

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. В. Дубовик, доктор сельскохозяйственных наук, Е. В. Дубовик, доктор биологических наук, А. В. Шумаков, С. И. Кривошеев, кандидаты сельскохозяйственных наук

Курский федеральный аграрный научный центр,
305021, Курск, ул. Карла Маркса, 70 б
E-mail: dubovikdm@yandex.ru

Исследования проводили с целью отбора наиболее перспективных для условий Курской области сортов сои по результатам оценки их экологической адаптивности, урожайности и качества зерна. Работу выполняли на черноземе типичном мощном тяжелосуглинистом в 2020–2022 гг. Изучали 26 сортов сои из 5 селекционных центров. За период вегетации сои ГТК в 2020 г. был равен 0,78, в 2021 г. – 1,20, в 2022 г. – 1,33. Наибольшей экологической пластичностью ($b_i=2,01...2,91$) характеризовались сорта Фарта, Киото, Аванта, Спарта, Кофу, Зуша, Шатиловская 17, Кассиди, урожайность которых составляла 2,17...2,64 т/га, наименьшей – сорт Бара ($b_i=0,44$, урожайность – 1,90 т/га). В условиях Курской области все изучаемые сорта демонстрировали высокую экологическую стабильность ($S_i^2=0,01...0,65$), наибольшей она была у сортов Элана и Арлета ($S_i^2=0,01$). По гомеостатичности сортов лучшими были сорта Бара (Нот=14,29), Опус (Нот=10,70), Ирбис (Нот=8,58) и Баргузин (Нот=7,65). По показателю агрономической стабильности все изучаемые сорта пригодны для выращивания в Курской области ($As>70\%$). Наибольшей величиной этого показателя ($As=98,7...97,1\%$) характеризовались сорта Бара, Опус, Ирбис и Баргузин. В среднем за годы исследований среди раннеспелых сортов самую высокую урожайность сформировала Нордика (2,54 т/га), наименьшую – Казачка (1,93 т/га). У сортов среднеранней группы спелости наиболее высокий сбор семян отмечен у сорта Кофу (2,61 т/га). Урожайность остальных сортов этой группы спелости (Зуша, Славия, Киото, Кассиди и Амадеус) была ниже на 0,19...0,48 т/га. У ранних сортов самое высокое содержание белка в зерне отмечено у сорта Хана (45,9 %), в среднеранней группе – у сорта Амадеус (45,6 %). В целом для условий Курской области можно рекомендовать ранние сорта Нордика, Хана, Опус, Осмонь (урожайность 2,34...2,54 т/га), среднеранние сорта – Киото, Кофу (2,42...2,61 т/га), для ранней уборки – ультраскороспелый сорт Бара.

ECOLOGICAL PLASTICITY, YIELD AND GRAIN QUALITY OF VARIOUS SOYBEAN VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF KURSK REGION

D. V. Dubovik, E. V. Dubovik, A. V. Shumakov, S. I. Krivosheev

Federal Agricultural Kursk Research Center,
305021, Kursk, ul. Karla Marksa, 70b,
E-mail: dubovikdm@yandex.ru

The purpose of the research is to select the most promising soybean varieties for the conditions of the Kursk region, based on the results of an assessment of their environmental stability and plasticity, the level of yield and grain quality. The research was carried out in a field experiment on typical heavy-loamy chernozem (Kursk Region, Kursk District) in 2020–2022. 26 soybean varieties from 5 breeding centers were studied. During the growing season of soybeans, the HTC in 2020 amounted to 0.78, 2021 – 1.20, 2022 – 1.33. It was found that the varieties Farta, Kyoto, Avanta, Sparta, Kofu, Zusha, Shatilovskaya 17, Cassidy ($b_i=2.01-2.91$) were characterized by the greatest ecological plasticity at a yield level of 2.17...2.64 t/ha, and the Bar variety ($b_i=0.44$) was the least, the yield is 1.90 t/ha. Under the conditions of the Kursk region, all the studied varieties demonstrate high ecological stability ($S_i^2=0.01-0.65$) – Elana and Arleta were the most stable ($S_i^2=0.01$). According to the homeostaticity of the varieties, the best were Bara (Hom=14.29), Opus (Hom=10.70), Irbis (Hom=8.58) and Barguzin (Hom=7.65). According to the indicator of agronomic stability, all the studied varieties are suitable for production under the conditions of Kursk Region ($As>70\%$). The varieties Bara, Opus, Irbis and Barguzin had the greatest agronomic stability ($As=98.7-97.1\%$). On average, over the years of research, among the early-ripening varieties, the highest yield was formed by the Nordic (2.54 t/ha), the lowest by the Cossack (1.93 t/ha). In varieties of medium-early ripeness, the highest grain yield is observed in the Kofu variety (2.61 t/ha). The yield of the other varieties of this group of ripeness (Zusha, Slavia, Kyoto, Cassidy and Amadeus) was lower than that of Kofu by 0.19-0.48 t/ha. In early varieties, the highest protein content in grain was in the Hana variety (45.9%), in the middle early group – from 45.6% in the Amadeus variety. For the conditions of the Kursk region, early varieties of Nordica, Hana, Opus, Osmon are recommended (yield 2.34... 2.54 t/ha), medium-early varieties – Kyoto, Kofu (2.42...2.61 t/ha), for early harvesting – ultra-ripe Bar variety.

