Научная статья/Research Article
УДК 633.17:631.529/.543(477.6)
DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-9-18

Александр Васильевич Барановский[1]✉**, Елена Витальевна Ионова**[2]**,**
Ольга Николаевна Курдюкова[3]
[1]Луганский государственный аграрный университет, Луганск, Луганская Народная Республика
[2]Донской государственный аграрный университет, п. Персиановский, Октябрьский район, Ростовская область, Россия
[3]Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, Пушкин, Санкт-Петербург, Россия
[1]lnau_sorgo2011@mail.ru
[2]ionova-ev@yandex.ru
[3]herbology8@gmail.com

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА АДАПТИВНУЮ СПОСОБНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ ГИБРИДОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО В ДОНБАССЕ

Цель исследования – установление оптимальных сроков сева зернового сорго, обеспечивающих максимальные показатели адаптации современных гибридов, ежегодную стабильно высокую урожайность в Донбассе. Полевые опыты проводились в 2008–2017 гг. на базе опытного поля Луганского ГАУ. Объекты исследования – раннеспелый гибрид зернового сорго Даш Е и среднеранний – Спринт W. Изучалось 6 сроков сева: 25 апреля, 5 мая, 15 мая, 25 мая, 5 июня и 15 июня. Для оценки применяли дисперсионный анализ; коэффициенты экологической пластичности (b_i), стабильности (S^2_d) и вариации урожайности (CV); общую адаптивную способность генотипа (ОАС); индексы засухоустойчивости (ИЗ), интенсивности (ИИ) и стабильности (ИС); показатели стрессоустойчивости, генетической гибкости, уровня стабильности сорта (Пусс). Наибольшее влияние на урожай оказал индекс условий года (53,8–47,3 %) и несколько меньшее – сроки сева (35,2–38,8 %). За 10 лет эксперимента максимальная урожайность гибрида Даш Е получена при I и II сроках сева, при пониженных показателях пластичности (b_i < 1,0) и уровня стабильности (S_i^2 = 0,397–0,245) и наиболее высоких стрессоустойчивости (–3,41…–3,81 т/га), индексе засухоустойчивости (56,6–51,3 %), генетической гибкости (6,16–5,92 т/га), общей адаптивной способности (0,98–0,84 т/га), индексе стабильности (0,30–0,28) и уровне стабильности сорта (176,4–160,7 %). Гибрид Спринт W обеспечил максимальные урожайность и параметры адаптации при I сроке сева (пластичность (b_i ≈ 1,0), стабильность (S_i^2 = 0,667), генетическая гибкость (6,58 т/га), общая адаптивная способность (1,25 т/га), уровень стабильности (169,6 %)).

***Ключевые слова**: зерновое сорго, гибриды, сроки сева, урожайность, пластичность, стабильность, параметры адаптивности*

***Для цитирования**: Барановский А.В., Ионова Е.В., Курдюкова О.Н.* Влияние сроков сева на адаптивную способность современных гибридов зернового сорго в Донбассе // Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 9–18. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-9-18.

Alexander Vasilievich Baranovsky[1]✉**, Elena Vitalievna Ionova**[2]**, Olga Nikolaevna Kurdyukova**[3]
[1]Lugansk State Agrarian University, Lugansk, Lugansk People's Republic
[2]Don State Agrarian University, Persianovskiy village, Oktyabrsky district, Rostov region, Russia
[3]Leningrad State University named after A.S. Pushkin, Pushkin, St. Petersburg, Russia
[1]lnau_sorgo2011@mail.ru
[2]ionova-ev@yandex.ru
[3]herbology8@gmail.com

© Барановский А.В., Ионова Е.В., Курдюкова О.Н., 2023
Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 9–18.
Bulliten KrasSAU. 2023;(1):9–18.

