
Научная статья/Research Article

УДК 633.34-631.587 (571.1)

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-52-61

**Акимбек Мырзаевич Асанов¹, Людмила Валентиновна Омелянюк^{2✉},
Василий Сергеевич Бойко³, Артем Юрьевич Тимохин⁴**

^{1,2,3,4}Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

¹asanov@anc55.ru

²milya1302@yandex.ru

³boiko@anc55.ru

⁴timokhin@anc55.ru

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ СОИ НА ОРОШЕНИЕ В СТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Цель исследования – изучить отзывчивость сортов сои селекции Омского АНЦ на оптимизацию условий увлажнения и минерального питания почвы в засушливых условиях степи Омской области. Опыты проведены в 2019 и 2020 гг. на двух фонах (неполивном – богарном и орошаемом) в СПК «Плодопитомник Черлакский» Омской области. Почва участка – чернозем южный легкосуглинистый, содержание гумуса в пахотном слое – 3,1 %, pH = 7,2. Полевой эксперимент реализован путем наложения сортов сои, рекомендованных для возделывания в 10-м регионе (Сибирячка, Эльдорадо, Золотистая, Черемшанка), на варианты минерального питания: контроль – без удобрений; N₃₀; N₆₀; P₆₀; N₃₀P₆₀; N₆₀P₆₀. Проведен анализ основных элементов структуры урожая, урожайности и качества семян. Погодные условия были засушливыми и не в полной мере соответствовали биологическим потребностям сои. Выявлена сортовая специфика отзывчивости сои на изменение условий выращивания. Сорт Эльдорадо был самым засухоустойчивым и на богаре в среднем по вариантам – наиболее урожайным (1,49 т/га) с максимумом на фоне N₃₀P₆₀ 1,69 т/га (прибавка к стандарту Сибирячка 0,67 и 0,85 т/га соответственно). В условиях орошения соя Сибирячка показала максимальный в опыте результат 2,92 т/га в варианте N₆₀P₆₀, вторым с отставанием в 0,36 т/га был сорт Эльдорадо в варианте N₆₀. Выявлено повышение белковости семян на удобренном фоне в сравнении с контролем: на богаре – на 4,5 %; при орошении – на 4,9 % и снижение масличности на 2,0 и 2,6 % соответственно. На удобренном фоне максимальное содержание белка в зерне показали: на богаре сорт Золотистая – 38 %; на орошении сорт Черемшанка – 40 %. На орошении на неудобренном фоне высокомасличными были сорта Сибирячка, Черемшанка и особенно Эльдорадо с максимальным в опыте содержанием жира в семенах – 23 %.

Ключевые слова: соя, урожайность семян, белок, жир, минеральные удобрения, орошение

Для цитирования: Отзывчивость сортов сои на орошение в степи Западной Сибири / А.М. Асанов [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7. С. 52–61. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-52-61.

**Akimbek Myrzaevich Asanov¹, Lyudmila Valentinovna Omelyanyuk^{2✉}, Vasily Sergeevich Boyko³,
Artem Yurievich Timokhin⁴**

^{1,2,3,4}Omsk Agricultural Research Center, Omsk, Russia

¹asanov@anc55.ru

²milya1302@yandex.ru

³boiko@anc55.ru

⁴timokhin@anc55.ru

SOYBEAN VARIETIES RESPONSIVENESS TO IRRIGATION IN THE OF WESTERN SIBERIA STEPPE

The purpose of research is to study the responsiveness of soybean varieties bred at the Omsk ANC to optimize the conditions of moisture and mineral nutrition of the soil in the arid conditions of the steppe of the Omsk Region. The experiments were carried out in 2019 and 2020 on two backgrounds (non-irrigated – rainfed and irrigated) in the SPK Cherlaksky Fruit Nursery in the Omsk Region. The soil of the plot is southern light loamy chernozem, the humus content in the arable layer is 3.1 %, pH = 7.2. The field experiment was implemented by superimposing soybean varieties recommended for cultivation in the 10th region (Sibiryachka, Eldorado, Zolotistaya, Cheremshanka) on mineral nutrition options: control - without fertilizers; N_{30} ; N_{60} ; P_{60} ; $N_{30}P_{60}$; $N_{60}P_{60}$. The analysis of the main elements of the crop structure, yield and quality of seeds was carried out. Weather conditions were dry and did not fully meet the biological needs of soybeans. The varietal specificity of soybean responsiveness to changing growing conditions was revealed. The Eldorado variety was the most drought-resistant and, on average, on rainfed crops, the most productive (1.49 t/ha) with a maximum of 1.69 t/ha against the background of $N_{30}P_{60}$ (an increase to the Sibiryachka standard is 0.67 and 0.85 t/ha, respectively). Under irrigation conditions, Sibiryachka soybean showed the maximum result in the experiment of 2.92 t/ha in the $N_{60}P_{60}$ variant, the second with a lag of 0.36 t/ha was the Eldorado variety in the N_{60} variant. An increase in the protein content of seeds on a fertilized background in comparison with the control was revealed: on a rainfed land – by 4.5 %; under irrigation – by 4.9 % and a decrease in oil content by 2.0 and 2.6 %, respectively. On a fertilized background, the maximum protein content in the grain was shown: on the rainfed land, the Zolotistaya variety – 38 %; on irrigation, the Cheremshanka variety – 40 %. Under irrigation against an unfertilized background, the varieties Sibiryachka, Cheremshanka, and especially Eldorado were highly oily with the maximum fat content in seeds in the experiment – 23 %.