Ключевые слова: соя (*Glycine max*), сорт, экологическая пластичность и стабильность, гомеостатичность, агрономическая стабильность, урожайность, белок.

Key words: soybeans (*Glycine max*), variety, ecological plasticity and stability, homeostaticity, agronomic stability, yield, protein.

На сегодняшний день соя (*Glycine max*) стала ведущей зернобобовой культурой в России. Интерес сельхозтоваропроизводителей к ее выращиванию обусловлен высоким спросом на растительный белок [1]. Как известно, содержание белка в сое гораздо выше, чем у других зернобобовых культур, и может достигать 50 %. Кроме того, семена сои содержат достаточно большое количество жиров (до 30 %), что дополнительно делает ее ценной масличной культурой

[2]. В России площадь посевов сои значительно выросла благодаря высокой пластичности этой культуры к климатическим условиям, а также появлению новых раннеспелых сортов [3].

Значительное расширение производства сои произошло в Центрально-Черноземном регионе, на долю которого приходится 82 % посевов в Центральном федеральном округе [4]. Курская область входит в число лидеров по производству сои. Начиная с 2010 г., посевные

площади этой культуры неуклонно растут и за последние 12 лет увеличились в 7,5 раза. В 2022 г. в Курской области соя занимала 312,3 тыс. га, что составляет 15 % от площади всех посевов [5]. Однако такое расширение сопровождается сокращением посевов других, не менее важных, культур и поэтому имеет ограниченный потенциал, особенно в региональном масштабе. Наиболее перспективный путь увеличения валовых сборов продукции – повышение урожайности путем освоения современных технологий возделывания [6, 7].

Сорт – биологическая основа любой агротехнологии. При правильном выборе он может обеспечить до 50 % прироста урожайности [8]. Наряду с высокой потенциальной продуктивностью, сорт должен быть адаптивным к стрессовым погодным условиям (жара,

засуха, заморозки), обладать устойчивостью к патогенам [9], устойчивостью к полеганию и растрескиванию бобов, дружностью созревания [10, 11, 12].

Цель исследований – отбор наиболее перспективных сортов сои для условий Курской области по результатам оценки параметров экологической адаптивности, уровня урожайности и качества зерна.

Методика. Работу выполняли в полевом опыте в ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская область, Курский район, п. Черемушки) в 2020–2022 гг. Изучали 26 сортов сои, 5 селекционных центров (табл. 1).

Все исследуемые сорта внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, большинство из них районированы