INFLUENCE OF SOWING TIME ON THE MODERN GRAIN SORGO HYBRIDS ADAPTIVE CAPACITY IN DONBASS

The purpose of the study is to establish the optimal sowing time for grain sorghum, which ensures the maximum adaptation of modern hybrids, the annual consistently high yield in the Donbass. Field experiments were carried out in 2008–2017 on the basis of the experimental field of the Luhansk State Agrarian University. The objects of study are the early-ripening hybrid of grain sorghum Dash E and the mid-early hybrid Sprint W. Six sowing dates were studied: April 25, May 5, May 15, May 25, June 5 and June 15. Analysis of variance was used for evaluation; coefficients of ecological plasticity (b_i), stability (S^2_d) and yield variation (CV); general adaptive capacity of the genotype (GCA); drought resistance (IR), intensity (II) and stability (SI) indices; indicators of stress resistance, genetic flexibility, variety stability level (Puss). The index of conditions of the year had the greatest impact on the harvest (53.8–47.3 %), and the sowing time had a slightly smaller effect (35.2–38.8 %). Over 10 years of experiment, the maximum yield of the Dash E hybrid was obtained at I and II sowing terms, with reduced plasticity (b_i < 1.0) and stability levels (S_i^2 = 0.397–0.245) and the highest stress resistance (–3.41…–3 .81 t/ha), drought resistance index (56.6–51.3 %), genetic flexibility (6.16–5.92 t/ha), general adaptive capacity (0.98–0.84 t/ha), stability index (0.30–0.28) and variety stability level (176.4–160.7 %). The hybrid Sprint W provided the maximum yield and adaptation parameters at the first sowing term (plasticity (b_i ≈ 1.0), stability (S_i^2 = 0.667), genetic flexibility (6.58 t/ha), general adaptive capacity (1.25 t/ha). ha), stability level (169.6 %)).

***Keywords**: grain sorghum, hybrids, sowing time, yield, plasticity, stability, adaptability parameters*

***For citation:** Baranovsky A.V., Ionova E.V., Kurdyukova O.N.* Influence of sowing time on the modern grain sorgo hybrids adaptive capacity in Donbass // Bulliten KrasSAU. 2023;(1): 9–18. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-9-18.

Введение. Потепление климата на планете, происходящее в последние 25–30 лет, затронуло и территорию Донбасса, в частности Луганскую Народную Республику [1]. По данным Луганского центра гидрометеорологии, в сравнении со средней многолетней нормой за 160 лет (1838–1997 гг.) в течение последних 25 лет (1997–2021 гг.) среднегодовая температура воздуха возросла на 1,7 °С и достигла 9,7 °С при скорости роста 0,68 °С / 10 лет [2]. Летом заметно увеличилась частота и продолжительность жарких бездождевых периодов. Актуальной задачей в условиях усиления засушливости климата становится увеличение площадей возделывания перспективной, сверхзасухоустойчивой, жаростойкой, солевыносливой и высокоурожайной культуры – зернового сорго, имеющего универсальное применение в продовольственных, фуражных и технических целях. Согласно многолетним исследованиям в условиях Луганской области, сорго по урожайности значительно превышает основные яровые зерновые культуры – ячмень, овес и кукурузу [3].

Известно, что чем больше продукции дает сорт в широком диапазоне условий выращивания, тем выше уровень его адаптивности [4].

В производство необходимо внедрять сорта, которые характеризуются отзывчивостью на улучшение условий выращивания и стабильностью урожая зерна. Для зонального размещения сортов и гибридов сорго важно знать их адаптивный потенциал, который оценивают по параметрам экологической пластичности и стабильности, характеризующих особенности приспособления сортов к условиям внешней среды (взаимодействия генотип × среда) [5–7].

В зернопроизводстве Луганской области широкое распространение получили современные высокоурожайные гибриды зернового сорго – Даш Е и Спринт W. Поэтому мы поставили задачу установить наиболее оптимальные сроки сева этих гибридов (наилучшие гидротермические условия среды), обеспечивающие максимальные показатели адаптивности данных генотипов.

Цель исследования – установление оптимальных сроков сева зернового сорго, обеспечивающих максимальные показатели адаптации современных гибридов, ежегодную стабильно высокую урожайность в Донбассе.

Объекты и методы. Исследование было выполнено в 2008–2017 гг. на опытном поле Луганского национального аграрного университета в полевом севообороте кафедры земледелия и экологии окружающей среды. Почва – чернозем обыкновенный маломощный слабосмытый на лессовидном суглинке с содержанием в пахотном слое в среднем 3,3–3,4 % гу-

муса (по Тюрину); 113,2 мг/кг гидролизуемого азота (по Корнфилду); 80,1 мг/кг подвижного фосфора (по Чирикову) и 156,2 мг/кг обменного калия (по Чирикову). Реакция почвенного раствора слабощелочная (7,7–8,6 %).

Агротехника возделывания сорго в опыте – общепринятая для региона. Исследование проводили по методике полевого опыта [8]. Предшественник – озимая пшеница. Фон минерального питания – $N_{60}P_{40}$. Норма высева – 250–300 тыс/га всхожих семян с ручным формированием густоты растений на уровень 130–140 тыс/га. Высевали рекомендованные для области американские гибриды зернового сорго компании RICHARDSON SEED: раннеспелый – Даш Е и среднеранний – Спринт W. Опыт двухфакторный. Повторность в опыте – четырехкратная. Площадь учетной делянки – 28,0 м^2. Изучали шесть сроков сева сорго: 25 апреля; 5 мая; 15 мая; 25 мая; 5 июня; 15 июня.

