

АГРОНОМИЯ



УДК 631.527.5:632.112:633.11 (571.15)

**М.А. Розова,
А.И. Зиборов**

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РАННЕЛЕТНЕЙ ЗАСУХИ В ПРИОБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ключевые слова: яровая твердая пшеница, селекция, сорт, генотип, эколого-географическая группа, адаптация, урожайность, элементы продуктивности, засухоустойчивость, вегетационный период, корреляция.

Использование экологически адаптированных сортов растений является непреложным требованием адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Широта экологической приспособленности генотипов твердой пшеницы в значительной степени зависит от уровня засухоустойчивости, который ниже, чем у мягкой пшеницы [1-6]. На юге Западной Сибири условия вегетации яровых культур складываются по-разному – они могут быть от увлажненных до засушливых. Вероятность засух составляет около 30%, а преобладающими являются раннелетние различной длительности и интенсивности.

Изучение генетических основ засухоустойчивости и селекция по признаку в существенной мере затруднены из-за высокой вариабельности параметров засухи – времени наступления, продолжительности, интенсивности, температурного режима, запасов влаги в почве и т.д. [7]. На этом основании имеет значение выявление разнотипности реагирования генотипов, особенно на наиболее часто проявляемые

сценарии засухи. В 2009-2010 гг. в условиях Приобской лесостепи сложились условия, способствующие выявлению таких реакций: редкий по влагообеспеченности вегетационный период 2009 г. и ярко выраженная раннелетняя засуха 2010 г. Исследование коллекционного материала было направлено на выявление засухоустойчивых сортов и линий, представляющих интерес для дальнейшего селекционного совершенствования твердой пшеницы на Алтае, и установление признаков, наиболее тесно связанных с урожайностью при засухе.

Условия, материал

и методика выполнения эксперимента

Полевые эксперименты выполнены на стационаре лаборатории селекции твердой пшеницы ГНУ Алтайского НИИСХ Россельхозакадемии, располагающегося в Приобской лесостепи Алтайского края. Климат зоны характеризуется теплым, но недостаточно влажным летом. Период со среднесуточными температурами выше +10°C длится с 7-14 мая по 16-21 сентября, и сумма положительных температур за этот период составляет 2000-2100°C. Среднегодовое количество осадков в зоне колеблется от 350 до 400 мм. Сумма осадков за период с температурами выше +10°C составляет 225-250 мм. Почвы Приобской лесостепи представлены обыч-

новенными черноземами, на опытном участке – черноземом выщелоченным, среднемощным, среднесуглинистым, малогумусовым.

Годы проведения экспериментов значительно отличались по гидротермическому режиму в период вегетации растений и, главным образом, в первую его половину (рис.). Во вторую декаду мая различия по годам связаны с температурным режимом, в последующие три декады – с осадками. ГТК июня в 2009 г. составил 1,4 за месяц с раскладкой по декадам 1,3; 1,7; 1,2; в 2010 г. – 0,8, по декадам – 0,3; 0,1 и 2,4. В целом 2009 г. можно описать как год с весьма хорошим увлажнением и невысокими температурами, особенно в июне (меньше многолетнего на 3,3°C), что редко наблюдается в зоне. Данные обстоятельства способствовали реализации потенциала урожайности – на отдельных делянках она достигала 7 т/га. В 2010 г. растения твердой пшеницы начали страдать от недостатка влаги в начале июня, что проявилось в снижении тургора, позднее – в существенном пожелтении листьев нижнего яруса и сильном развитии корневых гнилей. К моменту изменения погоды на прохладную и влажную среднеранние генотипы начали колоситься. Появившиеся ресурсы растения использовали по-разному: формирование обильного подгона, повышение фертильности цветков, замедление развития. При этом

преимущество имели более поздние генотипы. Вторая половина вегетации протекала в благоприятных условиях.