Keywords: soybean, seed yield, protein, fat, mineral fertilizers, irrigation

For citation: Soybean varieties responsiveness to irrigation in the of Western Siberia steppe / A.M. Asanov [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2022;(7): 52–61. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-7-52-61.

Введение. Из всех абиотических стрессов именно засуха является основным лимитирующим фактором на пути стабильного производства сои, так как сокращает урожай семян этой агрокультуры до 50 % [1–5]. Ответ растения на засуху очень сложен и включает в себя взаимодействие между различными молекулярными, биохимическими и физиологическими процессами [6]. В мире, в котором засуха – все более распространенное явление, выращивание многих сельскохозяйственных культур на орошении становится не просто модным трендом, а необходимостью [7–9]. Например, в Республике Казахстан в 2016 г. посевные площади сои составили 106 тыс. га, из которых 98 тыс. га сосредоточены в поливных условиях юга и юго-востока страны [10]. Все больше агрономов в ЦФО России обращают внимание на сою, поскольку эта культура, несмотря на высокие затраты на ее возделывание, является высокорентабельной, как в богарных условиях, так и на поливе [11]. Доказано, что орошение обеспечивает получение стабильных урожаев зерна сои, значительно превышающих ее урожайность на богарных землях [12–14]. В связи с изменениями климата ареал сои тоже изменяется – появляется новая работа для селекционеров, которым нужно соз-

давать сорта, отзывчивые на влагу, либо засухоустойчивые. Так и происходит: на юге РФ уже выращиваются засухоустойчивые сорта либо сорта на орошении [11].

Цель исследования – изучить отзывчивость сортов сои селекции Омского АНЦ на оптимизацию условий увлажнения и минерального питания в засушливых условиях степи Омской области.

Материал и методы. Исследование проводилось в 2019 и 2020 гг. в СПК «Плодопитомник Черлакский» Черлакского муниципального района (степная зона) Омской области – 43°15' с.ш., 76°54' в.д. Полевые опыты заложены на одном почвенном участке и двух фонах – неполивном (богарном) и орошаемом. Предшественник – пшеница яровая мягкая.

Почва – чернозем южный легкосуглинистый. В результате агрохимического обследования участка перед посевом выявлено низкое содержание гумуса (3,1 %), нитратного азота 0–0,4 м (6,00–6,45 мг/кг почвы); содержание подвижного фосфора (328–367 мг/кг) и обменного калия (396–436 мг/кг) в пахотном слое – очень высокое, pH = 7,2.

Полевой эксперимент реализован путем наложения сортов сои на различные варианты мине-

рального питания. Схема опыта включала следующие факторы: А – допосевное внесение фосфорсодержащего минерального удобрения (аммофос) (контроль – без удобрений и 60 кг д.в./га (P₀ и P₆₀)); В – допосевное внесение азотного минерального удобрения (аммиачная селитра) (контроль – без удобрений, 30 и 60 кг д.в./га (N₀, N₃₀ и N₆₀)); С – сорта сои омской селекции, включенные в Государственный реестр селекционных достижений с допуском по 10-му региону (Сибирячка (стандарт), Эльдorado, Золотистая, Черемшанка).

Основная обработка почвы – отвальная на 0,20–0,22 м. Минеральные удобрения вносили локально сеялкой СЗП-3,6 в соответствующие варианты весной до предпосевной культивации. Норма высева сои – 0,8 млн шт. на гектар. Посев во II декаде мая сеялкой СЗП-3,6. Площадь: делянки – 129,6 м², учетная – 12,9 м². Повторность – трехкратная.

Оптимальный режим влажности почвы поддерживался за счет спринклерного орошения. Проведено по три полива: II декада июля, I и II декада августа – поливная норма 300 м³/га, оросительная норма 900 м³/га.

