

Растениеводство

УДК 633.11 “324”: 631.526

<https://doi.org/10.31857/S2500-2627201923-6>**АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ****А.Ф. Сухоруков**, доктор сельскохозяйственных наук,
А.А. Сухоруков, кандидат сельскохозяйственных наук*Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова,
446254, Самарская область, Безенчук, ул. Карла Маркса, 41
E-mail: samniish@mail.ru*

Представлены результаты оценки адаптивности 14 сортов мягкой озимой пшеницы отечественной селекции и 29 линий селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Выделены стрессоустойчивые с максимальным диапазоном приспособительных возможностей сорта Спартак, Марафон, Есаул, Жемчужина Поволжья, линия Л. 351-04 я0-19-7. Величиной средней урожайности в контрастных условиях характеризовались сорта Вьюга – 5,85 т/га, Северодонецкая юбилейная – 5,88 т/га, Базис – 5,82, Зимница – 5,62 т/га, линии 679 Sv-93 – 6,28 т/га, Л. 351-04-я0-19-7 – 6,01 т/га. Сорта Базис, Вьюга, Зимница показали максимальную в опыте урожайность в благоприятных условиях – соответственно 7,78; 8,25; 7,93 т/га, что выше, чем у сорта-стандарта Бирюза в неблагоприятных условиях, на 1,16; 0,73; 0,62 т/га. По индексу засухоустойчивости перспективны сорта Спартак, Северодонецкая юбилейная, Есаул, Жемчужина Поволжья. По числу падения изученные сорта в условиях без стресса превышали норму для пшеницы первого класса (250-396 с), в условиях стресса у ряда сортов оно снизилось до 79 с. Массовая доля белка и клейковины в зерне большинства сортов характеризовалось низкой стабильностью. В неблагоприятных условиях массовая доля белка в зерне снизилась до 10,4 %, сырой клейковины – до 17,4 %, что составляет 61,9 и 52,6 % к уровню благоприятного для формирования качества зерна года. Наиболее стабильные показатели качества зерна отмечены у сортов Бирюза и Вьюга. В неблагоприятных условиях число падения у сорта Бирюза составляло 316 с, у сорта Вьюга – 395 с, массовая доля белка – соответственно 14,5 и 14,0 %, сырой клейковины – 28,2 и 30,0 %.

**ADAPTIVE POTENTIAL OF WINTER WHEAT PARENT MATERIAL
IN THE MIDDLE VOLGA REGION****Sukhorukov A.F., Sukhorukov A.A.***Samara Agricultural Research Institute named after N.M. Tulaykov,
446254, Samara Region, Bezenchuk, ul. Karla Marksa, 41
E-mail: samniish@mail.ru*

The examination results of adaptability of 14 soft winter wheat varieties of native breeding and 29 lines of breeding are presented. The stress-resistant varieties with the greatest adaptive capabilities diapason are Spartak, Marathon, Esaul, Zhemchuzhina Povolzhya, line L. 351-04 ya0-19-7. According to the average yield in contrasting conditions the following varieties are stood out: Vjuga” is 5,85 t/ha, Severodonetskaya Ubleinaya is 5,88 t/ha, “Basis” is 5,82 t/ha, Zimnitsa” is 5, 62 t/ha, lines are 679 Sv-93 – 6,28 t/ha, L.351-04-ya0-19-7 – 6,01 t/ha. The Basis, Vjuga, Zimnitsa varieties demonstrated the maximum yield in favorable conditions during the experiment: Basis is 7,78 t/ha, Vjuga is 8,25 t/ha, Zimnitsa is 7,93 t/ha. The varieties exceeded the standard in unfavorable conditions by 1,16 t/ha, 0,73 t/ha, 0, 62 t/ha. According to the drought tolerance index the Spartak, Severodonetskaya Ubleinaya, Esaul, Zhemchuzhina Povolzhya” varieties are stood out. The studied varieties under non-stressful conditions exceeded the first class wheat norm by the falling-number value (250-396 s.). The falling-number decreased to 79 s. under the stressful conditions. The mass fraction of protein and gluten in the grain of the most studied soft winter wheat varieties are of low stability. The mass fraction of protein in the grain decreased to 10,4% under the unfavorable conditions. The mass fraction of wet gluten decreased to 17,4%. It is 61,9 and 52,6% of the level of a favorable year for the formation of grain quality. The Birusa and Vjuga varieties have the most stable indicators of the grain quality. The falling-number of the Birusa variety under the unfavorable conditions is 316 s, of the Vjuga variety is 395 s, the mass fraction of protein is 14,5 and 14,0%, of wet gluten is 28,2 and 30,0% correspondingly.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, линия, адаптивность, засухоустойчивость, качество зерна