Объектом исследований послужили 97 сортообразцов яровой твердой пшеницы, представленные в основном современными сортами и линиями селекции учреждений России (АНИИСХ – 23 образца, СибНИИСХ – 9, НИИСХ Юго-Востока – 5, Самарский НИИСХ – 30, других НИУ – 10), США (10), Казахстана (8) и некоторых других стран (3). Стандартом послужил среднеспелый сорт интенсивного типа Алтайский янтарь, размещавшийся каждым 10-м номером. Площадь делянки составила 10 м², повторность однократная. Посев проводили в 2009 г. 28 апреля, в 2010 г. – 5 мая. Всходы появились 11 и 20 мая. Питомник размещали по пару, сеяли селекционной сеялкой ССФК-7 с нормой высева – 5 млн всхожих зерен на 1 га. Уборку выполняли селекционным комбайном «Сампо-130».

Статистический анализ данных проводили с помощью дисперсионного и корреляционного анализа. Для этого использовали пакет программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS [8]. Выявление существенности различий базировалось на измерении дисперсии ошибки по изменчивости признака у стандартного сорта (частого стандарта).

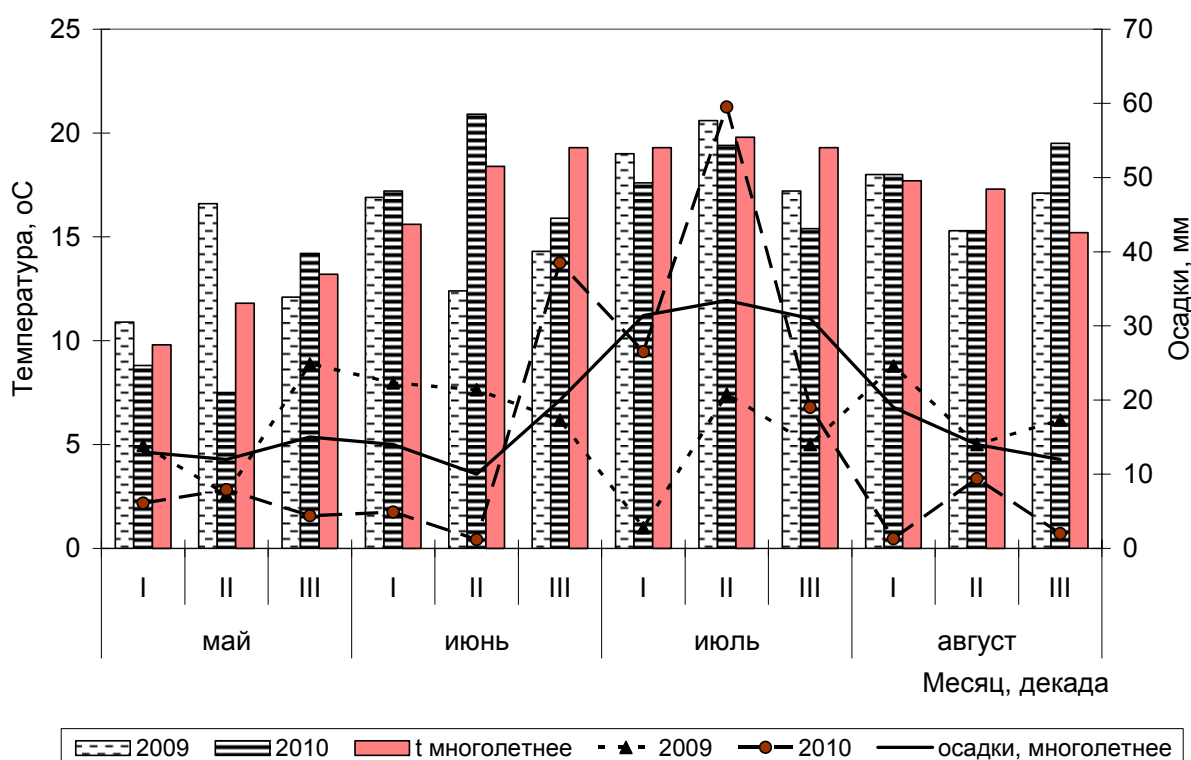


Рис. Среднесуточная температура и количество осадков периода вегетации 2009 и 2010 гг.