В период вегетации (8–12 июня) для снижения доли сорной растительности посева обработаны гербицидом «Пивот», ВК (0,8 л/га). Уборка и учет урожайности семян сои проводилась 15–20 сентября комбайном Sampo 130.

Агрохимический анализ почвенных образцов, отобранных перед посевом сои, сделан в ФГБУ Центр агрохимической службы «Омский» по общепринятым методикам: ГОСТ 26423-85 – методы определения pH; ГОСТ 26213-91 – методы определения органического вещества; ГОСТ 26488-85 – определение нитратов по методу ЦИНАО; ГОСТ 26204-91 – определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.

Определение биохимических показателей в зерне образцов из вариантов опыта проводили в лаборатории физиологии и биохимии растений Омского АНЦ: содержание азота определяли в абсолютно сухой массе на автоматическом анализаторе KjelttekAuto 1030 Analyzer (коэффициент пересчета азота на белок для зерна сои – 6,25) [15]; содержание сырого жира – в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и необезжиренного остатка [16].

Индекс засухоустойчивости STI (Stress tolerance index) рассчитан по формуле $STI = (Y_p \times Y_s) / \bar{Y}_p^2$, где Y_p – урожайность генотипа при орошении; Y_s – урожайность при стрессе засухи (на богаре); \bar{Y}_p – среднее значение урожайности всех испытываемых образцов при орошении [17]. Статистическую обработку полученных данных проводили по пособию Б.А. Доспехова [18].

В Черлакском районе в период посева и появления всходов сои наблюдалась жаркая и сухая погода: средняя температура воздуха за II и III декады мая 21,6 и 20,7 °С соответственно в 2019 и 2020 гг., при практически полном отсутствии осадков – 7 и 3 мм. В летний период избыточно влажным был лишь июнь 2019 г. (ГТК 2,69), в июне 2020 г. наблюдалось недостаточное увлажнение (ГТК 0,72), погода в остальные летние месяцы была очень засушливой (ГТК от 0,18 до 0,42) (табл. 1). В целом период май – сентябрь в 2019 г. был недостаточно увлажненным (ГТК 0,83), в 2020 г. – очень засушливым (ГТК 0,46). Учитывая, что соя – растение муссонного климата и во второй половине лета в период цветения – налива бобов требовательна к влаге [11, 19], можно сделать вывод о том, что погодные условия в степной зоне в годы проведения опытов были неблагоприятными для этой агрокультуры.

Таблица 1

Метеорологические условия в годы исследования

Период	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм			ГТК	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее многолетнее	2019 г.	2020 г.
Май	13,8	19,2	13,4	10,1	30,0	0,35	0,17
Июнь	16,1	17,7	128,0	38,0	42,0	2,69	0,72
Июль	21,3	20,9	12,0	27,0	54,0	0,18	0,42
Август	19,7	20,3	13,0	24,0	49,0	0,21	0,38
Сентябрь	12,0	12,2	37,0	24,0	30,0	1,18	0,84
Май – сентябрь	16,6	18,1	203,4	123,1	205,0	0,83	0,46

Результаты и их обсуждение. Применение удобрений $N_{60}P_{60}$ в сочетании с поливом (вариант ПУ) положительно сказалось на развитии сои – у всех сортов по сравнению с контролем (вариант БК) увеличилось: высота растений – на 14–22 см, количество бобов – на 6–10 шт., семян – на 7–20 шт., масса 1000 семян – на 48–85 г (табл. 2). Но у сортов Сибирячка и Золотистая достоверно (на 4 см) снизилась высота прикрепления нижнего боба. В варианте ПУ у Эльдорадо отмечены максимальные в опыте показатели по высоте стебля – 70 см, количеству бобов и семян на растении – 20 и 43 шт. соответственно; самый крупносемянный сорт Черемшанка – масса 1000 шт. 197 г.

Установлено, что в среднем по сортам применение минеральных удобрений положительно сказывается на засухоустойчивости сортов сои. Наименьшее значение коэффициента засухоустойчивости (STI) в контроле (без внесения удобрений) и в варианте P_{60} – 0,38 и 0,30 соответ-

ственно; наибольшее – в вариантах $N_{60}P_{60}$ и N_{60} – 0,81 и 0,96 (рис. 1). Результаты исследований подтверждают вывод, сделанный нами ранее, о повышенной засухоустойчивости сорта Эльдорадо [20]. Этот сорт имеет наибольший STI в опыте, особенно в вариантах N_{60} и $N_{30}P_{60}$ – 1,35 и 1,34 соответственно. Корреляционный анализ урожайности и STI испытываемых сортов, как и в опытах Р.С. Ержебаевой с соавторами [19], показал сильную положительную связь – $r = 0,836$.