Key words: winter wheat, variety, line, adaptability, drought resistance, grain quality

От величины и стабильности урожайности озимой пшеницы – ведущей зерновой культуры России зависит продовольственная безопасность и экспортный потенциал страны. Однако величина и качество урожая зерновых культур в умеренных широтах северного полушария подвержены высокому влиянию климатических и погодных условий. Возросло число засух [1]. В Самарской области за 40 лет наблюдений Безенчукской метеорологической станции (1975-2015 гг.) засуху в мае

отмечали 11 лет, в июне – 6 лет. В годы с дефицитом осадков в мае валовой сбор зерна в Самарской области снижался в два раза, а в острозасушливые годы (2010 г.) – в три-четыре раза по сравнению с величиной этого показателя в годы со среднемноголетней нормой увлажнения [2]. Приоритетом в стабилизации растениеводства считается создание сортов с высоким уровнем адаптивности [3,4].

Увеличение числа генетически разнообразных

сортов и их агроэкологическая специализация расширяет адаптивный потенциал озимой пшеницы и делает ее производство более надежным и стабильным [5]. У сортов зерновых культур с высоким потенциалом урожайности доля варьирования урожайности, обусловленная экологическими факторами, возрастает, а доля влияния генотипа сорта на это варьирование снижается. Поэтому приоритетной должна стать селекция на адаптивность к контрастным [6] и прежде всего экстремальным [7] погодным условиям.

Для повышения урожайности необходимо иметь набор сортов, поддерживающий большое генетическое разнообразие, особенно по адаптивным свойствам [8]. В селекции на адаптивность эффективны скрещивания с использованием в качестве родительских форм генотипов, генетически не разнокачественных, поскольку при перегруппировке генетического материала исходных форм, контролирующими проявление количественных и качественных признаков, возможен отбор генотипов с улучшенными признаками [9].

При использовании в гибридизации форм с коадаптированными комплексами генов, полученных ранее с привлечением отдаленных эколого-географических сортообразцов, можно преодолеть негативное влияние климата [10]. При этом обязательным компонентом скрещиваний служат сорта с высоким качеством зерна [11].

Цель настоящей работы – оценка адаптивного потенциала сортов мягкой озимой пшеницы отечественной селекции в контрастных условиях погоды Среднего Поволжья с целью использования их в гибридизации для создания сортов с высоким потенциалом адаптивности.

Методика. Опыты проведены в 2014-2018 гг. на экспериментальной базе Самарского научно-исследовательско-

го института сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова (Самарский НИИСХ). Почва – чернозем обыкновенный с содержанием в слое 0-30 см гумуса – 3,88 %, легкогидролизующего азота – 44,8 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 119 мг/кг почвы, обменного калия – 240 мг/кг почвы. В качестве материала для исследований использовали 14 сортов мягкой озимой пшеницы отечественной селекции и 29 селекционных линий Научного центра зерна (НЦЗ) им. П.П. Лукьяненко. Исследования проведены по методическим указаниям Госкомиссии по сортоиспытанию [12, 13].

Учетная площадь делянок составляла 25 м², повторность – 4-кратная. Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды определяли по Rosielle A.A., Hambin J [14]. Индекс засухоустойчивости рассчитывали по формуле Фишера и Маурера (цит. По Янченко и др.) [15]: $DSI = (1 - Y/Ur) (1 - x/xp)$, где DSI – индекс засухоустойчивости, Ur – урожай без стресса, Y – урожай в условиях стресса, x – средняя урожайность по всем сортам при стрессе, xp – средняя урожайность по всем сортам без стресса. Массовую долю клейковины и качество клейковины в зерне определяли по ГОСТ Р 54478-2011, массовую долю белка в зерне – по ГОСТ 10836-91, число падения – по ГОСТ 30498-97.

За годы исследований условия зимнего периода были благоприятными. Минимальная температура на глубине узлов кущения в 2014 г. составляла 5,5 °С, в 2015 г. – 10,4 °С, в 2016 г. – 6,0 °С, в 2017 г. – 7,1 °С, в 2018 г. – 5,7 °С. За период возобновление весенней вегетации – колошение сильная засуха отмечена в 2014 г. (ГТК = 0,38), благоприятные условия увлажнения – в 2015 (ГТК = 1,01) и 2017 гг. (ГТК = 2,6). Условия увлажнения этого периода соответствовали норме в 2016 и 2018 гг. (ГТК = 0,9). Период колошение – созревание был засушливым в 2015 (ГТК = 0,50) и 2016 гг. (ГТК = 0,46), острозасушливым – в 2018 г. (ГТК = 0,1), благоприятным – в 2014 г. (ГТК = 1,19), соответствовал норме – в 2017 г. (ГТК = 0,7).