Согласно работам И.А. Рыбась, Д.М. Марченко, Е.И. Некрасова и др. [9]; Р.А. Биктимирова и А.А. Низаевой [10], для расчетов параметров адаптивной способности и стабильности гибридов сорго по признаку «урожайность» использовали методику А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [11]; показатели стрессоустойчивости (Y_{min} – Y_{max}) и генетической гибкости ((Y_{max} + Y_{min})/2) [12]; показатели пластичности (b_i) и стабильности (S_i^2) определяли по методике В.А. Зыкина [13, 14], В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной [4].

Погодные условия вегетационного периода в годы эксперимента были очень контрастными для выращивания зернового сорго (табл. 1, 2). Экстремально неблагоприятными, засушливыми были 2010, 2012, 2015 гг. Наиболее благоприятные гидротермические условия в целом сложились в 2008, 2011, 2014, 2016 и 2017 гг. (ГТК равен 0,94–1,14).

Таблица 1

Метеорологические условия в период вегетации зернового сорго (данные ЦГМ г. Луганск 2008–2017 гг.)

Показатель за период вегетации (апрель – сентябрь)	Год										Норма
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Средняя температура воздуха, °С	17,8	18,0	20,1	18,0	20,2	18,8	17,9	19,0	18,6	18,0	17,3
Сумма осадков, мм	292	162	252	318	196	202	310	274	335	283	309
Относительная влажность воздуха, %	67,0	61,1	62,6	67,6	61,7	61,3	65,7	61	64,2	62,5	66,0
Сумма дней с относительной влажностью воздуха ≤ 30 %	51	89	75	54	70	68	63	82	32	64	45,2
Сумма активных (≥ 10 °С) температур воздуха, °С	3414	3455	3560	3287	4008	3868	3253	3408	3546	3166	3148
Гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова	1,10	0,54	0,78	0,94	0,58	0,68	1,14	0,68	1,08	0,99	1,00

Именно за счет повышенного температурного режима воздуха и крайней нехватки осадков во второй половине вегетации сорго (июль-август) в наиболее критический репродуктивный период развития экстремально засушливые условия сложились в 2009, 2010, 2012, 2015 гг. (режим увлажнения соответствовал природным зонам полупустыни (ГТК = 0,4–0,2), а в августе 2008, 2010, 2015, 2017 гг. – и зоне пустыни (ГТК < 0,2)). В среднем за 2008–2017 гг. гидротермический коэффициент за июль-август составил 0,54 – снизился относительно средней многолетней (среднее за 1986–2005 гг.) климатической нормы на 32,5 % (см. табл. 2) [2].

Таблица 2

Условия влагообеспеченности в июле-августе за 2008–2017 гг.

Показатель	Год										Норма
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Сумма осадков, мм	65,7	60,2	52,8	87,2	49,1	91,4	105,5	41,6	129,6	98,8	108
ГТК за июль-август	0,46	0,44	0,32	0,61	0,32	0,66	0,76	0,29	0,88	0,69	0,80

Результаты и их обсуждение. Сроки сева сорго заметно влияли на длину периода «посев – всходы» (табл. 3). При апрельском сроке сева полные всходы сорго появлялись по гибриду Даш Е в среднем только на 15-й день, при среднем (15 мая) – на 5,6 дней раньше, а при позднем (15 июня) сроке – уже практически на 9 дней раньше, или в 2,4 раза быстрее. Аналогичная зависимость получена и при посеве среднераннего гибрида Спринт W. При I сроке сева (25 апреля) раннеспелого гибрида Даш Е вегетативный период развития сорго (всходы – цветение) был продолжительнее на 4,4 сут, чем при среднем (15 мая) сроке, и на 6,5 сут. больше, чем при позднем (15 июня). При выращивании среднераннего гибрида Спринт W данная разница была еще более значительной и в среднем за 10 лет составила 4,1 сут в сравнении со средним сроком (по годам варьировала от 1 до 9 дней) и на 8,6 дней в сравнении с поздним сроком (с колебаниями от 0 до 19 дней). Исключение составляли 2010 и 2011 гг., когда при позднем сроке сева данный период был более продолжительным (на 2 и 9 дней), чем при раннем.