Сорт Эльдорадо в среднем по богаре был самым урожайным – 1,49 т/га с максимумом в варианте $N_{30}P_{60}$ 1,69 т/га – прибавка к стандарту Сибирячка 0,67 и 0,85 т/га соответственно. Но в условиях орошения среднее по этим сортам практически равнозначно – 1,8 т/га, при этом соя Сибирячка показала максимальный в опыте результат 2,92 т/га в варианте $N_{60}P_{60}$, сорт Эльдорадо был вторым с отставанием в 0,36 т/га в варианте N_{60} (табл. 3).

Таблица 2

Структура урожая сортов сои на богаре и поливе в зависимости от условий минерального питания*

Показатель (НСР ₀₅ ***)		Вариант**	Сибирячка, стандарт		Эльдорадо		Золотистая		Черемшанка	
			К	У	К	У	К	У	К	У
Высота, см	растения (6,5)	Б	41	42	48	52	39	47	41	45
		П	41	55	45	70	31	56	39	58
	прикрепления нижнего боба (2,9)	Б	11	10	7	7	13	11	9	10
		П	7	7	8	9	7	9	9	7
Кол-во, шт.	бобов (3,7)	Б	8	8	14	15	7	11	9	11
		П	15	16	15	20	8	15	10	19
	семян (5,8)	Б	15	16	36	40	12	21	15	23
		П	23	29	31	43	16	26	18	35
Масса 1000 семян, г (21,0)		Б	105	126	112	120	100	129	112	128
		П	121	162	129	160	120	160	143	197

Примечание: (*) – здесь и далее средние значения за 2019 и 2020 гг.; (**) – К – контроль; (***) – для частных средних; У – $N_{60}P_{60}$; Б – богара; П – орошение.

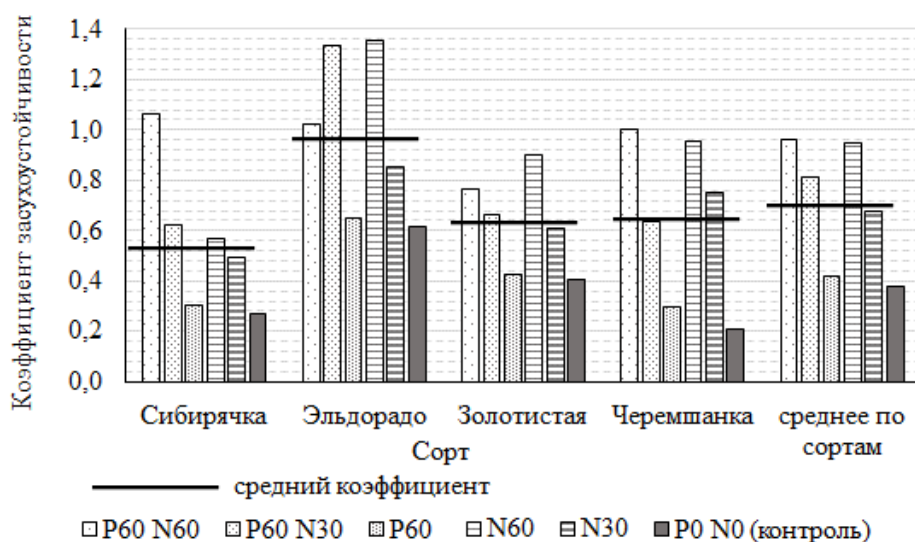


Рис. 1. Коэффициент засухоустойчивости сортов сои в зависимости от условий минерального питания

Таблица 3

Урожайность сортов сои на богаре и поливе в зависимости от условий минерального питания, т/га

Вариант		Сорт (фактор С)				Среднее по фактору		
Фосфор (фактор А)	Азот (фактор В)	Сибирячка, стандарт	Эльдорадо	Золотистая	Черемшанка	А	В	
кг д.в./га								
Богара								
P ₆₀	N ₆₀	1,03	1,51	1,20	1,30	1,14	1,30	
	N ₃₀	0,84	1,69	1,11	1,07			
	0	0,68	1,58	0,96	0,74		1,13	1,18
0	N ₆₀	0,92	1,49	1,49	1,46	1,13		0,94
	N ₃₀	0,87	1,48	1,17	1,18			
	0	0,57	1,20	1,05	0,70		1,14	
Среднее, С		0,82	1,49	1,16	1,07	1,14		
НСР ₀₅ : А – 0,10; В – 0,12; С – 0,13; для частных средних – 0,33								
Орошение								
P ₆₀	N ₆₀	2,92	1,91	1,79	2,17	1,77	2,08	
	N ₃₀	2,09	2,23	1,69	1,67			
	0	1,27	1,16	1,26	1,13		1,59	1,77
0	N ₆₀	1,75	2,56	1,70	1,85	1,59		1,19
	N ₃₀	1,61	1,63	1,46	1,80			
	0	1,35	1,45	1,09	0,83		1,68	
Среднее, С		1,83	1,82	1,50	1,57	1,68		
НСР ₀₅ : А – 0,19; В – 0,23; С – 0,27; для частных средних – 0,65								

