

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗОНЕ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

ФЕДОРОВА Валентина Александровна, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН»

Приведены результаты экологических испытаний перспективных сортов озимой мягкой пшеницы различной селекции в жестких климатических условиях полупустынной зоны Северного Прикаспия. На основании данных, полученных в различные по влагообеспеченности годы, выделены сорта, которые характеризуются не только высокой продуктивностью, но и способностью формировать стабильные урожаи в конкретных почвенно-климатических условиях. По показателю «урожайность» были рассчитаны коэффициенты адаптивности, пластичности и стрессоустойчивости. В результате трехлетних исследований было установлено, что наибольшей продуктивностью и высокой экологической приспособленностью характеризовались сорта Березит и Камышанка 2, урожайность которых за годы исследований составила в среднем 1,40 т/га и 1,18 т/га, а коэффициент адаптивности 1,58 и 1,14 соответственно. Необходимо отметить, что сорт Камышанка 2 имел также самый высокий показатель устойчивости к стрессовым факторам среды.

Введение. В связи с происходящими глобальными изменениями климата и увеличением количества населения в мире с каждым годом растет и потребность в основных продуктах питания. Сельское хозяйство России в современных условиях характеризуется интенсивным наращиванием производства зерна. Основной путь получения стабильно высоких урожаев зерновых культур – это использование высокопродуктивных сортов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям конкретной местности [1]. Грамотная сортосмена позволяет значительно увеличить производство зерна при наименьших затратах.

Озимая пшеница является одной из основных стратегических зерновых культур, занимая в мире самую большую посевную площадь, которая составляет 240,4 млн га. Она возделывается в различных почвенно-климатических условиях, характеризуется высокой зимостойкостью и весенней регенерацией, обладает высоким уровнем толерантности к эдафическому стрессу [4]. Технология возделывания озимой пшеницы должна учитывать не только агробиологические особенности этой культуры в целом, но и конкретно взятого возделываемого сорта [9].

Современные сорта озимой пшеницы имеют достаточно высокий потенциал продуктивности. Однако для полной реализации этого потенциала зачастую мешают неблагоприятные условия среды возделывания. Именно поэтому так стратегически важны и своевременны работы по селекционному улучшению культивируемых в каждом отдельно взятом регионе сортов [6, 8]. При этом особое внимание должно уделяться оценке параметров экологической пластичности и стабильности сорта. Такая оценка позволяет определить среди большого количества разнообразных сортов именно те, которые в

условиях конкретного региона способны наиболее полно раскрыть свой продуктивный потенциал.

Целью исследований являлась оценка экологической пластичности и стабильности перспективных сортов озимой мягкой пшеницы российской и украинской селекций по признаку «урожайность».

Методика исследований. Конкурсное испытание сортов озимой мягкой пшеницы проводилось в 2018–2020 гг. на опытном поле Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН. Размещение опытных делянок, фенологические наблюдения в полевых и лабораторных условиях, оценка и анализ проводили по методическим рекомендациям Б.А. Доспехова [2] и Государственной комиссии по экологическому сортоиспытанию сельскохозяйственных культур примере зерновых (1985, 1989). Показатели адаптивности сортов рассчитаны по методике Л.Ф. Животкова с соавторами [3]. Для расчета экологической пластичности был использован метод S.A. Eberhart, W.A. Rassell в изложении В.А. Зыкина и др. [7, 10]. Метеорологические показатели взяты согласно данным Черногорской метеостанции, расположенной в 16 км от опытного участка. В изучение было включено семь сортов озимой мягкой пшеницы (Камышанка, Фирзуа 40, Березит, Ермақ, Украинка одесская, ВГСХА 10, Камышанка 2). В качестве стандартного сорта использовался районированный сорт Донщина. Предшественник – ранний пар в богарных условиях. Повторность опыта – 3-кратная, площадь учетной делянки – 15 м², размещение делянок – систематическое со смещением. Сорта высевались вручную с нормой высева 350 шт./м². Уборку делянок конкурсного сортоиспытания проводили вручную. При оценке сортов на урожайность принято отбор проводить на жестком агро-



техническом фоне, прежде всего без применения удобрений и защитных мероприятий. Поэтому все сорта изучались на естественном фоне без внесения удобрений и без защиты посевов от болезней и вредителей.

Равнинная территория опытного участка представлена светло-каштановыми почвами, преимущественно суглинистым с близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 7,2–7,6) и слабым гумусовым горизонтом (содержание гумуса около 0,91–1,10 %). Плотность почвы в слое 0–0,20 м составляет 1,25–1,30 т/ м^3 , в глубоких слоях повышается до 1,49–1,50 т/ м^3 . Содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия составляет 6–9 мг, 2–4 мг и 50–55 мг на 100 г почвы соответственно.

