

УДК 633.11. «324»: 631.527

# СЕЛЕКЦИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

## SELECTION OF WINTER WHEAT FOR DROUGHT TOLERANCE IN THE MIDDLE VOLGA REGION

**А. Ф. СУХОРУКОВ**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

**А. А. СУХОРУКОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник  
ФГБНУ «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова»

**A. F. SUKHORUKOV**, doctor of agricultural sciences, chief researcher

**A. A. SUKHORUKOV**, candidate of agricultural Sciences, senior researcher  
FGBNU «Samara research institute of agriculture named after N. M. Tulikov»

Экспериментальные исследования проведены в 2006–2015 гг. для оценки засухоустойчивости допущенных к использованию в Средневолжском регионе сортов озимой мягкой пшеницы, поиска исходного материала и совершенствования методов отбора. В условиях абиотических стрессов различной интенсивности (ГТК = 0,04–0,5) и локализации (весенняя, летняя, весенне-летняя засуха) дана оценка сортов конкурсного и экологического испытаний, образцов коллекции ВИР, Cimmyt ICARDA, селекционного материала по уровню и стабильности урожая и элементов структуры. По устойчивости к стрессовым условиям выделились сорта озимой пшеницы Самарского НИИСХ: Безенчукская 380, Безенчукская 616, Санта, Светоч, Бирюза. Средний урожай сортов за годы испытаний: 2,7; 2,53; 2,98; 3,04; 2,67 т/га с коэффициентами вариации: 39,2; 35,7; 36,3; 37,7; 40,1%, соответственно. Абиотический стресс очень сильной интенсивности 2010 г. (ГТК = 0,04–0,4) лучше других сортов перенесли сорта Светоч – урожай зерна 1,9 т/га, Санта – 1,71 т/га, Безенчукская 380 – 1,79 т/га, Северодонецкая юбилейная – 2,01 т/га (НСР<sub>0,05</sub> = 0,22), или 41–44% к уровню урожая в благоприятный 2014 г.

Комплексная засуха 2010 г. вызвала уменьшение по сравнению с благоприятными условиями количества колосков в колосе у изученных сортов на 4–15%, количества зерен в колосе на 7–33%, массы зерна одного колоса на 27–52%, массы 1000 зерен – на 29–32%. По адаптивной способности элементов структуры урожая выделился сорт Самарского НИИСХ Светоч. В условиях абиотического стресса, вызванного весенней засухой, урожай зерна положительно коррелирует с количеством продуктивных колосьев на

1 м<sup>2</sup> ( $r = +0,58$ ,  $P_{0,05}$ ), а в условиях летней засухи с натурной массой зерна ( $r = +0,76$ ,  $P_{0,01}$ ). Генетические источники для селекции на засухоустойчивость: Светоч, Безенчукская 765, Северодонецкая юбилейная, Дон 107, Зимница, Москвич, Siouxland, KS90WGRC-10, KS93V206/2\*Т81, ТАМ-107/Т 21, Досконала.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, адаптивность, корреляции, структура урожая.

The experiments were performed in the years 2006–2015, with the aim of evaluation the drought tolerance approved for use in the Middle Volga region of the winter wheat varieties, find source material and improvement of methods of selection. In conditions of abiotic stress of varying intensity (SHR = 0,04–0,5) and localization (spring, summer, spring-summer drought) the estimation of the grades of competition and ecological testing of samples collection of VIR, ICARDA Cimmyt, breeding material by the level and stability of yield and elements of a structure. In terms of resistance to stress conditions stood out varieties of winter wheat Samara NIISKH: Bezenchukskaya 380, Bezenchukskaya 616, Santa, the lights, the Turquoise. The average yield of varieties over the years of testing: 2,7; 2,53; 2,98; 3,04; 2,67 t/he with coefficients of variation: 39,2; 35,7; 36,3; 37,7; 40,1% respectively. Abiotic stress is very severe intensity, 2010 (SCC = 0,04–0,4) better than the other varieties suffered a grade beacon – a grain yield of 1,9 t/he, Santa is 1,71 t/he, Bezenchukskaya 380 – 1,79 t/he, Severodonetsk anniversary – of 2,01 t/he (НСР<sub>0,05</sub> = 0,22), or 41–44% of the crop in a favorable 2014.

Integrated drought of 2010 caused the decrease compared with the favorable conditions

**the number of spikelets per ear at the studied varieties on 4–15%, the number of grains per spike in 7–33%, of the weight of grain in one ear at 27–52%, the weight of 1000 grains — by 29–32%. At the adaptive capacity of yield structure elements separated grade Samara NIISKH the torch. In conditions of abiotic stress caused by spring drought, the grain yield positively correlated with number of productive ears per 1 m<sup>2</sup> ( $r=+0,58$ ,  $P_{0,05}$ ), and in conditions of summer drought with a field weight of grain ( $r = +0,76$ ,  $P_{0,01}$ ). Genetic sources for breeding for drought tolerance: Beacon, Bezenchukskaya 765, Severodonetsk anniversary, don 107, Zimnitsa, Muscovite, Siouxland, KS90WGRC-10, KS93V206/2\*T81, TAM 107/T 21, Doskonala.**

**Key words: winter wheat, variety, yield, adaptability, correlation, yield structure.**

**Введение.** Засуха — природное явление, характерное для климата Юго-Востока России [1, 15]. За 40 лет наблюдений (1975—2015 гг.) Безенчукской метеорологической станции засуха в мае (сумма осадков 0,0—4,6 мм, при норме 36 мм) отмечалась 11 лет и совпадала с критическим периодом вегетации озимой пшеницы. Засуха в июне (сумма осадков 3,6—10,5 мм, при норме 39 мм) отмечалась 6 лет и совпадала с периодом налива зерна озимой пшеницы. В острозасушливые 1975, 1981, 1998, 2010 гг. сумма осадков за май и июнь составила 9,3—19,1 мм, при норме 75 мм. В годы с дефицитом осадков в мае валовой сбор зерна по Самарской области снижался в два раза, а в острозасушливые годы — в 3—4 раза по сравнению с валовым сбором зерна в годы со среднемноголетними метеорологическими условиями. Особенно большой вред засуха наносит посевам зерновых культур в степной зоне области, где урожаи снижаются в 5—6 раз или посевы гибнут на 100%.

К тому же засуха в Поволжье проявляется бессистемно, ее нельзя предугадать заранее [1, 15]. Среди комплекса мер борьбы с засухой особая роль принадлежит селекции [1, 3, 4, 5, 9, 10, 13, 14, 15]. Цель исследований — изучение реакции допущенных к использованию сортов озимой пшеницы на засуху различной локализации и интенсивности, поиск генетических источников засухоустойчивости и совершенствование методов отбора засухоустойчивых генотипов.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в 2006—2015 гг. на экспериментальной базе Самарского НИИСХ имени Н.М. Тулайкова. В качестве материала для исследований взяты сорта конкурсного и экологического испытания,

образцы коллекции ВИР, Cimmyt, ICARDA. Учетная площадь сортов озимой пшеницы конкурсного и экологического испытаний 25 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная. Расположение делянок систематическое со смещением в каждом повторении. Учеты и наблюдения проведены по методике государственного сортоиспытания [11], методическим указаниям ВИР [12].

Анализ структуры урожая: высота растений, длина колоса, количество колосков и зерен в колосе, масса колоса и зерна в колосе, КХОЗ колоса выполнен по средней выборке 40 растений. Масса 1000 зерен определена по ГОСТ 10842-89 [7], натурная масса зерна — по ГОСТ 54895-2012 [6]. Устойчивость сортов озимой пшеницы к засухе определяли по величине урожая и элементов структуры урожая в острозасушливые годы и их депрессии в сравнении с величиной показателей в благоприятный по формированию признака год. Реакцию сортов на засуху дополнительно учитывали на провокационном фоне.

Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях среды оценивали по Россили и Хемблину [3]. Статистическую обработку данных учетов выполнили по Б. А. Доспехову [8]. Предшественник чистый пар. Обработка чистого пара ресурсосберегающая.

Почва опытного участка — чернозем обыкновенный с содержанием в слое 0—30 см гумуса — 3,88%, легкогидролизующего азота — 4,48 мг/100 г почвы, подвижного фосфора — 11,9, обменного калия — 24 мг/100 г почвы.

Неравномерное выпадение осадков по годам и периодам вегетации в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха (9—12%) и высокими температурами (38—39 °С) — основные абиотические стрессоры региона, определяющие величину урожая сортов озимой пшеницы.

По данным Безенчукской агрологической станции, запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 см в начале весенней вегетации озимой пшеницы в 2014 г. были выше нормы — 175 мм, в 2006 г. — меньше нормы — 120 мм, в остальные годы существенно не отличались от среднемноголетней нормы — 135 мм. В 2006 г. в критический период вегетации озимой пшеницы запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—20 см составили 7,7 мм, 20—40 см — 13,6 мм, 40—60 см — 42 мм, 60—80 см — 57 мм, 80—100 см — 53 мм. Условия весенне-летней вегетации озимой пшеницы за годы исследований различались по годам и периодам вегетации.

Период возобновления весенней вегетации — колошение был острозасушливым в 2006 г. — ГТК = 0,2, в 2010 г. — 0,1, в 2014 г. — 0,1; средне-

засушливым в 2008 г. — 0,38, в 2009 г. — 0,55, в 2012 г. — 0,42; благоприятным в 2007 г. — 1,59, в 2013 г. — 1,42, при норме — 0,9.

Время колошения — созревания было остро-засушливым в 2010 г. — ГТК = 0,04, в 2015 г. — 0,1; засушливое в 2013 г. — 0,18, в 2006 г. — 0,4; средnezасушливое в 2012 г. — 0,52, в 2009 г. — 0,64; благоприятное в 2007 г. — 2,3, в 2008 г. — 1,5, в 2014 г. — 1,06, при норме — 0,7.

**Результаты.** В таблице 1 показан адаптивный потенциал сортов озимой пшеницы Самарского НИИСХ, включенных в Государственный реестр и допущенных к использованию [2].

По устойчивости к стрессовым условиям выделяются сорта Санта, Светоч, Бирюза, Безенчукская 380, Безенчукская 616. Эти сорта обладают максимальным диапазоном приспособительных возможностей. Максимальную сред-

### 1. Адаптивный потенциал сортов озимой пшеницы Самарского НИИСХ в годы засух, (2006—2010, 2013—2015 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га					
	$\bar{X}$	$Y_2$ (min)	$Y_1$	$Y_2 - Y_1$ (max)	$\frac{Y_1 + Y_2}{2}$	$C_v$ , %
Безенчукская 380	2,70	1,07	4,33	-3,26	2,70	39,2
Безенчукская 616	2,53	1,10	3,74	-2,64	2,72	35,7
Малахит	2,94	1,10	5,52	-4,42	3,31	51,9
Светоч	3,04	1,29	4,53	-3,24	2,91	37,7
Бирюза	2,67	1,31	3,95	-2,64	2,63	40,1
Ресурс	2,81	0,76	5,44	-4,68	3,10	57,5
Санта	2,98	1,48	4,50	-3,02	2,99	36,3
НСР <sub>0,05</sub>		0,22	0,35			

### 2. Урожайность сортов озимой пшеницы в годы абиотического стресса разной локализации

Сорт	Урожай зерна, т/га					
	Весенняя засуха		Летняя засуха		Весенне-летняя засуха	
	Год					
	2008	2014	2013 *	2015	2006	2010
Безенчукская 380	3,14	4,33	1,07	3,05	2,40	1,79
Малахит	3,34	5,52	1,10	3,83	2,01	1,52
Светоч	3,76	4,53	1,29	3,74	2,64	1,90
Санта	3,40	4,50	1,48	3,65	2,73	1,71
Бирюза	3,52	3,95	1,31	3,35	1,95	1,46
Безенчукская 765	3,22	5,22	1,74	—	2,67	1,78
Базис	—	5,61	1,66	3,85	—	—
Северодонецкая юбилейная	3,96	4,56	—	3,80	2,92	2,01
Марафон	—	4,67	—	3,82	—	—
Спартак	—	4,61	—	4,23	—	—
Юнона	—	5,52	1,51	3,61	—	—
Жемчужина Поволжья	—	4,57	—	3,64	2,56	—
НСР <sub>0,05</sub>	0,25	0,35	0,31	0,25	0,35	0,22

\*Комплексный абиотический стресс (вымерзание + летняя засуха)

нюю величину урожая в стрессовых и нестрессовых условиях имеют: Малахит, Светоч, Ресурс, Санта, что характеризует генетическую гибкость сортов, их компенсаторную способность.

Стратегическому вектору селекции — специфической адаптации к засушливым условиям возделывания в максимальной степени отвечают сорта Светоч и Санта.

Урожайность сортов озимой пшеницы зависит от генетических особенностей, интенсивности и времени проявления абиотического стресса (табл. 2).

В условиях ранневесенней засухи 2008 г. преимущество по урожайности имели сорт Донского зонального НИИСХ Северодонецкая юбилейная и сорт Самарского НИИСХ Светоч.

В 2014 г. по урожаю зерна сорта Самарского НИИСХ Базис, Малахит, сорт Краснодарского НИИСХ Юнона превысили стандарт Безенчукскую 380 на 1,28—1,19 т/га, Северодонецкую юбилейную — на 1,05—0,96 т/га.

Комплексный абиотический стресс 2013 г. вызвал снижение урожайности изучаемых сортов озимой пшеницы по сравнению с 2014 г. (благоприятные условия налива зерна) в 3—5 раз (табл. 2). По урожаю зерна выделились сорта Самарского НИИСХ Безенчукская 765, Базис, Санта и сорт Краснодарского НИИСХ Юнона. Прибавка урожая к сорту Безенчукская 380 у этих сортов составила 0,41—0,67 т/га.

В 2006 и 2010 гг. в условиях комплексной засухи очень сильной интенсивности максимальный в опытах урожай зерна сформировали сорта Самарского НИИСХ: Светоч, Безенчукская 765, Санта; сорт Донского зонального НИИСХ Северодонецкая юбилейная; сорт НИИСХ Юго-Востока Жемчужина Поволжья (табл. 2).

Комплексная засуха сильной интенсивности 2010 г. вызвала уменьшение количества колосков в колосе на 4—15%, количества зерен в колосе — на 7—33%, массы зерна одного колоса на 27—52%, массы 1000 зерен — на 29—39% (табл. 3). Наиболее стабильная величина признаков продуктивности колоса у сорта озимой пшеницы Самарского НИИСХ Светоч, что подтверждает его устойчивость к засухе. Максимальное в опыте количество зерен в колосе в условиях засухи формирует сорт Бирюза (табл. 3).

### 3. Влияние засухи сильной интенсивности на формирование элементов структуры урожая сортов озимой пшеницы, 2010 г.

Сорт	Количество колосков в колосе, шт.		Количество зерен в колосе, шт.		Масса зерна колоса, г		Масса 1000 зерен, г	
	$\bar{X}$	в % к 2014 г.	$\bar{X}$	в % к 2014 г.	$\bar{X}$	в % к 2014 г.	$\bar{X}$	в % к 2014 г.
Безенчукская 380	17,0	85	38,0	78	1,3	59	24,9	61
Малахит	16,4	91	36,8	88	1,4	67	28,9	61
Светоч	16,3	96	38,2	93	1,6	73	32,3	71
Санта	14,6	86	34,0	68	1,1	48	28,2	66
Бирюза	16,7	93	43,8	86	1,5	79	25,3	64
Безенчукская 765	16,8	93	34,5	86	1,2	67	27,1	66
Северодонецкая юбилейная	16,5	83	37,0	67	1,3	50	27,9	68
НСР <sub>0,05</sub>	0,15		1,00		0,03		0,30	

В острозасушливые годы урожай зерна сортов озимой пшеницы положительно коррелирует с количеством продуктивных колосьев на 1 м<sup>2</sup> ( $r=+0,58$ ,  $P_{0,05}$ ) и с натурной массой зерна ( $r=+0,76$ ,  $P_{0,01}$ ) и отрицательно с продолжительностью периода возобновление вегетации — колосшение ( $r=-0,45$ ,  $P_{0,05}$ ).

В селекции озимой пшеницы на засухоустойчивость высота растений не является ограничивающим урожаем сорта признаком. В 2014 г. в условиях весенней засухи урожай зерна 5,6 т/га дали сорта с высотой растений 85 и 98 см. В 2015 г. в конкурсном испытании равный урожай зерна имели сорта с высотой растений 74 и 116 см и корреляция урожая с высотой растений была несущественной ( $r = 0,08$ ).

В наших опытах высокую комбинационную способность по признаку «урожайность в условиях засухи» имеют сорта Самарского НИИСХ: Безенчукская 765, Базис; сорта Донского зонального НИИСХ: Северодонецкая юбилейная, Дон 107, Изюминка; сорта Краснодарского НИИСХ: Юнона, Москвич, Морозко, Зимница; образцы США: Siouland, Siouland 89, KS 90 WGRC-10; KS 97 P063-4-5/CM 95560//x 920879.

В 2014 и 2015 гг. гибриды F<sub>2</sub> с участием названных выше источников показали эффект гетерозиса по урожайности 15—20%. В 2015 г. селекционные линии Безенчукская 765/Северодонецкая юбилейная, Безенчукская 765/Москвич сформировали урожай зерна 4,4—4,5 т/га, на 1,78—1,82 т/га выше урожая Безенчукской 380 и на 0,2—0,3 т/га выше урожая лучшего сорта Спартак.

В 2015 г. урожай зерна 4—4,2 т/га, на 1—1,2 т/га выше стандарта сформировали: KS93V206/2\*T81, TAM-107/ T21 (Cimmyt, ICARDA), Досконала (Харьков).

**Выводы.** В результате проведенных исследований изучена реакция сортов озимой пше-

ницы на абиотический стресс различной интенсивности и локализации. Выявлены сорта, способные в условиях комплексной засухи сильной интенсивности формировать урожай зерна 1,9—2 т/га, в условиях весенней засухи — 5,6 т/га, в условиях летней засухи — 4,2 т/га.

Определены основные признаки, детерминирующие урожай, и их вариабельность.

Создана генетическая коллекция засухоустойчивых форм.

#### ● ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов Н. И. Научные основы селекции пшеницы / Н. И. Вавилов // Избранные сочинения. // М.: Колос, 1966. — С. 455-458.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений. // М., 2015. — С. 5—10.
3. Гончаренко А. А. Об адаптации и экологической устойчивости сортов зерновых культур // А. А. Гончаренко / Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2005. — № 6. — С. 49—53.
4. Генкель П. А. Устойчивость растений к засухе и пути ее повышения. / М.: АН СССР, 1946. — Т. 5. — № 1. — С. 3—238.
5. Грабовец А. И. Озимая пшеница. Монография / А. И. Грабовец, М. А. Фоменко. — Ростов-на-Дону: Юг, 2007. — С. 63—69.
6. ГОСТ Р 54895-2012. Зерно. Метод определения натурности.
7. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур, семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или семян.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М.: Колос, 1979. — 416 с.
9. Жученко А. А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений / А. А. Жученко // Сельскохозяйственная биология. — М., 2000. — № 3. — С. 3—28.
10. Жученко А. А. Роль растениеводства в век биологии и экономики знаний / А. А. Жученко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. / М., 2006. — № 1. — С. 3—6.
11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — М.: Колос, 1985. — Вып. 1. — 267 с.
12. Методические указания. Изучение коллекции пшеницы / Под ред. В. Ф. Дорофеева. — Л.: ВИР, 1985. — 28 с.
13. Ричард М. Селекция пшеницы в Симмите на засухоустойчивость / М. Ричард, Тертован // Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству. — Алматы, 2003. — № 1 (4). — С. 119—126.
14. Сухоруков А. Ф. Результаты селекции озимой пшеницы на засухоустойчивость в Самарском НИИСХ / А. Ф. Сухоруков, В. А. Киселев, А. А. Сухоруков // Зерновое хозяйство России. — 2011. — № 2 (14). — С. 26—29.
15. Тулайков Н. М. Избранные труды. Т. 2. Проблемы борьбы с засухой / Н. М. Тулайков. — Самара, 2000. — 375 с.

e-mail: samniish@mail.ru