Наиболее значимым фактором, определяющим пригодность соевого сырья для переработки, является биохимический состав зерна, от которого во многом зависят питательная ценность и потребительские свойства готовых продуктов [21]. На контроле (без удобрений) все сорта, за исключением Эльдорадо на богаре, были низкобелковыми (по градации ВИР [22]): 30,49–35,48 % на богаре; 31,14–31,94 % на

орошении (табл. 4). Очевидно влияние низкого содержания нитратного азота в пахотном горизонте почвы. На удобренном фоне без полива показатели повысились до среднего уровня – 36,93–38,05 %, при этом у сорта Золотистая белковость семян улучшилась на 7,56 %. На орошении этот сорт также перешел в ранг среднебелковых – 38,17 %, а наилучший результат получен по сорту Черемшанка – 39,96 %.

Таблица 4

Содержание сырого белка и жира в абсолютно сухом веществе семян сортов сои на богаре и поливе в зависимости от условий минерального питания, %

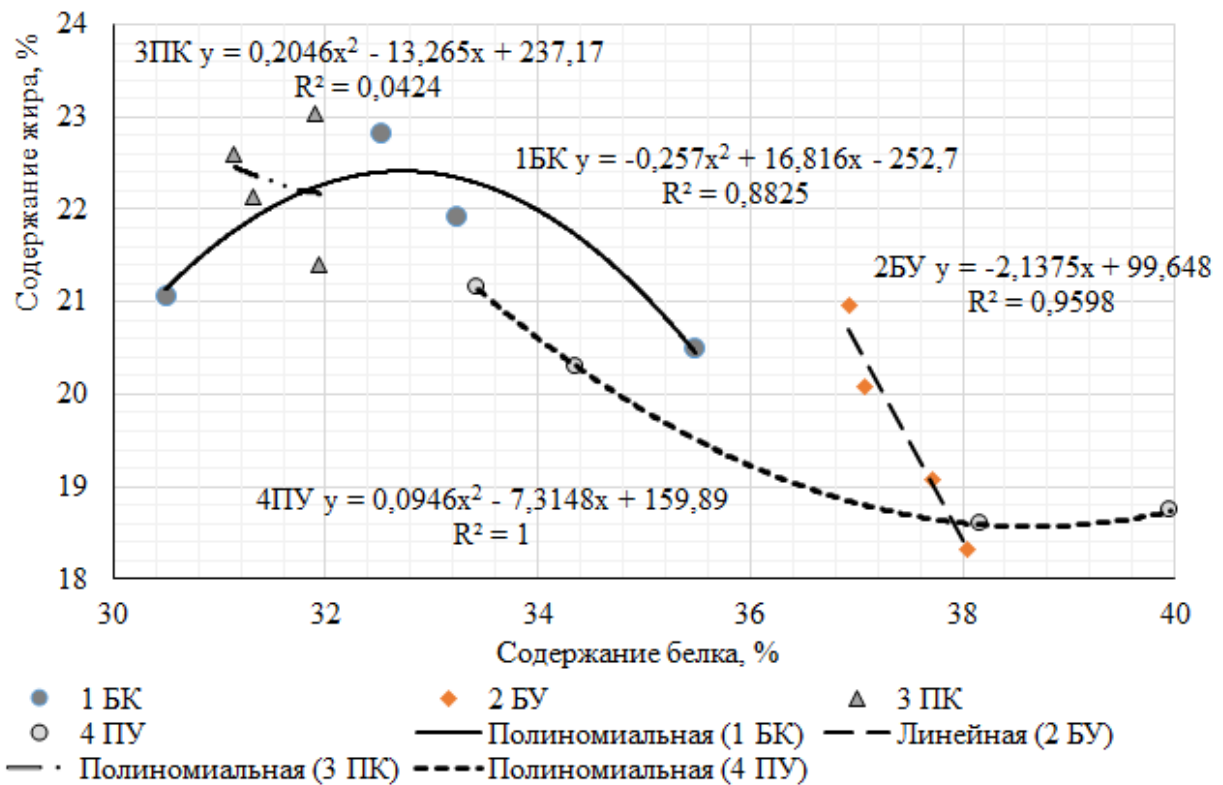
Фон	Вариант	Сорт				Среднее по фону	Среднее по варианту
		Сибирячка, стандарт	Эльдорадо	Золотистая	Черемшанка		
Белок							
Богара	К	33,23	35,48	30,49	32,52	35,19	32,93
	У	36,93	37,72	38,05	37,08		37,45
Орошение	К	31,32	31,90	31,94	31,14	34,03	31,58
	У	34,37	33,43	38,17	39,96		36,48
Среднее по сорту		33,96	34,63	34,66	35,18		
Жир							
Богара	К	21,93	20,51	21,07	22,83	20,60	21,59
	У	20,96	19,07	18,32	20,08		19,61
Орошение	К	22,14	23,04	21,41	22,60	20,99	22,30
	У	20,29	21,14	18,59	18,73		19,69
Среднее по сорту		21,33	20,94	19,85	21,06		