Результаты исследований. Погодные условия в период проведения исследований складывались по-разному (табл. 1). При возделывании озимых зерновых культур для того, чтобы получить повышенные и стабильные урожай особое значение приобретает осенний период, когда необходимо получить дружные всходы [5]. Недостаток влаги в осенний период был отмечен на протяжении всех лет исследований. Запас влаги в пахотном горизонте к началу оптимальных сроков посева был минимальным, однако за счет осадков конца сентября-октября он пополнялся, что позволяло получать хорошие всходы и способствовать нормальному росту и развитию растений озимой пшеницы. Наиболее благоприятно гидротермические условия периода от всходов до прекращения вегетации складывались в 2017 и 2019 г. Сумма активных температур в эти периоды равнялась, соответственно, 629,8 и 839,3 °С, а количество осадков составляло 57,3 и 68,1 мм. Погодные условия в зимний и ранневесенний периоды на протяжении всех

лет исследований складывались благоприятно для перезимовки озимой пшеницы. Сильных морозов, способных повредить узел кущения не наблюдалось. Температура почвы на глубине узла кущения в зимний период варьировала от –0,0 до –12,3 °С, что не является критичным, это позволило растениям благополучно перенести период покоя и в первых числах апреля возобновить вегетацию.

Метеорологические условия весенне-летнего периода вегетации значительно влияли на показатели урожайности сортов озимой мягкой пшеницы. Обусловлено это было тем, что в этот период вегетации при довольно высоком температурном режиме, как правило, выпадало недостаточное количество осадков. Особенно тяжелой в плане влагообеспечения посевов была ситуация в 2018 г., когда за весенне-летний период вегетации выпало всего 26,3 мм, что составило 33,3 % от среднемноголетнего значения. В 2019 и 2020 г. вышеуказанный показатель составил от среднемноголетнего 75,9 и 66,2 % соответственно; то есть в конце вегетационного периода наблюдалась засуха, и это обстоятельство снижало урожайные показатели сортов. В среднем за 2018–2020 гг. за период активной вегетации сумма активных температур составила 2291,7 °С, количество осадков – 102,6 мм (–20,3 мм от среднемноголетних показателей). ГТК за осенний период вегетации озимых зерновых культур в разные годы варьировал от 0,56 до 0,9, а в среднем составил 0,7. ГТК за весенне-летний период – от 0,2 до 0,4, в среднем – 0,3, ГТК в целом за период активной вегетации – от 0,4 до 0,6, а в среднем – 0,4, что позволяет отнести вегетационные периоды 2018–2020 гг. к засушливым.

Урожайность изучаемых сортов зависела не только от метеорологических условий периода вегетации, но и от их сортовых особенностей. Анализ

Таблица 1

Метеорологические условия периодов активной вегетации сортов озимой мягкой пшеницы по данным метеостанции с. Черный Яр (2018–2020 гг.)

Показатель	Периоды вегетации	Год			Среднее за 2018–2020 гг.
		2018	2019	2020	
Среднесуточная температура воздуха, °С	Осенний	14,0	15,4	13,8	14,4
	Весенне-летний	17,9	19,2	16,8	18,0
	Активной вегетации	15,6	17,3	15,3	16,2
Количество осадков, мм	Осенний	57,3	44,0	68,1	56,5
	Весенне-летний	26,3	59,9	52,2	46,1
	Активной вегетации	83,6	103,9	120,3	102,6
	Покоя	161,9	97,3	87,7	115,6
Относительная влажность воздуха, %	Осенний	65	61	64	63
	Весенне-летний	44	51	50	48
	Активной вегетации	54	56	58	56
Сумма активных температур воздуха, °С	Осенний	692,8	839,3	761,4	764,5
	Весенне-летний	1513,0	1660,3	1408,2	1527,2
	Активной вегетации	2205,8	2499,6	2169,6	2291,7
Гидротермический коэффициент	Осенний	0,8	0,5	0,9	0,7
	Весенне-летний	0,2	0,4	0,4	0,3
	Активной вегетации	0,4	0,4	0,6	0,4
Индекс условий среды, I_i		–0,46	0,39	0,07	

Биологическая урожайность сортов озимой мягкой пшеницы, т/га (2018–2020 гг.)