Таблица 3

Продолжительность межфазных периодов при выращивании зернового сорго за 2008–2017 гг. в зависимости от сроков сева культуры

Срок сева	Длительность межфазного периода за годы опыта, дней										$\overline{X}$
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Раннеспелый гибрид Даш Е											
Период посев – всходы											
I	17	20	15	22	9	10	13	15	16	15	15,2
II	11	16	11	15	9	9	11	12	9	13	11,6
III	10	11	9	11	8	8	9	10	8	12	9,6
IV	9	8	8	10	8	8	9	8	7	8	8,3
V	8	6	6	8	7	7	6	6	7	11	7,2
VI	7	6	5	7	6	6	6	6	7	7	6,3
Период всходы – цветение											
I	84	70	64	58	65	63	66	61	64	69	66,4
II	83	66	61	60	60	59	65	59	63	66	64,2
III	77	66	58	60	59	60	65	58	57	60	62,0
IV	74	62	52	69	58	57	62	57	53	56	60,0
V	73	59	55	71	59	58	63	54	45	54	59,1
VI	78	51	66	67	56	57	66	52	52	54	59,9
	Период всходы – созревание										
I	123	123	93	109	102	110	117	108	106	109	110,0
II	119	120	92	108	97	107	115	104	107	104	107,3
III	117	118	92	107	96	113	118	98	104	98	106,1
IV	113	118	87	115	95	115	117	96	102	95	105,3
V	110	115	89	122	128	109	111	111	100	92	108,7
VI	105	119	105	113	119	102	101	118	110	96	108,8
Среднеранний гибрид Спринт W											
Период посев – всходы											
I	16	20	15	22	9	10	13	15	16	15	15,1
II	11	16	11	15	9	9	11	12	9	13	11,6
III	10	11	9	11	8	8	9	10	8	12	9,6
IV	9	8	7	10	7	8	8	8	7	8	8,0
V	8	6	6	8	7	7	6	6	7	11	7,2
VI	7	6	5	7	6	6	6	6	7	7	6,3

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Период всходы – цветение											
I	82	72	65	65	68	66	69	63	67	78	69,5
II	85	70	63	64	62	62	68	61	65	75	67,5
III	79	68	59	64	63	63	68	62	61	67	65,4
IV	76	66	54	73	60	60	64	61	58	64	63,6
V	75	60	57	77	62	61	67	57	54	58	62,8
VI	70	55	59	70	59	59	66	57	55	59	60,9
Период всходы – созревание											
I	126	129	95	114	106	113	121	112	111	118	114,5
II	122	124	94	113	99	109	118	106	112	112	110,9
III	119	122	95	109	99	116	119	101	110	105	109,5
IV	114	121	90	121	98	119	119	100	111	104	109,7
V	112	120	92	122	128	109	111	118	120	105	113,7
VI	106	124	111	113	119	102	101	118	110	99	110,3

В отдельные годы (2010, 2011, 2012, 2015, 2016) по изучаемым гибридам общий период вегетации сорго при поздних июньских сроках сева был даже более продолжительным, чем при ранних (апрельских). Это связано с тем, что в эти годы поздним посевам сорго или не хватило суммы активных температур для своевременного созревания (2010 г.), или они вообще не достигли фазы полной спелости (2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 гг.), так как в связи с октябрьскими заморозками в воздухе и на почве, поздние посевы сорго прекратили вегетацию и погибли в фазах молочно-восковой, восковой спелости. Так, многолетняя (средняя за 1991–2020 гг.) вероятность заморозков в воздухе и на почве в III декаде сентября составляет 6,0 и 12,3 %, в I декаде октября – 7,4 и 17,0, а во II декаде октября – уже 16,7 и 25,7 % [15].

Раннеспелый гибрид Даш Е в среднем за десятилетие при раннем сроке сева созревал на 4,5 сут раньше среднераннего гибрида Спринт W, при среднем сроке сева (15 мая) – на 3,4 сут, а при позднем – на 1,5 сут.

В среднем за все сроки сева и годы исследования (2008–2017 гг.) урожайность зернового сорго гибрида Даш Е варьировала в очень широких пределах (от 3,15–3,68 т/га в 2010, 2012, 2014 гг. до 5,56–7,10 т/га – во влажных условиях 2008, 2011, 2016 гг.). По гибриду Спринт W высокий уровень урожайности зерна сформировался в 2008, 2011, 2013, 2015, 2016 гг. (табл. 4). Наиболее высокой она была при I и II сроках сева и существенно превышала данный параметр при более поздних сроках. Исключение составляет 2017 г. с очень холодным и сухим весенним периодом вегетации, когда максимальная урожайность культуры по обоим гибридам сформировалась при III сроке сева.