Примечание: К – контроль; У – N₆₀P₆₀.

По содержанию жира в семенах изучаемые сорта в основном можно отнести к группе среднemasличных. На орошении на неудобренном фоне сорта Сибирячка, Черемшанка и особенно Эльдорадо, имеющий максимальный показатель в опыте 23,04 %, проявили себя как высокомасличные генотипы.

Выявлено повышение белковости семян на удобренном фоне по сравнению с контролем: на богаре – на 4,52 %, при орошении – на 4,90 %, – и снижение масличности на 1,98 и 2,61 % соответственно. Это вполне объяснимая ситуация, так как в соотношении содержания белка и жира в семенах сои существует отрицательная корреляция, на которую указывают многочисленные исследования [21]. В нашем опыте особен-

ности сортов и условий их выращивания значительно изменяли силу этой зависимости, а в варианте «орошение-контроль» связи не выявлено (рис. 2), так как при стабильно низкой белковости – от 31,14 до 31,94 % (максимум × 100 / минимум = 102,6 %), масличность семян значительно различалась в зависимости от сорта – от 21,41 до 23,04 % (107,6 %). В остальных условиях связь очень высокая, но лишь в варианте «богара-удобрения» она прямолинейная. Наиболее сильно сортовое разнообразие по качеству семян проявилось на удобренном участке при орошении: белок – от 33,43 до 39,96 % (119,5 %), жир – от 18,59 до 21,14 % (113,7 %), что отражает линия тренда 4ПУ.



1 БК – вариант 1 «богара-контроль», 2 БУ – вариант 2 «богара-удобрения»,
 3 ПК – вариант 3 «орошение-контроль», 4 ПУ – вариант 4 – «орошение-удобрения»

Рис. 2. Корреляционная связь содержания белка и жира в абсолютно сухом веществе семян сортов сои на богаре и поливе в зависимости от условий минерального питания

Заключение. Таким образом, двухлетнее изучение 4 сортов сои сибирского генотипа свидетельствует о их сортовой специфичности на изменение условий увлажнения и минерального питания в степи Омской области. Сорт Эльдorado был самым засухоустойчивым и в среднем по вариантам опыта на богаре наиболее урожайным – 1,49 т/га с максимумом в варианте $N_{30}P_{60}$ 1,69 т/га (прибавка к стандарту Сибирячка 0,67 и 0,85 т/га соответственно). В условиях орошения соя Сибирячка показала максимальный в опыте результат 2,92 т/га в варианте $N_{60}P_{60}$, вторым, с отставанием в 0,36 т/га, был сорт Эльдorado в варианте N_{60} . Выявлено повышение белковости семян на удобренном фоне в сравнении с контролем: на богаре – на 4,52 %, при орошении – на 4,90 %, – и снижение масличности на 1,98 и 2,61 % соответственно. На удобренном фоне без полива белковость семян у всех сортов были на среднем уровне – 36,93–38,05 %, при этом у сорта Золотистая показатель улучшился на 7,56 %. На орошении этот сорт также перешел в ранг среднебелковых – 38,17 %, а наилучший результат получен по сорту Черемшанка – 39,96 %.

Сорта Сибирячка, Черемшанка и особенно Эльдorado, имеющий максимальное в опыте содержание жира в семенах 23,04 %, проявили себя на орошении на неудобренном фоне как высокомасличные генотипы.

Список источников

1. Frederick J.R., Camp C.R., Bauer P.J. Drought-stress effects on branch and mainstem seed yield and yield components of determinate soybean // Crop Science. 2001. Vol. 41 (3). P. 759–763.
2. Sadeghipour O., Abbasi S. Soybean response to drought and seed inoculation // World Applied Sciences Journal. 2012. Vol. 17 (1). P. 55–60.
3. Омелянюк Л.В., Асанов А.М., Танакулов А.Х. Влияние гидротермического обеспечения вегетационного периода на урожайность скороспелой сои в южной лесостепи Омской области // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИМК. 2012. № 1 (150). С. 80–83.