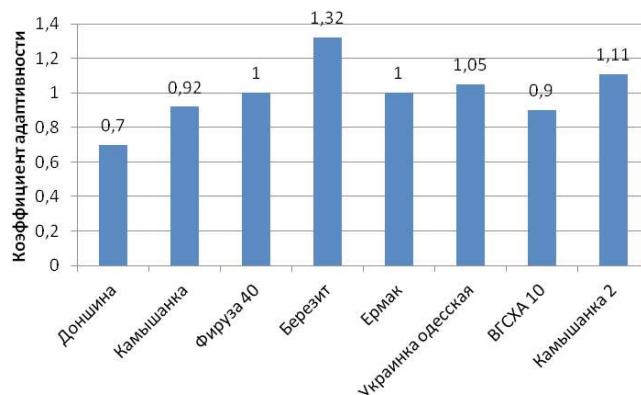
Сорт	Урожайность, т/га				Превышение к стандарту	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее	т/га	%
Донщина – st.	0,35	1,08	0,78	0,74	–	–
Камышанка	0,51	1,29	1,10	0,97	+0,23	+31,11
Фирзуа 40	0,65	1,34	1,20	1,06	+0,32	+43,24
Березит	0,83	2,32	1,05	1,40	+0,66	+89,19
Ермак	0,55	1,25	1,37	1,06	+0,32	+43,24
Украинка одесская	0,63	1,63	1,08	1,11	+0,37	+50,00
ВГСХА 10	0,48	1,22	1,18	0,96	+0,22	+29,73
Камышанка 2	0,82	1,46	1,26	1,18	+0,44	+59,46
НСР ₀₅ (т/га)	0,13	0,17	0,25			

урожайных данных по сортам озимой пшеницы за три года исследований показал, что наиболее высокие показатели получены в более благоприятном по сложившимся погодным условиям 2019 г., а самые низкие – в острозасушливом 2018 г. Среди сортов самой высокой продуктивностью в среднем за три года выделились Березит (1,40 т/га), Камышанка 2 (1,18 т/га) и Украинка одесская (1,11 т/га), которые превысили показатели стандартного сорта Донщина на 89,2; 59,5 и 50 % соответственно (табл. 2).

Урожайность любого сорта может меняться в зависимости от определенных почвенно-климатических, сложившихся погодных и агротехнических условий его возделывания. Поэтому так важна на практике оценка степени адаптивности каждого сорта к изменяющимся условиям внешней среды, а формой такой оценки является его урожайность.

Посев сравниваемых сортов проводили одновременно и на одинаковом агрофоне, что позволило, используя такой показатель, как «среднесортовая урожайность года», судить о способности конкретного сорта приспособливаться к тем или иным погодным, почвенным или хозяйственным условиям. Среднесортовая урожайность самого неблагоприятного 2018 г. составила 0,60 т/га. В более благоприятные 2019 и 2020 г. данный показатель составил 1,45 и 1,13 т/га соответственно.

Все сорта показали высокий (близкий к единице и выше) коэффициент адаптивности (см. рисунок). Исключение составил лишь сорт-стандарт – 0,70. Самый высокий показатель коэф-

**Коэффициент адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы (2018–2020 гг.)**

фициента адаптивности имели сорта Березит (1,32), Камышанка 2 (1,11) и Украинка одесская (1,05).

На основании коэффициента регрессии урожайности сортов в разных погодных условиях была рассчитана экологическая пластиность (табл. 3). Самый высокий показатель этого параметра принадлежал сорту Березит (1,62), который практически в два раза был выше соответствующего показателя стандартного сорта. Березит показал себя как высокопластичный сорт интенсивного типа, сильно реагирующий на улучшение условий выращивания. Остальные сорта можно считать низкопластичными, слабо реагирующими на изменение условий выращивания. Коэффициент линейной регрессии эти сортов (пластиность) варьировал от 0,76 до 0,94.

Еще один важный показатель сорта – это стрессоустойчивость, который определяется разностью между минимальной и максимальной его

Пластиность, стрессоустойчивость и генетическая гибкость сортов озимой мягкой пшеницы (2018–2020 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га		Пластиность	Стрессоустойчивость, $Y_2 - Y_1$	Генетическая гибкость, $(Y_2 + Y_1)/2$
	max (Y_1)	min (Y_2)			
Донщина – st.	1,08	0,35	0,85	-0,73	0,72
Камышанка	1,29	0,51	0,94	-0,78	0,90
Фирзуа 40	1,34	0,65	0,83	-0,69	1,00
Березит	2,32	0,83	1,62	-1,49	1,58
Ермак	1,25	0,55	0,90	-0,70	0,90
Украинка одесская	1,63	0,63	1,14	-1,00	1,13
ВГСХА 10	1,22	0,48	1,14	-0,74	0,85
Камышанка 2	1,46	0,82	0,76	-0,64	1,14