Статистическая обработка данных выполнена методом однофакторного дисперсионного анализа по программе «AGROS».

Результаты и обсуждение. В табл. 1 приведены основные статистические параметры, характеризующие адаптивный потенциал сортов озимой пшеницы по урожайности. Разность между минимальной и максимальной урожайностью имеет отрицательный знак и отражает уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания. Максимальной стрессоустойчивостью в опыте обладали сорта Спартак, Марафон, Есаул, Жемчужина Поволжья с наиболее широким диапазоном приспособительных возможностей. Более слабую устойчивость к стрессу показали сорта Вьюга, Зимница, Морозко. Бригада, Безенчукская 380, Бирюза. Показатель $\min + \max / 2$ отражает среднюю урожайность сорта в контрастных условиях и характеризует его генетическую гибкость и

Табл. 1. Адаптивный потенциал сортов мягкой озимой пшеницы по урожайности, 2014-2018 гг.

Сорт	Урожайность, т/га					Индекс засухоустойчивости
	среднее за 2014-2018 гг.	min 2015 г.	max 2017 г.	min-max	$\frac{\min + \max}{2}$	
Безенчукская 380	4,61	2,69	6,93	-4,24	4,81	0,202
Бирюза, стандарт	4,88	3,27	7,36	-4,09	5,32	0,232
Базис	5,57	3,85	7,78	-3,93	5,82	0,264
Вьюга	5,52	3,42	8,25	-4,83	5,84	0,217
Северодонецкая юбилейная	5,49	3,80	7,95	-4,15	5,88	0,249
Есаул	4,54	3,65	6,69	-3,04	5,17	0,286
Зимница	5,19	3,31	7,93	-4,62	5,62	0,218
Морозко	4,97	3,13	7,47	-4,34	5,30	0,206
Юнона	5,36	3,61	7,29	-3,68	5,45	0,259
Бригада	4,82	2,99	7,22	-4,23	5,11	0,216
Жемчужина Поволжья	5,15	3,64	6,89	-3,25	5,27	0,276
Ростовчанка 7	5,16	3,55	6,79	-3,24	5,17	0,273
Марафон	5,29	3,82	6,77	-2,95	5,30	0,295
Спартак	5,34	4,23	7,15	-2,92	5,70	0,310
НСР ₀₅		0,42	0,71			

компенсаторную способность. По этому показателю выделились сорта Вьюга, Северодонецкая юбилейная, Зимница, Спартак, Базис, имеющие самую высокую урожайность в контрастных условиях. У сортов Базис, Вьюга, Зимница отмечена максимальная в опыте урожайность в благоприятных условиях, что превысило по этому показателю сорт-стандарт Бирюза в неблагоприятных условиях.

Максимальной устойчивостью к стрессу обладали селекционная линия Л. 351-04 я0-19-7 и сорт Бирюза, максимальной урожайностью в контрастных условиях (стрессовых и нестрессовых) – сорт Бирюза, селекционные линии: 679Sv93, 665Sv24, Л. 351-04 я0-19-7. Линия 679Sv93, созданная совместно селекционерами Самарского НИИСХ и НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, передана на государственное испытание в 2018 г. под названием Эстафета. По индексу устойчивости к засухе выделились сорта Безенчукская 380, Вьюга, Зимница, Морозко, Бригада (табл.1) и селекционная линия Л. 351-04 я0-19-7 (табл. 2).

Данные о способности сортов формировать массу 1000 зерен в стрессовых и нестрессовых условиях и снижении показателя в условиях стресса по сравнению с условиями без него представлены в табл. 3. По величине отношения величины массы 1000 зерен в условиях стресса и без него (%) выделились сорта Северодонецкая юбилейная, Жемчужина Поволжья, Ростовчанка 7, Спартак, по индексу засухоустойчивости – сорта Спартак, Северодонецкая юбилейная, Есаул, Жемчужина Поволжья.

Все изученные сорта озимой пшеницы в благоприятных для формирования качества зерна метеорологических условиях 2015 г. по числу падения, массовой доле белка и клейковины в зерне отвечают требованиям ГОСТ 9353-2016 для пшеницы первого класса (табл.4). В 2016 г. величина показателя “число падения” у сорта Базис составляла 72,4 %, у сорта Северодонецкая юбилейная – 63,2 % к уровню 2015 г. Такая закономерность проявилась и в 2018 г.