4. Щедрин В.Н. Проблемы эффективного использования орошаемых земель ЮФО (на примере Ростовской области) // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. по мат-лам междунар. науч.-практ. семинара «Опыт и перспективы возделывания сои на орошаемых землях Юга России» (15–16 декабря) 2005 г. / РосНИИПМ. Новочеркасск, 2005. С. 8–17.
5. Посьпаева О.А., Кириченко В.В. Исходный материал сои для селекции на жаро- и засухоустойчивость // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 2. С. 94–98.
6. Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean / L.P. Manavalan [et al.] // Plant and Cell Physiology. 2009. V. 50. N. 7. P. 1260–1276. DOI: 10.1093/pcp/pcp082.
7. Усовершенствование системы земледелия на мелиорируемых землях Омской области. Омск: Издательство ИП Е.А. Макшеевой, 2018. 32 с.
8. Перспективы использования данных дистанционного зондирования в оценке состояния мелиоративных систем и эффективности использования мелиорированных земель / Н.Н. Дубенок [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16, № 3. С. 96–104.
9. Тимохин А.Ю., Бойко В.С. Зернобобовые культуры в системе орошаемого агроценоза. Омск: Омский АНЦ, 2021. 164 с.
10. Изучение скороспелой коллекции сои в условиях северного, восточного и юго-восточного Казахстана / С.В. Дидоренко [и др.] // Исследования, результаты. 2017. № 4. С. 294–304.
11. Соя на орошении – 2020. URL: <https://co-ko.ru/ru/news/2044>.
12. Балакай Г.Т., Васильев С.М., Бабичев А.Н. Концепция дождевальнoй машины нового поколения для технологии прецизионного орошения // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017. № 2 (26). С. 1–18. URL: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec477-field6.pdf.
13. Morel F. La vitrine haute-technologie du soja // Progress. 2000. № 1157. P. 18–20.
14. Влияние орошения, удобрения и фактора сорта на урожайность сои в условиях Нижнего Поволжья / В.В. Толоконников [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 3 (63). С. 95–104.
15. Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 255 с.
16. Методические рекомендации по оценке качества зерна в процессе селекции. Харьков, 1982. 56 с.
17. Fernandez G.C.J. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress Tolerance. Asian Vegetable Research and Development Centre. Taiwan, 1992. P. 257–270.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд. М.: Колос, 1985. 351 с.
19. Поиск источников засухоустойчивости среди новой коллекции сои (*Glycine Max*) в условиях юго-востока Казахстана / П.С. Ержебаева [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 3 (31). С. 63–73. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11116.
20. Омелянюк Л.В., Асанов А.М. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СибНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 17–20.
21. Оценка биохимического состава соевого зерна в сравнительно-сортовом аспекте / О.В. Литвиненко [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2020. № 10. С. 51–59.
22. Международный классификатор СЭВ рода *Glycine Willd.* / сост. Л. Щелко [и др.]. Л.: ВИР, 1990. 49 с.

References

1. Frederick J.R., Camp C.R., Bauer P.J. Drought-stress effects on branch and mainstem seed yield and yield components of determinate soybean // Crop Science. 2001. Vol. 41 (3). P. 759–763.
2. Sadeghipour O., Abbasi S. Soybean response to drought and seed inoculation // World Applied Sciences Journal. 2012. Vol. 17 (1). P. 55–60.