урожайностью за годы исследований. Данный показатель особо важен для зон рискованного земледелия, к которым относится и зона Северного Прикаспия, так как характеризует сорт на его устойчивость к стрессовым изменениям условий выращивания. Чем меньше разность, тем устойчивей сорт. Наименьший разрыв между максимальными и минимальными урожайностями показали сорта Камышанка 2 (-0,64) и Фируза 40 (-0,69). Среднее значение устойчивости к стрессу отмечено у сортов Ермак, Донщина, ВГСХА 10 и Камышанка – от -0,70 до -0,78. Самый урожайный сорт Березит показал самую низкую устойчивость к стрессу (-1,49).

Средняя урожайность сортов в различных (стрессовых и нестрессовых) условиях показывает их генетическую гибкость. Чем выше этот показатель, тем сильнее степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды [7]. На основании исследований установлено, что наиболее высокой генетической гибкостью обладали сорта Березит (1,58), Камышанка 2 (1,14) и Украинка одесская (1,13).

Заключение. В результате сравнительного анализа различных сортов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности и стабильности, выполненного в полупустынных условиях зоны Северного Прикаспия, выделены адаптивные сорта с высокой экологической приспособленностью и устойчивостью к почвенно-климатическим условиям этого региона.

Сорта озимой мягкой пшеницы Березит с лучшей средней за годы исследований урожайностью 1,40 т/га и Камышанка 2 с урожайностью 1,18 т/га обладали самыми высокими показателями адаптивности (1,32 и 1,11 соответственно) и генетической гибкости (1,58 и 1,14 соответственно). Сорт Камышанка 2 являлся и наиболее устойчивым к стрессовым факторам среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – №6. – С. 49–53.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. Животков Л.А., Замотаева З.А., Секатуева Л.М. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.

4. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (экологогенетические основы). Теория и практика. – Т. 1. – М.: Агрорус, 2008. – С. 8.

5. Костюков В.В., Старостина Т.В. Влияние агрометеорологических факторов на урожайность овса в Курганской области // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 26–28.

6. Косяненко Л.П. Сорт как ведущий фактор эффективности зернового производства // Зерновое хозяйство. – 2002. – № 5. – С. 18–19.

7. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В.А. Зыкин [и др.]. – Уфа, 2005. – 100 с.

8. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 5. – С. 617–626.

9. Эгамов И.У., Рахимов Т.А., Юсупов Н.Х. Показатели урожайности и качества созданных новых константных форм озимой мягкой пшеницы // Технические и естественные науки: актуальные исследования и инновационные разработки: сб. науч. тр по материалам Международной научно-практической конференции 22 апреля 2020 г. – Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. – С. 11–15.

10. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability Parameters for Comparing Varieties // Crop Science, 1966, Vol. 6, No 1, P. 36–40.

Федорова Валентина Александровна, канд. с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории растительных ресурсов, ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН». Россия.

416251, Астраханская область, Черноярский р-н, с. Соленое Займище, Северный квартал, 8.

Тел.: 89275827730; e-mail: fedorova59.61@mail.ru.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница; сорт; продуктивность зерна; индекс среды; адаптивность; пластичность; генетическая гибкость.

ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF PROMISING VARIETIES OF WINTER SOFT WHEAT IN THE NORTHERN CASPIAN REGION

Fedorova Valentina Aleksandrovna, Candidate of Agricultural sciences, Researcher, Pre-Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Russia.

Keywords: winter soft wheat; variety; grain productivity; environment index; adaptability; plasticity; genetic flexibility.

The article presents the results of environmental tests of promising varieties of winter soft wheat of various selections in the harsh climatic conditions of the semi-desert zone of the Northern Caspian Sea. Based on the data obtained in different years of moisture availability, the varieties that

are characterized not only by high productivity, but also by the ability to form stable yields in specific soil and climatic conditions are identified. The coefficients of adaptability, plasticity, and stress resistance were calculated based on the “yield” indicator. As a result of three-year studies, the most productive and highly ecological adaptations were distinguished by the varieties Berezit and Kamyshanka 2, whose yield over the years of research averaged 1.40 t / ha and 1.18 t / ha, and the coefficient of adaptability was 1.58 and 1.14, respectively. It should be noted that the variety Kamyshanka 2 also had the highest index of resistance to environmental stress factors.