Табл. 1. Краткая характеристика изучаемых сортов сои

Сорт	Краткая характеристика сорта
ФГБНУ Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур	
Зуша	среднеранний, полудетерминантный, вегетационный период – 110 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 18,8 ц/га, максимальная – 37,5 ц/га, белок – 33,6 %, жир – 24,4 %
Осмонь	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 110 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 20 ц/га, максимальная – 35,5 ц/га, белок – 31,7 %, жир – 22,9 %
Шатиловская 17	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 105 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 24,4 ц/га, максимальная – 36,5 ц/га, белок – 37,0 %, жир – 21,5 %
ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта»	
Баргузин	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 110 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 23,9 ц/га, максимальная – 38,2 ц/га, белок – 35,3 %, жир – 22,0 %
Пума	ранний, детерминантный, вегетационный период – 103 дня, средняя урожайность в ЦЧР – 20,2 ц/га, максимальная – 41,4 ц/га, белок – 36,8 %, жир – 21,6 %
Вита	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 111 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 22,6 ц/га, максимальная – 32,6 ц/га, белок – 34,8 %, жир – 21,8 %
Лири	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 95 дней, средняя урожайность – 17,7 ц/га, максимальная – 28,3 ц/га, белок – 36,7 %, жир – 23,9 %
Славия	среднеранний, индетерминантный, вегетационный период – 108 дней, средняя урожайность – 13,6 ц/га, максимальная – 27,2 ц/га, белок – 37,4 %, жир – 23,0 %
Олимпия	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 110 дней, средняя урожайность – 14,1 ц/га, максимальная – 30,7 ц/га, белок – 34,2 %, жир – 24,8 %
Ирбис	среднеранний, детерминантный, вегетационный период – 130 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 11,6 ц/га, максимальная – 35,0 ц/га, белок – 37,8 %, жир – 21,3 %
ООО Компания «СОКО»	
Бара	ультраскороспелый, полудетерминантный, вегетационный период – 90 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 26,4 ц/га, максимальная – 37,8 ц/га, белок – 40,6 %, жир – 22,7 %
Аванта	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 106 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 22,8 ц/га, максимальная – 34,6 ц/га, белок – 35,9 %, жир – 22,0 %
Спарта	ранний, детерминантный, вегетационный период – 101 день, средняя урожайность – 16,5 ц/га, максимальная – 28,6 ц/га, белок – 38,0 %, жир – 21,1 %
Элана	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 107 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 27,2 ц/га, максимальная – 43,6 ц/га, белок – 34,6 %, жир – 21,1 %
Уника	ранний, детерминантный, вегетационный период – 109 день, средняя урожайность в ЦЧР – 27,0 ц/га, максимальная – 42,1 ц/га, белок – 34,4 %, жир – 22,2 %
Арлета	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 107 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 18,4 ц/га, максимальная – 38,9 ц/га, белок – 37,6 %, жир – 24,4 %
Фарта	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 108 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 25,4 ц/га, максимальная – 41,0 ц/га, белок – 33,2 %, жир – 21,0 %
ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр	
Казачка	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 100 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 21,7 ц/га, максимальная – 44,8 ц/га, белок – 34,0 %, жир – 24,4 %
SEMENCES PROGRAIN INC.	
Сибиря	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 110 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 22,8 ц/га, максимальная – 44,3 ц/га, белок – 36,1 %, жир – 22,0 %
Хана	ранний, детерминантный, вегетационный период – 120 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 26,3 ц/га, максимальная – 48,5 ц/га, белок – 39,2 %, жир – 20,4 %
Киото	среднеранний, детерминантный, вегетационный период – 125 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 19,8 ц/га, максимальная – 45,4 ц/га, белок – 34,0 %, жир – 24,2 %
Нордика	ранний, индетерминантный, вегетационный период – 115 дней, средняя урожайность – 22,7 ц/га, максимальная – 31,1 ц/га, белок – 40,2 %, жир – 19,7 %
Опус	ранний, детерминантный, вегетационный период – 110 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 19,8 ц/га, максимальная – 43,4 ц/га, белок – 34,6 %, жир – 23,8 %
Кофу	среднеранний, полудетерминантный, вегетационный период – 110 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 21,4 ц/га, максимальная – 44,9 ц/га, белок – 32,9 %, жир – 24,8 %
Кассиди	среднеранний, детерминантный, вегетационный период – 120 дней, средняя урожайность в ЦЧР – 20,5 ц/га, максимальная – 45,6 ц/га, белок – 34,2 %, жир – 23,8 %
Амадеус	среднеранний, индетерминантный, вегетационный период – 123 дня, средняя урожайность в ЦЧР – 26,4 ц/га, максимальная – 42,9 ц/га, белок – 43,0 %, жир – 18,9 %

