива семян ($r = -0,77$), также заметная обратная связь отмечена между содержанием белка в семенах и суммой выпавших осадков в период посева – всходов ($r = -0,58$), налив семян – созревания ($r = -0,63$) и за весь вегетационный период ($r = -0,59$). Группа среднеспелых сортов имеет умеренную прямую связь между содержанием белка в семенах и среднесуточной температурой воздуха в период массового цветения – формирования бобов ($r = 0,47$), однако за весь вегетационный период сумма выпавших осадков негативно повлияла на содержание белка в семенах ($r = -0,46$). Среднепозднеспелая группа сортов имела высокую прямую связь содержания белка в семенах и среднесуточной температуры воздуха в период посева – всходов ($r = 0,91$), налива семян – созревания ($r = 0,88$) и за весь вегетационный период ($r = 0,94$), однако в период массового цветения – созревания высокие среднесуточные температуры негативно повлияли на содержание белка в семенах ($r = -0,85$); сумма выпавших осадков также негативно повлияла на содержание белка в семенах в период посева – всходов ($r = -0,72$) и формирования бобов – налива семян ($r = -0,99$). В позднеспелой группе отмечена высокая прямая связь содержания белка в семенах от среднесуточной температуры в период полных всходов – массового цветения ($r = 0,83$) и высокая обратная связь этих показателей в период формирования бобов – налива семян ($r = -0,81$), процент сформированного белка в семенах и сумма выпавших осадков в период массового цветения – формирования бобов имел заметную прямую связь ($r = 0,59$).

Выводы

Анализ 40 образцов сои по продолжительности вегетационного периода, урожай-

ности и содержанию белка в семенах показал, что наиболее вариabельным признаком в исследовании была урожайность зерна ($C_v = 29,9\%$). Менее вариabельными были продолжительность вегетационного периода сортообразцов ($C_v = 12,1\%$), а также содержание белка в семенах ($C_v = 6,3\%$).

Установлена положительная динамика зависимости урожайности зерна от продолжительности вегетационного периода во всех группах спелости, а положительная динамика зависимости содержания белка в семенах от продолжительности вегетационного периода выявлена только у сортообразцов среднеранней и среднеспелой групп.

В среднеранней группе наибольшая урожайность зерна получена при продолжительности вегетационного периода 108 и 109 дней, при этом максимальное содержание белка в семенах сформировали образцы с продолжительностью вегетационного периода 105, 107 и 109 дней. В среднеспелой группе максимальная урожайность получена при продолжительности вегетационного периода 115 и 117 дней, а максимальное содержание белка в семенах было получено у образцов с продолжительностью вегетационного периода 117 и 118 дней. В среднепозднеспелой группе максимальную урожайность показали образцы продолжительностью вегетационного периода 127 дней, однако максимальное содержание белка в семенах отмечено у сортообразца с наименьшей продолжительностью вегетационного периода в этой группе – 124 дня.

Выявленные сортообразцы из среднеранней и среднеспелой группы будут рекомендованы в качестве источников для включения в селекционный процесс при создании новых высокопродуктивных сортов сои.

Список источников

1. Виниченко Н. А., Салина Е. А., Кочетов А. В. Потенциал использования молекулярных маркеров в селекции сои // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. № 6(3). С. 107–125. <https://doi.org/10.18699/Letters2020-6-15>
2. Синеговская В. Т. Научное обеспечение эффективного развития селекции и семеноводства сои на Дальнем Востоке // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 4. С. 374–380. <https://doi.org/10.18699/VJ21.040>

3. Скрининг генетического разнообразия сои для селекции в экстремальных условиях Среднего Приамурья / О. Л. Шепель, Т. А. Асеева, А. Ю. Кондратьева, М. П. Хорняк, Н. А. Гайнудинова // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 6. С. 25–32. https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_6_25
4. Генетические варианты, ассоциированные с продуктивностью и содержанием белка и масла у сои / А. А. Канапин, А. Б. Соколкова, А. А. Самсонова, А. В. Щегольков, С. В. Болдырев, А. Ф. Аюпова, Ф. Е. Хайтович, С. В. Нуждин, М. Г. Самсонова // Биофизика. 2020. № 2(65). С. 280–289. <https://doi.org/10.31857/S000630292002009X>
5. Хорняк М. П. Оценка коллекции сои по содержанию белка в зерне // Сборник трудов конференции «Молодые ученые – Хабаровскому краю», Хабаровск, 16–20 января 2023. 2023. С. 68–74. EDN: IAJHBF
6. 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. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10802>
7. Влияние вегетационного периода на урожайность, содержание белка и масла в зерне коллекционных образцов сои / А. Р. Ашиев, А. В. Чегунова, М. В. Скулова К. Н. Хабибуллин Н. С. Кравченко // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6 (78). С. 33–38. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-78-6-33-38>
8. Синеговская В. Т., Очкурова В. В., Синеговский М. О. Содержание белка и жира в семенах сортов сои различного генетического происхождения // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 5. С. 15–19. <https://doi.org/10.31857/S250026272005004X>
9. Влияние погодных-климатических условий на содержание белка и масла в семенах сои на Северном Кавказе / Л. Ю. Новикова, И. В. Сеферова, А. Ю. Некрасов, И. Н. Перчук, Т. В. Шеленга, М. Г. Самсонова, М. А. Вишнякова // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 6. С. 708–715. <https://doi.org/10.18699/VJ18.414>
10. Фадеева М. Ф., Воробьева Л. В., Матвеева О. Л. Влияние погодных условий на признаки технологичности и урожайности сои в северо-восточной части РФ // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 66. № 5. С. 59–63. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.66.5.59-63>