Таблица 4

Урожайность зернового сорго гибридов Даш Е и Спринт W в зависимости от сроков сева в 2008–2017 гг., т/га

Срок сева	Урожайность в годы исследований, т/га										$\overline{X}$
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Раннеспелый гибрид Даш Е											
I (25.04)	6,78	5,37	4,45	6,34	4,46	6,68	5,56	6,77	7,86	4,57	5,88
II (5.05)	6,73	5,45	4,01	6,33	4,16	5,72	5,23	6,78	7,82	5,19	5,74
III (15.05)	6,25	5,12	3,74	6,44	3,83	5,35	4,29	6,35	7,44	5,52	5,43
IV (25.05)	5,22	5,07	3,10	6,04	3,22	5,53	3,07	5,62	6,99	5,48	4,93
V (5.06)	4,58	4,79	2,18	4,42	2,72	4,79	2,19	3,77	6,56	4,46	4,05
VI (15.05)	3,80	4,65	1,39	3,54	1,84	4,20	1,74	2,01	5,90	4,59	3,37
$\sum Y_j$	33,36	30,45	18,87	33,11	20,23	32,27	22,08	31,3	42,57	29,81	29,40

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y_j	5,560	5,075	3,145	5,518	3,372	5,378	3,680	5,217	7,095	4,968	4,901
J_j	0,659	0,174	–1,756	0,617	–1,529	0,477	–1,221	0,316	2,194	0,067	
$S\bar{x}$	1,35	0,54	0,90	1,27	0,57	0,83	1,08	1,11	1,48	1,00	
$НСР_{05}$, т/га	0,400	0,160	0,277	0,376	0,168	0,247	0,320	0,328	0,458	0,297	
$S\bar{x}$, %	2,43	1,06	2,86	2,31	1,69	1,54	2,93	2,13	2,09	2,01	
Среднеранний гибрид Спринт W											
I (25.04)	7,21	5,62	4,60	6,55	4,50	7,34	6,51	7,29	8,82	4,34	6,28
II (5.05)	7,06	5,33	4,15	6,43	4,22	6,87	5,85	7,07	8,71	5,02	6,07
III (15.05)	5,73	4,90	4,08	6,20	4,20	5,67	4,99	6,52	7,98	5,28	5,56
IV (25.05)	4,96	4,79	3,15	6,14	3,71	5,84	4,02	6,18	7,02	5,00	5,08
V (5.06)	4,36	4,52	1,91	3,59	2,79	5,58	2,34	3,50	7,25	4,44	4,03
VI (15.05)	3,55	4,72	0,57	2,61	1,56	4,18	1,48	1,52	6,56	4,65	3,14
$\sum Y_j$	32,87	29,88	18,46	31,52	20,98	35,48	25,19	32,08	46,34	28,73	30,15
Y_j	5,478	4,980	3,077	5,253	3,497	5,913	4,198	5,347	7,723	4,788	5,025
J_j	0,453	–0,045	–1,948	0,228	–1,528	0,888	-0,827	0,322	2,698	-0,237	
$S\bar{x}$	0,124	0,058	0,078	0,116	0,079	0,095	0,105	0,104	0,162	0,078	
$НСР_{05}$, т/га	0,367	0,172	0,242	0,343	0,235	0,283	0,312	0,309	0,498	0,231	
$S\bar{x}$, %	2,26	1,16	2,53	2,21	2,26	1,61	2,50	1,94	2,10	1,63	

Примечание: Y_j – средняя урожайность за год по всем срокам сева; J_j – индекс условий года.

Дисперсионный анализ урожайных данных показал, что основное влияние на урожайность гибрида Даш Е оказывали условия года (53,8 %), значительно меньшее – сроки сева (35,2 %) и самое слабое – взаимодействие данных факторов (11,0 %). При выращивании более позднеспелого гибрида Спринт W уровень урожайности зерна также зависел от условий года (47,3 %), оптимизации сроков сева (38,8 %) и в меньшей мере от их взаимодействия (вклад влияния взаимодействия факторов «условия года» × «сроки сева» на урожайность культуры составлял 13,9 %) (рис. 1, 2).

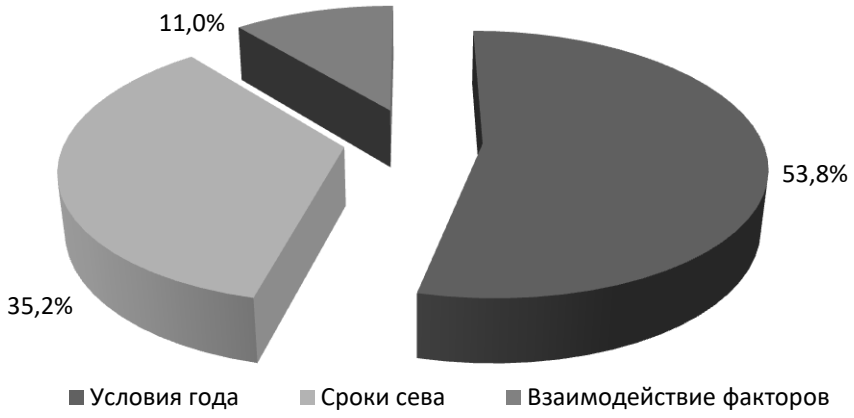

Рис. 1. Доли вклада факторов в формирование урожайности зернового сорго гибрида Даш Е в среднем за 2008–2017 гг.