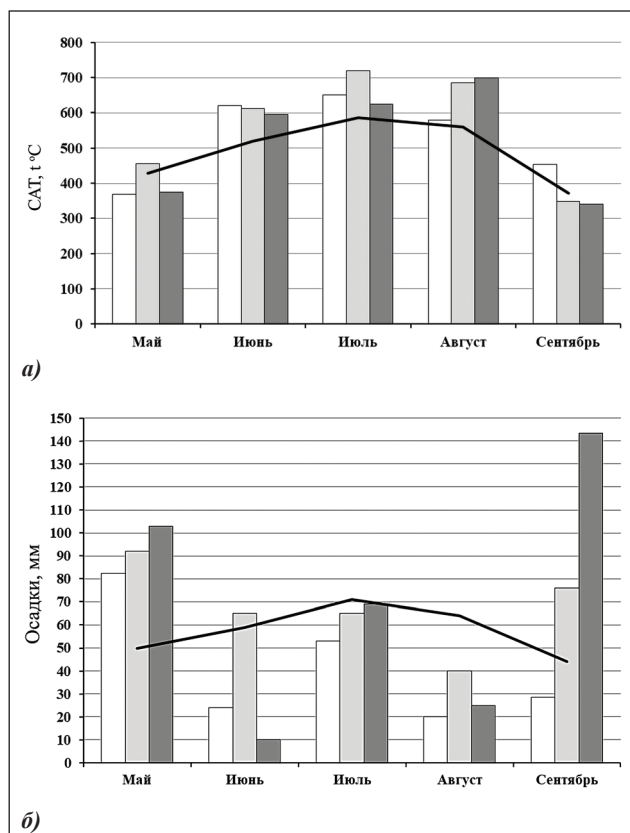


Рис. 1. Метеоусловия периодов вегетации сои в годы проведения исследований: а) сумма активных температур (ΣT, °C), б) сумма осадков: □ – 2020 г., ■ – 2021 г., ■ – 2022 г., — — — — — среднеемноголетнее.

в Центрально-Черноземном регионе, исключение составляют сорта Лира, Славия, Олимпия и Спарта, которые районированы по Северо-Кавказскому региону, а также Нордика – по Дальневосточному региону [13].

Показатели экологической адаптивности рассчитывали по урожайности семян сои. Линейная регрессия (b_i), которая характеризует экологическую пластичность сорта, и дисперсию (S_i^2), отражающую стабильность, рассчитывали по методике S. A. Eberhart and B. A. Russel [14, 15]. Так же определяли гомеостатичность (Hom) и коэффициент агрономической стабильности (As) [16].

Погодные условия лет исследований (2020–2022 гг.) были разнообразными. Сумма активных температур (ΣT, °C) в мае в 2021 г. находилась в пределах нормы, а в 2020 и 2022 гг. была ниже среднеемноголетних значений на 59 и 54 °C соответственно. За вегетационный период сои, в годы исследований, сумма активных температур превышала среднеемноголетнюю на 167...357 °C (рис. 1).

Атмосферные осадки характеризовались неравномерностью выпадения в течение вегетационного периода. Во все годы исследований в мае их сумма превышала среднеемноголетние значения на 32...53 мм.

Почва опытного участка – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый. Среднее содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое составляло 5,1 %, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 190 и 136 мг/кг соответственно. Реакция почвенной среды слабокислая ($pH_{KCl} = 5,3$ ед.).

Посев сои осуществляли широкорядным способом (ширина междурядий 45 см). В остальном агротехника возделывания была общепринятой для региона. Площадь делянки 108 м², повторность 3-х кратная. Содержание

белка в семенах сои определяли по ГОСТ 10846-91, масла – по ГОСТ ISO 659-2017.

Показатели урожайности и содержания белка обрабатывали методом кластерного анализа в программе Statistica: мера сходства – Евклидово расстояние, метод группировки – метод ближайшего соседа. Статистическую обработку данных осуществляли методами дисперсионного и регрессионного анализов с использованием программ Microsoft Excel и Statistica.

Результаты и обсуждение. Наименее благоприятным для возделывания сои оказался 2020 г. ($I_j = -0,16$), наилучшие условия сложились в 2021 г. ($I_j = 0,15$), в 2022 г. I_j был равен всего 0,02, но в целом погодные условия способствовали росту и развитию изучаемых сортов сои (табл. 2).