Результаты исследований

Различия по погодным условиям определили различия по урожайности изучаемого набора генотипов твердой пшеницы. В 2009 г. средняя урожайность составила 5,14 т/га, стандарта – 5,74 т/га. Максимальная урожайность зафиксирована у самарской линии 495d-22 – 6,00 т/га, тогда как минимальная отмечена у безостых форм – 3,55 (Селена) и 3,78 т/га (Карабалыкская черноколосая). В 2010 г. урожайность всего набора снизилась на 1,76 т/га (на 34,2%) до 3,38 т/га, стандарта – до 3,76 т/га. Варьирование урожайности ограничивалось величинами 2,38 т/га (Radur) и 4,22 т/га (Жемчужина Сибири).

В оба года исследований зерновая продуктивность стандарта Алтайский янтарь была достоверно выше среднесортной, поэтому и количество выделенных сортообразцов было небольшим, особенно в благоприятных условиях 2009 г. Наиболее эффективно высокую обеспеченность влагой на фоне умеренных температур использовали Зарница Алтай, Гордеиформе 540, Гордеиформе 543, Гордеиформе 561 (АНИИСХ); Омская степная (СибНИИСХ), 688d-4, 505d-45, 688d-7, 505d-54, 505d-216, 495d-22, 1ТД-1, 682d-17, 1ТД-3, Безенчукская степная (Самарский НИИСХ) и Mountrail (США), урожайность которых была в пределах 5,52-6,00 т/га. Большая часть изучаемых форм твердой пшеницы (69 из 97) значительно уступила стандарту и не было ни одной, превзошедшей Алтайский янтарь. При этом 16 линий имели зерновую продуктивность выше средней по опыту.

На фоне раннелетней засухи приоритеты сместились, и в число лидеров вошли

Памяти Янченко (4,12 т/га), Гордеиформе 415 (4,05 т/га), Жемчужина Сибири (4,22 т/га), Л1752 (4,17 т/га), Алтын шыгыс (4,08 т/га), Лан (4,06 т/га), урожайность которых была существенно выше стандарта. Урожайность выше среднесортной сформировали 20 образцов.

В таблице 1 представлены образцы с наиболее высокой урожайностью за 2 года изучения. Выделенные генотипы обладают достаточно выраженной отзывчивостью на улучшение условий выращивания, но и при дефиците влаги реализовали высокий уровень продуктивности. При данном типе засухи в первую очередь страдают более рано созревающие формы. Тем не менее лучшие по продуктивности образцы относятся к среднеранней (2), среднеспелой (8) и среднепоздней группам (3).

На первом уровне иерархии связей урожайность определяется густотой стояния растений и массой зерна растения. В среднем за 2 года связь этих признаков с урожайностью описывалась коэффициентами корреляции 0,33 и 0,41. Низкие коэффициенты корреляции в данном случае являются свидетельством того, что вклад элементов в формирование урожайности у разных генотипов существенно отличается. Доказательством служат коэффициенты корреляции по группам сортов. Так, связь с урожайностью количества растений/1 м² и с массой зерна растения у алтайских генотипов описывается значениями 0,50 и 0,21, омских – 0,79 и 0,07, казахстанских – 0,43 и 0,32, самарских – 0,11 и 0,40, американских – 0,19 и 0,62. На величину коэффициента корреляции оказывало влияние и внутригрупповое разнообразие материала.

Таблица 1

Урожайность наиболее продуктивных сортообразцов твердой пшеницы, т/га

Сорт, линия	Происхождение	Урожайность, т/га		
		2009 г.	2010 г.	\bar{x}
Алтайский янтарь	стандарт	5,74	3,76	4,75
Памяти Янченко	Алтайский НИИСХ	5,36	4,12*	4,74 ⁺
Гордеиформе 540	Алтайский НИИСХ	5,61 ⁺	3,60	4,61
Гордеиформе 561	Алтайский НИИСХ	5,67 ⁺	4,00 ⁺	4,84 ⁺
Гордеиформе 543	Алтайский НИИСХ	5,65 ⁺	3,95 ⁺	4,80 ⁺
Омская степная	Сибирский НИИСХ	5,58 ⁺	3,50	4,54
Г96-160-8	Сибирский НИИСХ	5,40	3,90 ⁺	4,65
688d-4	Самарский НИИСХ	5,95 ⁺	4,02 ⁺	4,99 ⁺
688d-7	Самарский НИИСХ	5,75 ⁺	3,72 ⁺	4,74 ⁺
505d-54	Самарский НИИСХ	5,73 ⁺	3,60	4,67
Л1752	Самарский НИИСХ	5,52	4,17*	4,85 ⁺
495d-22	Самарский НИИСХ	6,00 ⁺	3,90 ⁺	4,95 ⁺
1ТД-3	Самарский НИИСХ	5,92 ⁺	4,00 ⁺	4,96 ⁺
Безенчукская степная	Самарский НИИСХ	5,76 ⁺	3,90 ⁺	4,83 ⁺

Примечание. ⁺ – выше средней по опыту; * – выше средней по опыту и стандарта.

Основные элементы продуктивности сортообразцов в зависимости от условий года и происхождения представлены в таблице 2. Высокая по опыту урожайность в 2009 г. базировалась на густоте стояния – 284 растения, которые имели 499 продуктивных стеблей (кустистость – 1,8). Высота растений составляла 104 см, длина верхнего междоузлия – 50 см. Масса надземной части растений была довольно высокой – 4,22 г. Коэффициент хозяйственного использования составил 41,0%. В среднем по сортам колос твердой пшеницы имел длину 6,3 см, 15,2 колоска в колосе, из которых 13,6 продуктивных (доля неразвитых – 11,0%). Из общей массы зерна растений 1,73 г на главный колос приходилось 1,22 г и на побег кущения – 0,51 г. Озерненность колоса при высокой урожайности оставалась на уровне 26,6, колоска – 1,96 зерен, крупность которых описывается массой 1000 зерен 45,9 г. Доля урожая, приходящаяся на главный колос, просчитывается в размере 75,9%, на дополнительные побеги – 24,1%. При ужесточении водного режима снижение урожайности было связано со снижением практически всех элементов продуктивности. Слабо изменились количество растений на 1 м² и озерненность колоса. Уменьшилась величина густоты продуктивного стеблестоя за счет продуктивной кустистости. Масса растений составила 3,62 г при его зерновой части 1,51 г, из которых 1,13 г пришлось на главный колос, остальная масса – на дополнительный побег.

Изучавшиеся эколого-географические группы сортов имели свои особенности. Так, сибирским сортам, а прежде всего алтайским, присущи хорошая густота стояния растений и продуктивных стеблей. Наиболее высокие растения у генотипов с Алтая и Казахстана – в 2009 г. они достигали 112 и 110 см, в 2010 г. – 98 и 97 см. Наиболее тяжеловесными были растения образцов Самарского НИИСХ (4,42 и 4,05 г). Казахстанские образцы имели примерно равные значения массы растений за 2 года (4,04 и 4,08 г). Американские сорта более других снизили массу растений в условиях засухи. По параметрам продуктивности главного колоса и растения в разных условиях преимущество имеют самарские генотипы (табл. 2). В

благоприятных условиях эти показатели высоки у американских сортов (1,33 и 1,84 г), в условиях засухи – у омских (1,23 и 1,67), при этом данные значения у них даже выше, чем в 2009 г. (1,11 и 1,61 г). Практически не изменилась масса зерна главного колоса и растения при смене условий у казахстанских генотипов. По массе зерна дополнительных побегов в условиях хорошего увлажнения различия между географическими группами были слабыми, при понижении урожайности произошло дифференцированное снижение признака. Большую массу зерна в 2010 г. имели дополнительные побеги казахстанских форм (0,48 г), а также Самары (0,45 г) и Омска (0,44), самую низкую – саратовские образцы (0,20 г).

Среднесортное значение озерненности колоса слабо изменилось при смене условий, однако озерненность колоска в условиях раннелетней засухи была выше, что связано с динамикой поступления осадков и сменой механизмов, обеспечивающих близкие величины числа зерен колоса. В 2009 г. сформировалось больше колосков в колосе, но озерненность колоска была 1,96 зерна, а в 2010 г. произошел сброс колосков, но благодаря влажной прохладной погоде в период начала колошения и после него выросли фертильность цветков, и соответственно, количество зерен в колоске (2,10).

Группы сортов отличались по числу зерен колоса. Казахстанские сорта имели высокие значения в оба года, но выше в условиях засухи (27,2 и 29,3). В благоприятном 2009 г. лучший показатель у сортов США (29,1 зерна), в 2010 г. – Казахстана (29,3) и Омска (28,7). Количество зерен в колосе было относительно стабильным у самарских и алтайских генотипов. У омских генотипов число зерен колоска больше изменялось по годам и было низким в первый год и на уровне средней – во второй. Наиболее высокой озерненностью колоска характеризовались сорта Поволжья.

Самое крупное зерно в благоприятных условиях формировали саратовские генотипы (48,7 г), при засухе – алтайские и самарские (44,4 и 44,8 г). Самое мелкое зерно у казахстанских форм – в среднем за 2 года 40,4 г.

Таблица 2
Элементы структуры урожая яровой твердой пшеницы в зависимости от года исследования и происхождения

Год, группа	Растения / 1 м ²	Стеблей / 1 м ²	Масса растений, г	Длина колоса, см	Озерненность, шт.		Масса зерна, г			Масса 1000 зерен, г	К _{хоз} , %	Урожайность		
					колоса	колоска	главного колоса	побега ку-пшеница	растения			средняя, т/га	доля главного побега, %	доля кушачьего побега, %
В среднем по опыту														
2009	284	499	4,22	6,3	26,6	1,96	1,22	0,51	1,73	45,9	41,0	50,7	75,9	24,1
2010	270	433	3,62	5,8	26,2	2,10	1,13	0,38	1,51	43,2	41,8	33,5	82,8	17,1
\bar{x}	277	466	3,92	6,1	26,4	2,03	1,18	0,45	1,62	44,6	41,4	42,1	79,5	20,5
с/р*	274	468	3,74	6,0	25,6	2,02	1,13	0,41	1,55	44,3	41,4	40,6	79,6	20,3
с/с	277	462	3,99	6,1	26,8	2,07	1,20	0,46	1,66	44,9	41,7	42,7	79,5	20,5
с/п	283	470	4,10	6,2	27,2	1,96	1,19	0,47	1,66	44,2	40,5	43,7	79,3	20,7
Сортообразцы Алтайского НИИСХ														
2009	303	533	4,09	6,0	24,3	1,85	1,13	0,50	1,63	46,5	39,9	50,3	74,9	25,1
2010	298	464	3,31	5,7	24,3	2,03	1,07	0,31	1,38	44,4	41,8	35,5	85,6	14,4
Сортообразцы Сибирского НИИСХ														
2009	287	512	4,18	6,6	25,2	1,79	1,11	0,50	1,61	44,2	38,5	51,3	74,1	25,9
2010	282	456	3,90	6,2	28,7	2,14	1,23	0,44	1,67	42,8	42,8	36,8	82,1	17,9
Сортообразцы НИИСХ Юго-Востока														
2009	276	475	4,21	6,4	27,0	2,04	1,31	0,46	1,78	48,7	42,3	48,2	79,6	20,4
2010	247	386	3,14	5,7	25,8	2,20	1,11	0,20	1,31	42,9	41,6	32,7	91,0	9,1
Сортообразцы Самарского НИИСХ														
2009	279	481	4,42	6,3	27,9	2,03	1,31	0,50	1,82	47,0	41,2	53,9	77,7	22,3
2010	258	419	4,05	5,9	27,8	2,19	1,24	0,45	1,69	44,8	41,8	34,3	81,1	18,9
Сортообразцы Казахстана														
2009	270	482	4,04	6,4	27,2	1,95	1,15	0,50	1,65	42,4	40,9	46,3	75,2	24,8
2010	283	458	4,08	6,3	29,3	2,13	1,12	0,48	1,60	38,4	39,1	33,3	78,7	21,1
Сортообразцы США														
2009	260	452	4,12	6,6	29,1	2,19	1,33	0,51	1,84	45,9	44,7	51,5	78,0	22,0
2010	252	422	2,95	5,5	23,0	2,01	0,97	0,31	1,28	42,0	43,2	27,6	82,1	17,2

Примечание. с/р – среднеранние; с/с – среднеспелые; с/п – среднепоздние.

Из представленных эколого-географических групп более всего удалена американская группа, что отражается и в данных структурного анализа. Эти сорта характеризуются среднерослостью, а согласно фенологическим наблюдениям и устойчивостью к полеганию – по типу «проволочной» соломины. Они имеют невысокую густоту растений и стеблей, среднюю мощность растений, в благоприятных условиях формируют крупный, хорошо озернённый колос и колосок, которые более, чем другие сорта, снижают свои параметры в условиях раннелетней засухи. Зерно крупное. По коэффициенту хозяйственного использования группа занимает лидирующее положение.

На основании дисперсии частотного стандарта получены критерии достоверности и выделены генотипы со значимыми превышениями над средними по опыту значениями элементов структуры урожая: **по количеству растений на 1 м²** – Линия 122 (Иркутский НИИСХ), Алейская, Гордеиформе 53, Гордеиформе 561, Гордеиформе 415, Гордеиформе 543 (Алтайский НИИСХ); **густоте продуктивного стеблестоя** – Гордеиформе 53, Гордеиформе 543 (Алтайский НИИСХ), Г1732 (Самарский НИИСХ); **массе растений** – Ангел, Г94-94-13, (Сибирский НИИСХ), 656d-4, 653d-58, 505d-52, 505d-54, Г1748, 505d-216, 1ТД-1, 682d-17, 1ТД-3, Безенчукская 200, Памяти Чеховича (Самарский НИИСХ), Каргала 1514, СИД-88 (Казахстан), Донская элегия (Донской зональный НИИСХ); **озерненности колоса** – Г94-24-12 (Сибирский НИИСХ), 656d-4, 653d-58, 688d-7, 505d-52, 505d-54, Г1748, 1ТД-1, 682d-17, 1ТД-3, Памяти Чеховича (Самарский НИИСХ), Алтын шыгыс, Лан (Казахстан), Донская элегия (Донской зональный НИИСХ); **массе зерна главного колоса** – Лучистая (НИИСХ Юго-Востока), 653d-58, 688d-7, 505d-52, 505d-54, Г1748, Г1752, Л1753, 495d-22, 1ТД-1, 874d-20, 1ТД-3, Безенчукская 205, Безенчукская степная, Памяти Чеховича (Самарский НИИСХ), Донская элегия (Донской зональный

НИИСХ); **массе зерна растения** – 653d-58, 1ТД-1, 682d-17, 1ТД-3, Памяти Чеховича (Самарский НИИСХ), СИД-88 (Казахстан), Донская элегия (Донской зональный НИИСХ).

Библиографический список

1. Терновский М.Ф. Яровая пшеница Западно-Сибирской области. Часть 1. Ботанико-географический очерк. – Омск, 1927. – 168 с.
2. Савченко М.П. Культура твердой пшеницы в Западной Сибири. – Омск: Омское областное государственное издание, 1950. – 60 с.
3. Шехурдин А.П. Избранные сочинения. – М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1961. – 327 с.
4. Полимбетова Ф.А. Физиологические свойства и продуктивность яровой пшеницы в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1972. – 271 с.
5. Кузьмин В.П. Селекция и семеноводство зерновых культур в Целинном крае Казахстана // Вопросы селекции сельскохозяйственных культур: избранные науч. тр. акад. В.П. Кузьмина. – Алма-Ата: Кайнар, 1977. – С.263 – 430.
6. Розова М.А. Адаптивность яровой твердой пшеницы в условиях юга Западной Сибири // Развитие научного наследия Н.И. Вавилова на современном этапе: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию академика Н.И. Вавилова (Новосибирск, 19 декабря 2007 г.). – Новосибирск, 2009. – С. 195-203.
7. Пфайффер В., Трейтован Р. Основные проблемы в селекции пшеницы на адаптацию к засушливым условиям окружающей среды: перспективы программы СИММИТ по пшенице // Основные направления диверсификации зернового производства в степных регионах Евразийского континента: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Шортанды, 1999. – С. 148-152.
8. Пакет программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS, версия 2.08. – Тверь, 1999.