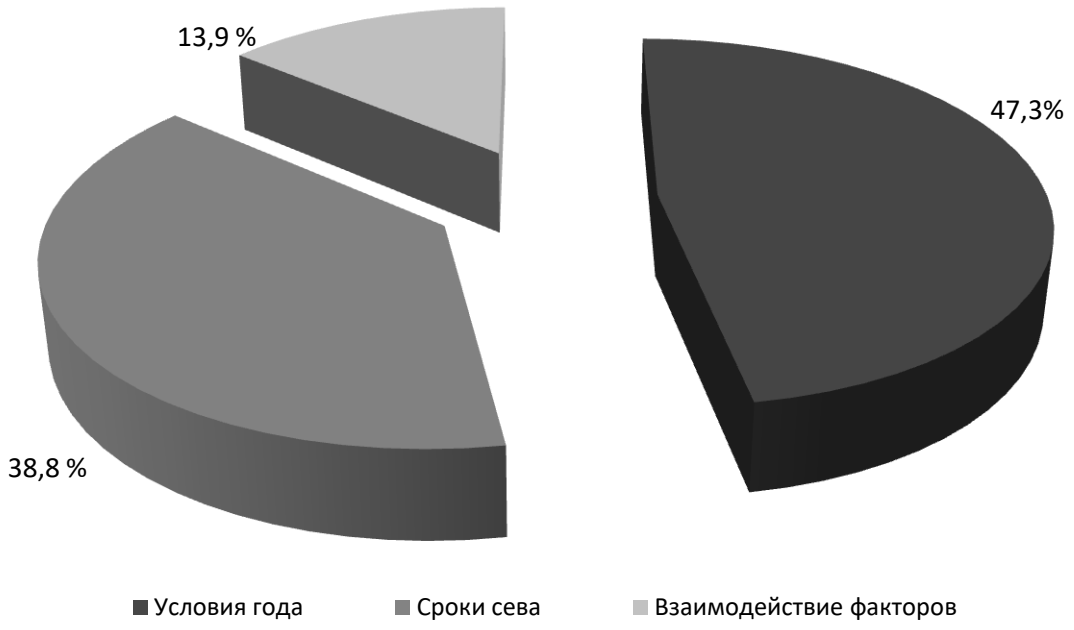

Рис. 2. Доли вклада факторов в формирование урожайности зернового сорго гибрида Спринт W в среднем за 2008–2017 гг.

Наиболее высокая урожайность гибрида Даш Е формировалась при I и II сроках сева, когда показатель пластичности (b_i) был пониженный (< 1,0), что говорит о слабой реакции генотипа на изменение условий внешней среды при ранних сроках сева (генотип ведет себя как экстенсивный сорт). При этом получены и сравнительно низкие показатели уровня стабильности (S_i^2 = 0,397–0,245), что говорит о лучшей его приспособленности к ухудшению условий выращивании (табл. 5). Ранние сроки сева гибрида обеспечивали более высокие показатели стрессоустойчивости (d = $Y_{min} – Y_{max}$ = –3,41…–3,81 т/га), индекса засухоустойчивости (ИЗ = ($У_{min}/У_{max}$)·100 = 56,6–51,3 %), генетической гибкости (($У_{min} + У_{max}$) · 100 = 6,16–5,92 т/га), общей адаптивной способности (ОАС = 0,98–0,84 т/га), индекса стабильности (ИС = 0,30–0,28) и уровня стабильности сорта (Пусс = 176,4–160,7 %) и более стабильную урожайность в контрастных условиях среды (d = 43,4–48,7 %).

По среднераннему гибриду Спринт W наиболее высокие уровень урожайности и показатели адаптации получены при наиболее раннем (25 апреля) сроке сева (гибрид ведет себя как высокопластичный генотип ((b_i) ≈ 1,0), т. е. изменения его продуктивности адекватны изменению условий среды выращивания. При этом сроке сева получена и бóльшая стабильность формирования урожайности гибрида, так как мера (варианса) стабильности образца (S_i^2) составила 0,667. Самый высокий показатель стабильности S_i^2 = 1,39 имели посевы последнего срока сева (15 июня), что свидетельствует о формировании всегда стабильно низкой урожайности. Наиболее высокую стрессоустойчивость ($Y_{min} – Y_{max}$ ≤ –3,9 т/га) имели посевы III и IV сроков. А максимальная генетическая гибкость гибрида (6,58 т/га), общая адаптивная способность (+1,25 т/га) получены при I сроке сева. Индекс стабильности урожайности зерна сорго (ИС = $\bar{У}_{\text{по всему опыту}}$ / CV, %) был наиболее высокий (0,26–0,27) при первых трех сроках сева. Также и показатель уровня стабильности гибрида (Пусс = $\bar{У}_{\text{гибрида}}$ × ИС $_{\text{гибрида}}$) был наиболее высоким при наиболее раннем апрельском сроке сева (169,6 %), что было выше на 13,0 % в сравнении с принятым на производстве обычным сроком сева сорго (15 мая).