References

1. Vinichenko NA, Salina EA, Kochetov AV. Potencial ispol'zovaniya molekulyarnykh markerov v selekcii soi [The scope of use of molecular markers in soybean breeding]. *Pis'ma v Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. Letters to the Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;6:3:107–125. (in Russ.). <https://doi.org/10.18699/Letters2020-6-15>
2. Sinegovskaya VT. Nauchnoe obespechenie effektivnogo razvitiya selekcii i semenovodstva soi na Dal'nem Vostoke [Scientific provision of an effective development of soybean breeding and seed production in the Russian Far East]. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;4:374–380. (in Russ.). <https://doi.org/10.18699/VJ21.040>
3. Shepel' OL, Aseeva TA, Kondrat'eva AYU, Khorniyak MP, Gainudinova NA. Skrinig genicheskogo raznobraziya soi dlya selekcii v ekstremal'nykh usloviyah Srednego Priamur'ya [Screening of soybean genetic diversity for breeding under extreme conditions of the Middle Amur region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2023;37:6:25–32. (in Russ.). https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_6_25
4. Kanapin AA, Sokolkova AB, Samsonova AA, Shchegol'kov AV, Boldyrev SV, Ayupova AF, et al. Genicheskije varianty, assotsiirovannye s produktivnost'yu i sodержaniem belka i masla u soi [Genetic variants associated with productivity and contents of protein and oil in soybeans]. *Biofizika. Biophysics*. 2020;2:65:280–289. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S000630292002009X>
5. Horniyak MP. Ocenka kollekcii soi po sodержaniyu belka v zerne [Assessment of soybean collection by protein content in grain]. *Sbornik trudov konferencii "Molodye uchenye – Habarovskomu krayu". Collection of proceedings of the conference Young Scientists for the Khabarovsk Territory*, Khabarovsk, January 16–20, 2023. 2023:68–74. EDN: IAJHBF. (in Russ.).
6. Shepel' OL, Aseeva TA, Zvolimbovskaya MP. Zavisimost' hozyajstvenno-biologicheskikh priznakov soi ot gidrotermicheskikh uslovij Srednego Priamur'ya [Dependence of economic and biological characteristics of soybean on the hydrothermal conditions of the Middle Amur region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2020;34:8:16–22. (in Russ.). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10802>
7. Ashiev AR, Chegunova AV, Skulova MV, Khabibullin KN, Kravchenko NS. Vliyanie vegetacionnogo perioda na urozhajnost', sodержanie belka i masla v zerne kollekcionnykh obrazcov soi [The effect of a vegetation period on productivity, protein and oil percentage in grain of the collection soybean samples].

Zernovoe hozyajstvo Rossii. Grain farming in Russia. 2021;6:78:33–38. (in Russ.). <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-78-6-33-38>

8. Sinegovskaya VT, Ochкурова VV, Sinegovskiy MO. Soderzhanie belka i zhira v semenah sortov soi razlichnogo geneticheskogo proiskhozhdeniya [Contents of protein and fat in soybean seeds of various genetic origin]. *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. Russian Agricultural Sciences.* 2020;5:15–19. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S250026272005004X>

9. Novikova LYu, Seferova IV, Nekrasov AYu, Perchuk IN, Shelenga TV, Samsonova MG. et al. Vliyanie pogodno-klimaticheskikh uslovij na sodержanie belka i masla v semenah soi na Severnom Kavkaze [Impact of weather and climate on seed protein and oil content of soybean in the North Caucasus]. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2018;22:6:708–715. (in Russ.). <https://doi.org/10.18699/VJ18.414>

10. Fadeeva MF, Vorob'eva LV, Matveeva OL. Vliyanie pogodnyh uslovij na priznaki tekhnologichnosti i urozhajnosti soi v severo-vostochnoj chasti RF [The influence of weather conditions on the signs of adaptability and soy crop in the north-east of Russia]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. Agricultural science of the Euro-North-East.* 2018;66:5:59–63. (in Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.66.5.59-63>

Информация об авторах

М. П. Хорняк – аспирант, мл. науч. сотр.;
Т. А. Асеева – член-корр. РАН, д-р с.-х. наук, директор ФГБНУ ДВ НИИСХ

Information about the authors

M. P. Khornyak – Graduate Student, Junior Researcher;
T. A. Aseeva – Corresponding Member of the RAS, Dr Agr. Sci., Director of FSBSI FEARI

**Статья поступила в редакцию 15.04.2024;
одобрена после рецензирования 08.05.2024;
принята к публикации 15.05.2024**

**The article was submitted 15.04.2024;
approved after reviewing 08.05.2024;
accepted for publication 15.05.2024**