Табл. 2. Урожайность сортов сои, индекс условий среды, экологическая пластичность и стабильность

Сорт	Урожайность, т/га			ΣX_i	X_i	b_i	S_i^2
	2020 г.	2021 г.	2022 г.				
Зуша	1,87	2,53	2,11	6,51	2,17	2,53	0,02
Осмонь	2,13	2,27	2,61	7,01	2,34	1,07	0,02
Шатиловская 17	1,81	2,35	2,38	6,54	2,18	2,28	0,13
Баргузин	2,25	2,30	2,17	6,72	2,24	0,59	0,05
Пума	1,99	2,07	1,89	5,95	1,98	0,62	0,04
Вита	1,85	1,87	2,03	5,75	1,92	0,52	0,02
Лира	2,00	2,03	2,27	6,30	2,10	0,62	0,08
Славия	2,21	2,28	2,14	6,63	2,21	0,64	0,06
Олимпия	2,20	2,46	1,94	6,60	2,20	1,15	0,03
Ирбис	1,97	2,01	1,92	5,90	1,97	0,51	0,13
Бара	1,90	1,92	1,87	5,69	1,90	0,44	0,02
Аванта	1,85	2,55	2,52	6,92	2,31	2,82	0,04
Спарта	1,80	2,53	2,26	6,59	2,20	2,82	0,07
Элана	2,08	2,12	2,23	6,43	2,14	0,61	0,01
Уника	1,88	2,15	2,02	6,05	2,02	1,28	0,02
Арлета	1,95	2,09	2,37	6,41	2,14	1,01	0,01
Фарта	1,82	2,54	2,56	6,92	2,31	2,91	0,09
Казачка	1,76	2,21	1,82	5,79	1,93	1,78	0,09
Сибиря	2,34	2,47	2,21	7,02	2,34	0,83	0,04
Хана	2,42	2,65	2,21	7,28	2,43	1,12	0,11
Киото	1,90	2,58	2,78	7,26	2,42	2,86	0,24
Нордика	2,43	2,56	2,62	7,61	2,54	0,98	0,20
Опус	2,30	2,40	2,33	7,03	2,34	0,80	0,19
Кофу	2,43	3,14	2,25	7,82	2,61	2,62	0,07
Кассиди	2,02	2,52	2,13	6,67	2,22	2,01	0,65
Амадеус	1,90	2,38	2,11	6,39	2,13	1,96	0,05
ΣX_j	53,06	60,98	57,45	171,49	57,26		
X_j	2,04	2,35	2,22				
I_j	-0,16	0,15	0,02				
HCp_{05}	0,30	0,32	0,35				

Наибольшей пластичностью ($b_i=2,01...2,91$) отличались сорта Фарта, Киото, Аванта, Спарта, Кофу, Зуша, Шатиловская 17, Кассиди. Они отнесены к группе интенсивных. Пластичность сортов Бара, Баргузин, Пума, Вита, Лира, Славия, Ирбис, Элана, Опус, Сибиря находилась на уровне $b_i=0,44...0,83$, что дает возможность считать их экстенсивными. Сорта Нордика, Арлета, Осмонь, Хана относятся к группе соответствующих условиям выращивания ($b_i=0,98...1,12$). Наибольшей пластичностью ($b_i=2,01...2,91$) отличались сорта Фарта, Киото, Аванта, Спарта, Кофу, Зуша, Шатиловская 17, Кассиди. Они отнесены к группе интенсивных. Пластичность сортов Бара, Баргузин, Пума, Вита, Лира, Славия, Ирбис, Элана, Опус, Сибиря находилась на уровне $b_i=0,44...0,83$, что дает возможность считать их экстенсивными. Сорта Нордика, Арлета, Осмонь, Хана относятся к группе соответствующих условиям выращивания ($b_i=0,98...1,12$).

Все изучаемые сорта в условиях Курской области продемонстрировали довольно высокую экологическую стабильность. Наибольшей величиной этого показателя характеризовались сорта Элана и Арлета ($S_i^2=0,01$). Кроме того, достаточно высоким уровнем экологиче-

Табл. 3. Селекционная ценность и агрономическая стабильность сортов сои

Сорт	Урожайность, т/га (среднее за 2020–2022 гг.)	Hom	As
Зуша	2,17	1,41	84,61
Осмонь	2,34	2,21	89,44
Шатиловская 17	2,18	1,48	85,29
Баргузин	2,24	7,65	97,07
Пума	1,98	4,36	95,45
Вита	1,92	3,72	94,85
Ли́ра	2,10	2,98	92,95
Славия	2,21	6,98	96,83
Олимпия	2,20	1,86	88,18
Ирбис	1,97	8,58	97,71
Бара	1,90	14,29	98,67
Аванта	2,31	1,34	82,84
Спарта	2,20	1,31	83,20
Элана	2,14	5,91	96,38
Уника	2,02	3,01	93,30
Арлета	2,14	2,13	89,99
Фарта	2,31	1,26	81,72
Казачка	1,93	1,52	87,34
Сибиря	2,34	4,21	94,44
Хана	2,43	2,68	90,93
Киото	2,42	1,27	80,94
Нордика	2,54	6,63	96,17
Опус	2,34	10,70	97,81
Кофу	2,61	1,44	81,95
Кассиди	2,22	1,88	88,18
Амадеус	2,13	1,89	88,70
НСР ₀₅	0,23		

ской стабильности (Si^2 от 0,02 до 0,09) отличались сорта Зуша, Баргузин, Пума, Вита, Ли́ра, Славия, Бара, Аванта, Спарта, Уника, Фарта, Казачка, Сибиря, Кофу. Самой низкой она была у сорт Кассиди ($Si^2=0,65$).

Наиболее ценным по гомеостатичности оказался сорт Бара ($Hom=14,29$). Также следует отметить высокую величину этого показателя ($Hom=7,65...10,70$) у сортов Опус, Ирбис и Баргузин (табл. 3).

Согласно расчету агрономической стабильности генотипов, характеризующей их хозяйственную ценность, все изучаемые сорта были пригодными для возделывания в условиях Курской области ($As > 70$ %). Наибольшей ($As=97,07...98,67$ %) она была у сортов Бара, Опус, Ирбис и Баргузин (см. табл. 3).

Урожайность сорта зачастую зависит от срок созревания семян. Большинство изучаемых сортов (73 %) отнесены к группе раннеспелых. Среди них наибольшую урожайность формировал сорт Нордика (2,54 т/га). У сортов Осмонь, Аванта, Фарта, Хана и Опус отмечено несущественное снижение величины этого показателя, по сравнению с Нордикой, на 0,11...0,23 т/га. Самое значительное уменьшение урожайности (на 20,5...24,4 %), по отношению к лучшему сорту, установлено для сортов Пума, Вита, Ирбис, Уника и Казачка.

Среди среднеранних наибольшим сбором семян отличался сорт Кофу (2,61 т/га). У остальных сортов этой группы спелости (Зуша, Славия, Киото, Кассиди и Амадеус) урожайность была ниже на 0,19...0,48 т/га.

Отдельно следует отметить ультраранний сорт Бара. Несмотря на наименьшую в опыте урожайность (1,90 т/га), он ценен тем, что служит хорошим предшественником для озимых зерновых культур благодаря раннему сроку уборки. Поскольку его растягивание при возделывании ранних и средних сортов приводит к невозможности посева озимых в оптимальный период [17].

Среди ранних сортов наибольшее содержание белка в семенах отмечено у сорта Хана (45,9 %), наименьшее – у сорта Казачка (38,3 %). У сортов Осмонь, Баргузин, Вита, Ли́ра, Олимпия, Спарта, Элана, Уника, Арлета, Фарта, Сибиря, Нордика величина этого показателя различалась не существенно и варьировала в пре-

делах 40,1...42,0 %. У сортов Шатиловская 17, Пума, Ирбис, Опус содержание белка находилось в пределах 42,7...43,8 % (табл. 4). Величина этого показателя у ультрараннего сорта Бара находилась на уровне 41,8 %, что близко к среднегрупповому значению (41,6 %).

Среди среднеранних сортов максимальное в опыте содержание белка отмечено в семенах сорта Амадеус (45,6 %), минимальное – у сорта Славия (39,6 %). У остальных изучаемых сортов этой группы спелости оно было существенно ниже, чем у сорта Амадеус, на 2,2...5,0 %.

Табл. 4. Качество зерна сортов сои (среднее за 2020–2022 гг.)

Сорт	Содержание белка, %	Содержание масла, %
ФГБНУ ФНЦ ЗБК		
Зуша	42,1	21,0
Осмонь	41,8	21,1
Шатиловская 17	43,0	19,7
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК		
Баргузин	41,4	20,2
Пума	42,5	20,0
Вита	41,0	19,6
Ли́ра	40,6	19,8
Славия	39,6	19,7
Олимпия	40,4	19,6
Ирбис	42,7	19,3
ООО Компания «СОКО»		
Бара	41,8	21,2
Аванта	39,5	21,3
Спарта	40,3	20,3
Элана	40,5	22,9
Уника	40,3	20,9
Арлета	41,4	20,4
Фарта	40,1	20,2
ФГБНУ ФРАНЦ		
Казачка	38,3	21,0
SEMENCES PROGRAIN INC.		
Сибиря	42,0	19,6
Хана	45,9	16,9
Киото	43,2	19,8
Нордика	41,1	20,0
Опус	43,8	19,0
Кофу	40,6	20,3
Кассиди	43,4	18,9
Амадеус	45,6	18,0
t_{05}	$t_{\phi}=4,22 > t_{\text{ст}}=2,06$	$t_{\phi}=2,12 > t_{\text{ст}}=2,06$

Содержание масла в семенах сои снижалось по мере роста количества белка, что закономерно и подтверждается обратной высокой корреляционной связью ($r=-0,71$ $\alpha=0,05$).

По результатам кластерного анализа сорта сои были сгруппированы в два кластера (рис. 2). В первый вошли сорта Зуша, Сибиря, Осмонь, Бара, Пума, Ирбис, Шатиловская 17, Киото, Кассиди, Опус, Хана, Амадеус, которые характеризуются высокой и стабильной по годам урожайностью, а также высоким содержанием

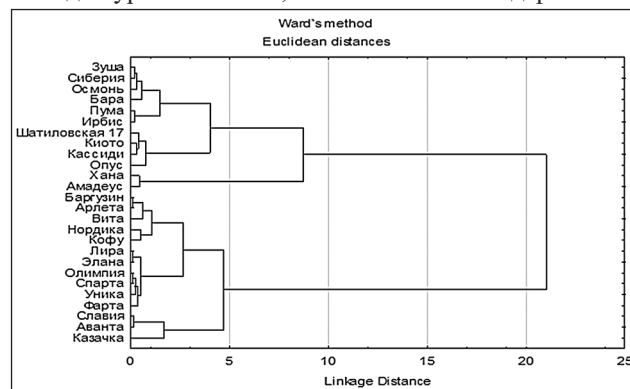


Рис. 2. Кластерный анализ сортов сои по критерию наибольшего сходства урожайности и белка.

белка. Сорты второго кластера (Баргузин, Арлета, Вита, Нордика, Кофу, Лира, Олимпия, Спарта, Уника, Фарта, Славия, Аванта, Казачка) реализуют генетический потенциал продуктивности и содержания белка только при благоприятных факторах внешней среды.

Выводы. В условиях Курской области все изучаемые сорта показывают высокую экологическую стабильность. Наибольшей она была у сортов Элана и Арлета ($S_i^2=0,01$), самой низкой – у сорта Кассиди ($S_i^2=0,65$). Максимальной в опыте экологической пластичностью отличаются сорта Фарта, Киото, Аванта, Спарта, Кофу, Зуша, Шатиловская 17, Кассиди ($b_i=2,01\dots2,91$), наименьшей – сорт Бара ($b_i=0,44$). Самой высокой гомеостатичностью характеризуются сорта Бара ($Hom=14,29$), Опус ($Hom=10,70$), Ирбис ($Hom=8,58$) и Баргузин ($Hom=7,65$). По показателю агрономической стабильности все изучаемые сорта пригодны для выращивания в условиях Курской области ($As>70\%$).

Среди раннеспелых сортов наибольшая урожайность зафиксирована у сорта Нордика (2,54 т/га), самое высокое содержание белка – у сорта Хана (45,9 %). Среди сортов среднеранней спелости наибольшими величинами этих показателей характеризовались соответственно сорта Кофу (2,61 т/га) и Амадеус (45,6 %).

Для возделывания в почвенно-климатических условиях Курской области по оптимальному сочетанию урожайности и содержания белка в зерне из ранних можно рекомендовать сорта Нордика, Хана, Опус, Осмонь (урожайность 2,34...2,54 т/га, содержание белка 41,1...45,9 %), из среднеранних – Киото, Кофу (урожайность 2,42...2,61 т/га, белок 40,6...43,2 %). При необходимости ранней уборки, несмотря на невысокую урожайность (1,90 т/га), целесообразно выращивать ультраскороспелый сорт Бара с содержанием белка в семенах 41,8 %, который созревает в среднем на 20 дней раньше других изученных сортов.

Литература.

1. Evaluation of the performance of advanced generation soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] genotypes using GGE biplot / C. Mukuze, P. Tukamuhabwa, M. Maphosa, et al. // *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 2020. Vol. 12 (3). P. 246–257. doi: 10.5897/JPBCS2020.0905.
2. 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 др. // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. № 6. С. 708–715. doi: 10.18699/VJ18.414.
3. Фокина Е. М., Титов С. А., Разанцев Д. Р. Агро-экологическая оценка перспективных образцов сои // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 7. С. 21–23. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10705.
4. Обзоры рынка масличных, подсолнечника, масел // *Газета Агро Новости от 24.01.2022 года*. URL: <https://agrobursa.ru/gazeta/podsolnechnik-maslo/2022/01/24/obzorynka-maslichnykh-podsolnechnika-masel.html>. (дата обращения: 31.10.2023).
5. Дериглазова Г. М. Мониторинг возделывания сои в климатических условиях Курской области // *Мелиорация и гидротехника*. 2022. № 4. С. 304–316. doi: 10.3177/4/2712-9357-2022-12-4-304-316.
6. Ятчук П. В. Изучение некоторых элементов технологии возделывания перспективных сортов сои // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. № 1. С. 59–66. doi: 10.24412/2309-348X-2023-1-59-66.
7. Факторы агротехники, влияющие на формирование урожая и качества зерна сои / Н. Н. Лысенко, С. Н. Петрова, Ю. В. Кузмичева и др. // *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2017. № 1 (64). С. 19–27.
8. Миленко О. Г. Продуктивность агрофитоценоза сои в зависимости от сорта, норм высева семян и способов ухода за посевами // *Известия ТСХА*. 2019. № 1. С. 170–181.
9. Булатова К. А. Урожайность семян сортов сои разных групп спелости в лесостепной зоне Среднего Поволжья // *Вестник Казанского ГАУ*. 2021. № 4. С. 10–14. doi: 10.12737/2073-0462-2022-10-14.
10. Детерминантный характер роста зернобобовых культур: роль в доместикации и селекции, генетический контроль / Е. А. Крылова, Е. К. Хлесткина, М. О. Бурляева и др. // *Экологическая генетика*. 2020. Т. 18. № 1. С. 43–58. doi: 10.17816/ecogen16141.
11. Тимохин А. Ю., Бойко В. С., Омелянюк Л. В. Продуктивность сои в различных условиях выращивания на юге Западной Сибири // *Земледелие*. 2022. № 6. С. 26–30. doi: 10.24412/0044-3913-2022-6-26-31.
12. Влияние плотности посева сои сорта Кружевница на урожайность и качество семян в условиях юга Приамурья / Г. П. Чепелев, М. П. Михайлова, А. Е. Гретченко и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 8. С. 80–84. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10814.
13. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформ-агротех», 2022. 646 с. URL: <https://dachanadvoih.ru/wp-content/uploads/2022/11/gosreestr-rus.pdf> (дата обращения: 31.10.2023).
14. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop. Sci.* 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.
15. Децына А. А., Илларионова И. В., Щербинина В. О. Расчет параметров экологической пластичности и стабильности масличных сортов подсолнечника селекции ВНИИМК // *Масличные культуры*. 2020. № 3 (183). С. 31–38. doi: 10.25230/2412-608X-2020-3-183-31-38.
16. Белявская Л. Г., Белявский Ю. В., Диянова А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 4. С. 42–48. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11048.
17. Использование сои в качестве предшественника для яровой и озимой пшеницы на агрономно-мусовых глеевых почвах Приморского края / Р. В. Тимошинов, А. Г. Клыкков, Е. Ж. Кушаева и др. // *Вестник ДВО РАН*. 2018. № 3. С. 35–42.

Поступила в редакцию 18.09.2023
После доработки 16.10.2023
Принята к публикации 07.11.2023