Таблица 5

Параметры адаптивности и стабильности зернового сорго гибридов Даш Е и Спринт W по признаку «урожайность» в зависимости от сроков сева и условий года в период вегетации (2008–2017 гг.)

Срок сева	Урожайность зерна, т/га						Параметр адаптивности		ИЗ, %	ОАС, т/га	CV, %	ИИ, %	ИС	Пусс, %	Пусс, % к St
	Средняя Y_i	Ошибка Y_i	min-max	Размах d		$\frac{min + max}{2}$									
				т/га	%		b_i	S^2_d							
Раннеспелый гибрид Даш Е															
I (25.04)	5,88	0,37	4,45–7,86	3,41	43,4	6,16	0,831	0,397	56,6	0,98	19,7	69,6	0,30	176,4	135,4
II (5.05)	5,74	0,38	4,01–7,82	3,81	48,7	5,92	0,920	0,245	51,3	0,84	20,8	77,8	0,28	160,7	123,3
III (15.05)	5,43	0,39	3,74–7,44	3,70	49,7	5,59	0,975	0,144	50,3	0,53	22,5	75,5	0,24	130,3	100,0
IV (25.05)	4,93	0,43	3,07–6,99	3,92	56,1	5,03	1,090	0,141	43,9	0,03	27,4	80,0	0,18	89,7	68,8
V (5.06)	4,05	0,43	2,18–6,56	4,38	66,8	4,37	1,094	0,170	33,2	–0,85	33,8	89,4	0,12	48,6	37,3
VI (15.06)	3,37	0,49	1,39–5,90	4,51	76,4	3,65	1,090	0,734	23,6	–1,53	45,6	92,0	0,07	23,6	18,1
Среднеранний гибрид Спринт W															
I (25.04)	6,28	0,47	4,34–8,82	4,48	50,8	6,58	0,968	0,667	49,2	1,25	23,6	89,1	0,27	169,6	113,0
II (5.05)	6,07	0,45	4,15–8,71	4,56	52,4	6,43	1,022	0,304	47,6	1,04	23,6	90,7	0,26	157,8	105,1
III (15.05)	5,56	0,37	4,08–7,98	3,90	48,9	6,03	0,824	0,204	51,1	0,53	20,9	77,5	0,27	150,1	100,0
IV (25.05)	5,08	0,39	3,15–7,02	3,87	55,1	5,09	0,861	0,260	44,9	0,05	24,1	76,9	0,21	106,7	71,1
V (5.06)	4,03	0,50	1,91–7,25	5,34	73,7	4,58	1,149	0,460	26,3	–1,00	39,4	106,2	0,10	40,3	26,8
VI (15.06)	3,14	0,60	0,57–6,56	5,99	91,3	3,57	1,177	1,390	8,7	–1,89	60,5	119,1	0,05	15,7	10,5

Заключение. В среднем за 2008–2017 гг. исследования доля вклада в формирование урожайности зернового сорго за счет оптимизации сроков сева составила 35,2–38,8 %. По комплексу показателей адаптивной способности и экологической пластичности наиболее целесообразными для раннеспелого гибрида Даш Е выявлены ранние сроки сева (25 апреля – 5 мая), а для среднераннего гибрида Спринт W – 25 апреля. В сравнении с общепринятыми в Донецком регионе средними сроками сева сорго – 15 мая данные сроки сева обеспечивают наиболее высокую урожайность гибридов, оптимальное сочетание основных показателей адаптационной способности, лучшую приспособляемость к ухудшению погодных условий в период вегетации, максимальные показатели генетической гибкости, индекса засухоустойчивости, общей адаптивной способности, индекса стабильности урожайности и уровня стабильности современных гибридов сорго зернового.