3. *Omelyanyuk L.V., Asanov A.M., Tanakulov A.H.* Vliyanie gidrotermicheskogo obespecheniya vegetacionnogo perioda na urozhajnost' skorospel'noj soi v yuzhnoj lesostepi Omskoj oblasti // *Maslichnye kul'tury: nauch.-tehn. byul. VNIIMK.* 2012. № 1 (150). S. 80–83.
4. *Schedrin V.N.* Problemy `effektivnogo ispol'zovaniya oroshaemyh zemel' YuFO (na primere Rostovskoj oblasti) // *Puti povysheniya `effektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sb. nauch. tr. po mat-lam mezhdunar. nauch.-prakt. seminarov «Opyt i perspektivy vzdelyvaniya soi na oroshaemyh zemlyah Yuga Rossii» (15–16 dekabrya) 2005 g. / RosNIIPM. Novocherkassk, 2005. S. 8–17.*
5. *Posylaeva O.A., Kirichenko V.V.* Ishodnyj material soi dlya selekcii na zharo- i zasuhoustojchivost' // *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* 2014. № 2. S. 94–98.
6. Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean / *L.P. Manavalan [et al.] // Plant and Cell Physiology.* 2009. V. 50. N. 7. P. 1260–1276. DOI: 10.1093/pcp/pcp082.
7. Uovershenstvovanie sistemy zemledeliya na melioriruemym zemlyah Omskoj oblasti. Omsk: Izdatel'stvo IP E.A. Maksheevoj, 2018. 32 s.
8. Perspektivy ispol'zovaniya dannyh distancionnogo zondirovaniya v ocenke sostoyaniya meliorativnyh sistem i `effektivnosti ispol'zovaniya meliorirovannyh zemel' / *N.N. Dubenok [i dr.] // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa.* 2019. T. 16, № 3. S. 96–104.
9. *Timohin A.Yu., Bojko V.S.* Zernobobovye kul'tury v sisteme oroshaemogo agrocenoza. Omsk: Omskij ANC, 2021. 164 s.
10. Izuchenie skorospel'noj kollekcii soi v usloviyah severnogo, vostochnogo i yugo-vostochnogo Kazahstana / *S.V. Didorenko [i dr.] // Issledovaniya, rezul'taty.* 2017. № 4. S. 294–304.
11. Soya na oroshenii – 2020. URL: <https://coko.ru/ru/news/2044>.
12. *Balakaj G.T., Vasil'ev S.M., Babichev A.N.* Konceptiya dozhd'eval'noj mashiny novogo pokoleniya dlya tehnologii precizionnogo orosheniya // *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii.* 2017. № 2 (26). S. 1–18. URL: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec477-field6.pdf.
13. *Morel F.* La vitrine haute-technologie du soja // *Progress.* 2000. № 1157. P. 18–20.
14. Vliyanie orosheniya, udobreniya i faktora sorta na urozhajnost' soi v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya / *V.V. Tolokonnikov [i dr.] // Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vyshee professional'noe obrazovanie.* 2021. № 3 (63). S. 95–104.
15. *Pleshkov B.V.* Praktikum po biohimii rastenij. 3-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 255 s.
16. Metodicheskie rekomendacii po ocenke kachestva zerna v processe selekcii. Har'kov, 1982. 56 s.
17. *Fernandez G.C.J.* Effective selection criteria for assessing stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress Tolerance. Asian Vegetable Research and Development Centre. Taiwan, 1992. P. 257–270.
18. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta. 5-e izd. M.: Kolos, 1985. 351 s.
19. Poisk istochnikov zasuhoustojchivosti sredi novoj kollekcii soi (*Glycine Max*) v usloviyah yugo-vostoka Kazahstana / *R.S. Erzhebaeva [i dr.] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury.* 2019. № 3 (31). S. 63–73. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11116.
20. *Omelyanyuk L.V., Asanov A.M.* Produktivnost' obrazcov zernobobovyh kul'tur, sozdannyh v GNU SibNIISH, v zavisimosti ot pogodnyh uslovij vegetacionnogo perioda // *Dostizheniya nauki i tehniki APK.* 2013. № 5. S. 17–20.
21. Ocenka biohimicheskogo sostava soevogo zerna v sravnitel'no-sortovom aspekte / *O.V. Litvinenko [i dr.] // Vestnik KrasGAU.* 2020. № 10. S. 51–59.
22. *Mezhdunarodnyj klassifikator S`EV roda Glycine Willd. / sost. L. Schelko [i dr.]. L.: VIR,* 1990. 49 s.

Информация об авторах:

Акимбек Мырзаевич Асанов¹, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции зернобобовых культур, кандидат сельскохозяйственных наук

Людмила Валентиновна Омелянюк², главный научный сотрудник лаборатории селекции зернобобовых культур, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Василий Сергеевич Бойко³, главный научный сотрудник агротехнологического центра, заместитель директора по научной работе, доктор сельскохозяйственных наук

Артем Юрьевич Тимохин⁴, старший научный сотрудник, руководитель агротехнологического центра, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Akimbek Myrzaevich Asanov¹, Leading Researcher, Head of the Laboratory of Breeding Leguminous Crops, Candidate of Agricultural Sciences

Lyudmila Valentinovna Omelyanyuk², Chief Researcher, Laboratory of Breeding Leguminous Crops, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

Vasily Sergeevich Boyko³, Chief Researcher, Agrotechnological Center, Deputy Director for Research, Doctor of Agricultural Sciences

Artem Yurievich Timokhin⁴, Senior Researcher, Head of the Agrotechnological Center, Candidate of Agricultural Sciences