Массовая доля белка и клейковины в зерне большинства изученных сортов характеризовалась низкой стабильностью. В относительно неблагоприятных условиях 2016 г. массовая доля белка в зерне снизилась до 10,4 %, сырой клейковины – до 17,4 %, что составляет соответственно 61,9 и 52,6 % к уровню 2015 г. Наиболее стабильные показатели качества зерна выявлены у сортов Бирюза и Вьюга. В благоприятный и неблагоприятный по метеорологическим условиям годы зерно этих сортов по числу падения, а также массовой доле белка и клейковины относилось ко второму классу в соответствии с ГОСТ 9353-2016.

Согласно селекционной программе в Самарском НИИСХ в гибридизацию привлекают сорта и линии

Табл. 2. Адаптивный потенциал линий мягкой озимой пшеницы селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко по урожайности, 2016-2018 гг.

Линия	Урожайность, т/га					Индекс засухоустойчивости
	среднее за 2014-2018 гг.	min 2015 г.	max 2017 г.	min-max	$\frac{\text{min} + \text{max}}{2}$	
Бирюза, стандарт	6,06	5,11	7,36	-2,25	6,24	0,116
Л. 5673 h 129	6,16	4,52	7,21	-2,69	5,87	0,141
Л. 05-169t10	5,74	3,97	6,78	-2,81	5,38	0,157
Л. 29t4-43	6,04	4,36	7,08	-2,72	5,72	0,146
661Sv23	6,04	4,26	7,23	-2,91	5,75	0,156
665Sv24	6,16	4,18	7,90	-3,72	6,04	0,179
679Sv93	6,19	4,85	7,71	-2,86	6,28	0,141
06-250a-84-53	5,82	4,36	6,91	-2,55	5,64	0,141
Л. 2293K2-7	6,05	4,50	7,38	-2,88	5,94	0,149
Л. 351-04 я0-19-7	6,06	4,95	7,07	-2,12	6,01	0,114
НСР ₀₅		0,30	0,50			

Табл. 3. Оценка стрессоустойчивости сортов мягкой озимой пшеницы по массе 1000 зерен, 2017-2018 гг.

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Индекс засухоустойчивости
	2017 г.	2018 г.	2018 г., % к 2017 г.	
Безенчукская 380	43,1	32,6	74,5	0,056
Бирюза, стандарт	45,2	34,2	76,1	0,056
Базис	48,9	36,4	74,4	0,059
Вьюга	42,2	29,0	68,7	0,072
Северодонецкая юбилейная	44,0	35,7	81,1	0,043
Есаул	43,7	34,9	78,6	0,046
Зимница	45,4	34,4	75,8	0,055
Морозко	42,7	31,8	74,5	0,059
Юнона	41,8	32,0	76,6	0,054
Бригада	43,6	33,0	75,7	0,056
Жемчужина Поволжья	42,9	35,7	83,2	0,039
Ростовчанка 7	45,7	36,6	81,0	0,046
Марафон	46,1	36,3	78,7	0,049
Спартак	45,9	37,3	81,3	0,043
НСР ₀₅	1,60	1,32		

местной селекции, выдающиеся сорта отечественной селекции, образцы коллекции ВИР, СИММУТ. Так, в результате гибридизации сорта местной селекции Безенчукская 616 и сорта селекции Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко Зимородок создан сорт мягкой озимой пшеницы Альтернатива, переданный на госсортоиспытание в 2016 г. В 2018 г. в условиях засухи очень сильной интенсивности за период колошение – созревание (ГТК = 0,1) этот сорт занял первое место по урожайности в сухостепной зоне Самарской области на Большеглушицком госсортоучастке. Сорт Альтернатива превысил по урожаю (1,95 т/га) сорт-стандарт Бирюза на 0,37 т/га, допущенные к использованию в регионе сорта Безенчукская 380 – на 0,13 т/га, Жемчужина Поволжья – на 0,32 т/га, Поволжская 86 – на 0,70 т/га, Донэко – на 1,54 т/га, Донэра – на 1, 28 т/га, Тарасовская 70 – на 0,66 т/га.

Таким образом, выделены источники адаптивности к

Табл. 4. Стабильность показателей качества зерна сортов мягкой озимой пшеницы, 2015-2016 гг.

Сорт	Число падения, с			Массовая доля белка в зерне, %			Массовая доля клейковины в зерне, %		
	2015 г.	2016 г.	2016 г., % к 2015 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г., % к 2015 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г., % к 2015 г.
Безенчукская 380	332	331	99,7	17,6	12,0	68,2	40,0	22,4	56,0
Бирюза, стандарт	320	316	98,8	15,2	14,5	95,4	31,6	28,2	89,2
Базис	250	181	72,4	16,8	10,4	61,9	36,1	20,0	55,4
Вьюга	396	395	99,8	18,0	14,0	77,8	38,1	30,0	78,4
Северодонецкая юбилейная	370	234	63,2	17,7	11,1	62,7	38,2	20,0	52,4
Есаул	302	377	124,8	17,6	13,8	78,4	37,9	25,2	66,5
Зимница	371	332	89,5	16,4	11,3	68,9	34,0	18,9	55,6
Морозко	354	336	94,9	16,2	11,5	71,0	34,4	19,3	56,1
Юнона	380	314	82,6	16,8	11,5	68,4	33,1	17,4	52,6
Бригада	358	396	110,6	16,8	12,4	73,8	32,1	20,0	62,3
Жемчужина Поволжья	353	312	88,4	16,0	11,5	71,9	31,7	19,5	61,5
Ростовчанка 7	385	392	101,8	16,6	11,7	70,5	35,1	19,8	56,4
Марафон	383	441	115,1	16,6	12,9	77,7	33,4	25,2	75,4
Спартак	366	279	76,2	16,8	13,1	78,0	35,5	26,5	74,6

стрессу, вызванному засухой, ценные для селекции мягкой озимой пшеницы в Среднем Поволжье. Это сорта с широкой нормой реакции по урожайности на условия внешней среды и сорта, стабильно формирующие высокое качество зерна в условиях стресса и без него.

Литература.

1. Жученко, А.А. Возможности старта Российского АПК в XXI столетие // *Аграрный вестник Юго-Востока*. – 2009. – №1. – С. 6-11.
2. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А. Селекция озимой пшеницы на засухоустойчивость в Среднем Поволжье // *Аграрная наука*. – 2017 г. – №5. – С. 15-19.
3. Савченко И.В. Генетические ресурсы – основа продовольственной безопасности России // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – №9. – С. 5-8.
4. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // *Сельскохозяйственная биология*. – 2016. – Т.51. – №5. – С. 617-623.
5. Беспалова Л.А. Развитие генофонда как главный фактор третьей зелёной революции в селекции пшеницы // *Вестник Российской академии наук*. – 2015. – Т. 85. – №1. – С. 9-11.
6. Гончаренко А.А. Экологическая устойчивость сортов

зерновых культур и задачи селекции // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – №2 (44). – С. 31-36.

7. Ионова Е.В., Газе В.Л., Некрасов Е.В. Перспективы использования адаптивного районирования и адаптивной селекции сельскохозяйственных культур (обзор) // *Зерновое хозяйство России*. – 2013. – №3 (27). – С. 19-22.
8. Кудряшов И.Н., Беспалова Л.А., Пономарев Д.А. Актуальность сортовых структур при производстве озимой пшеницы в современных условиях // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – №1 (43). – С. 9-13.
9. Новохаткин В.В. Обоснование генетического потенциала у интенсивных сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // *Сельскохозяйственная биология*. – 2016. – Т. 51 (5). – С. 627-635.
10. Грабовец, А.И., Фоменко М.А. Роль коадаптации при селекции пшеницы на адаптивность и продуктивность в условиях усиления флуктуации климата // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2017. – №4. – С. 9-12.
11. Сандухадзе Б.И., Рыбакова Б.И., Кочетыгов Г.В., Бугрова В.В., Морозов А.А., Сандухадзе Э.К., Мамедов Р.З. Ускорение селекционного процесса озимой пшеницы при использовании регулируемых условий // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – №6 (48). – С. 39-42.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – Вып. 1. – 267 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. – М.: Колос, 1988. – С. 3-78.
14. Rosielle, A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments // *Crop. Sci.*, 1981. – 21 (6). – P. 943-946.
15. Янченко В.И., Розова М.В., Мельник В.М. Использование засухоустойчивого генофонда твердой пшеницы в создании высокоадаптивных сортов сибирского экотипа // *Вестник региональной сети по внедрению сортов и семеноводству*. – 2004. – №1 – 2 (7-8). – С. 31-36

Поступила в редакцию 16.07.18
После доработки 25.11.18.
Принята к публикации 25.12.18