Список источников

1. *Барановский А.В., Курдюкова О.Н.* Анализ динамики погодных условий Луганской области за последние 100 лет // Вестник КрасГАУ. 2021. № 8. С. 54–62.
2. Агрокліматичний довідник по Луганській області (1986–2005 рр.) / ред. *Ю.М. Власова*. Луганськ: Віртуальна реальність, 2011. 216 с.
3. *Барановский А.В.* Сравнительная продуктивность яровых зерновых культур в засушливых условиях Луганской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (81). С. 28–33.
4. *Пакудин В.З., Лопатина Л.М.* Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–113.
5. *Кибальник О.П., Костина Г.И., Семин Д.С.* Оценка пластичности и стабильности зернового сорго в условиях Саратовской области // Аграрный вестник Юго-Востока. 2010. № 3-4 (6-7). С. 64–66.
6. *Потанин В.Г., Алейников А.Ф., Степочкин П.И.* Новый подход к оценке экологической пластичности сортов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 3. С. 548–552.
7. Evaluation of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variety performance in the lowlands area of wag lasta, north eastern Ethiopia / *A. Assefa* [et al.] // Cogent Food & Agriculture 2020, 6:1, 1778603. DOI: 10.1080/23311932.2020.1778603.
8. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы / *И.А. Рыбась* [и др.] // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4 (58). С. 51–54.
10. *Биктимиров Р.А., Низаева А.А.* Оценка экологической стабильности и пластичности сортов зернового сорго в условиях республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1 (73). С. 39–43.
11. *Кильчевский А.В., Хотылева Л.В.* Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.
12. *Гончаренко А.А.* Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 6. С. 49–53.
13. *Eberhart S.A., Russell W.A.* Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci., 1966. V. 6, № 1. P. 36–40.
14. *Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С.* Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ, 2005. 100 с.
15. *Барановский А.В., Токаренко В.Н., Тюканько Е.А.* Экологические особенности выращивания зернового сорго в Донбассе в условиях изменяющегося климата // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 20–31.

References

1. *Baranovskij A.V., Kurdyukova O.N.* Analiz dinamiki pogodnyh uslovij Luganskoj oblasti za poslednie 100 let // Vestnik KrasGAU. 2021. № 8. S. 54–62.
2. Agroklimatichnij dovidnik po Lugans'kij oblasti (1986-2005 rr.) / red. *Yu.M. Vlasova*. Lugans'k: Virtual'na real'nist', 2011. 216 s.
3. Baranovskij A.V. Sravnitel'naya produktivnost' yarovyh zernovyh kul'tur v zasushlivyh uslo-

viyah Luganskoj oblasti // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 1 (81). S. 28–33.
4. *Pakudin V.Z., Lopatina L.M.* Ocenka `ekologicheskoj plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1984. № 4. S. 109–113.
5. *Kibal'nik O.P., Kostina G.I., Semin D.S.* Ocenka plastichnosti i stabil'nosti zernovogo sorgo v usloviyah Saratovskoj oblasti // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. 2010. № 3-4 (6-7). S. 64–66.
6. *Potanin V.G., Alejnikov A.F., Stepochkin P.I.* Novyj podhod k ocenke `ekologicheskoj plastichnosti sortov // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2014. T. 18, № 3. S. 548–552.
7. Evaluation of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variety performance in the lowlands area of wag lasta, north eastern Ethiopia / *A. Assefa* [et al.] // Cogent Food & Agriculture 2020, 6:1, 1778603. DOI: 10.1080/23311932.2020.1778603.
8. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
9. Ocenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoj myagkoj pshenicy / *I.A. Rybas'* [i dr.] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4 (58). S. 51–54.
10. *Biktimirov R.A., Nizaeva A.A.* Ocenka `ekologicheskoj stabil'nosti i plastichnosti sortov zernovogo sorgo v usloviyah respubliki Bashkortostan // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2021. № 1 (73). S. 39–43.
11. *Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V.* `Ekologicheskaya selekciya rastenij. Minsk: T`ehnalogiya, 1997. 372 s.
12. *Goncharenko A.A.* Ob adaptivnosti i `ekologicheskoj ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. 2005. № 6. S. 49–53.
13. *Eberhart S.A., Russell W.A.* Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci., 1966. V. 6, № 1. P. 36–40.
14. *Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S.* Metodika rascheta i ocenki parametrov `ekologicheskoj plastichnosti sel'skohozyajstvennyh rastenij. Ufa: BashGAU, 2005. 100 s.
15. *Baranovskij A.V., Tokarenko V.N., Tyukan'ko E.A.* `Ekologicheskie osobennosti vyraschivaniya zernovogo sorgo v Donbasse v usloviyah izmenyayuschegosya klimata // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2021. № 5. S. 20–31.

Статья принята к публикации 14.09.2022 / The article accepted for publication 14.09.2022.

Информация об авторах:

Александр Васильевич Барановский[1], доцент кафедры земледелия и экологии окружающей среды, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Елена Витальевна Ионова[2], профессор кафедры растениеводства и садоводства, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Ольга Николаевна Курдюкова[3], профессор кафедры естествознания и географии, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Information about the authors:

Alexander Vasilievich Baranovsky[1], Associate Professor at the Department of Agriculture and Environmental Ecology, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Elena Vitalievna Ionova[2], Professor at the Department of Plant Growing and Horticulture, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Olga Nikolaevna Kurdyukova[3], Professor at the Department of Natural Science and Geography, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor