



УДК 633.11

С.Б. Лепехов,
Н.И. Коробейников

ПОЛЕВАЯ И АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, селекция, засухоустойчивость, степной экологический тип, урожайность, элементы продуктивности, паровой предшественник, зерновой предшественник, Алтайский край.

Введение

Яровая мягкая пшеница является наиболее распространённой культурой в Алтайском крае, где она высевается во всех 7 почвенно-климатических зонах на общей площади 2,4-2,5 млн га. Более половины посевных площадей мягкой пшеницы располагается в Кулундинской и Алейско-Рубцовской степных зонах, где основными лимитирующими факторами формирования высокой урожайности пшеницы являются дефицит доступной почвенной влаги, жесткий температурный режим в период закладки и формирования репродуктивных органов. Следовательно, селекция на урожайность в таких условиях – это отбор, прежде всего, на засухо- и жаростойкость растений [1].

Устойчивость к засухе – это наследственная способность растений к переживанию периодического водного дефицита без существенных последствий для роста, развития и продуктивности. Полевая засухоустойчивость оценивается через степень снижения продуктивности в условиях засухи по сравнению с продуктивностью в благоприятных условиях. Этот показатель хотя и имеет некоторые ограничения, достаточно прост в расчёте и информативен [2]. Агрономическим критерием засухоустойчивости является урожай семян в условиях засухи [3, 4].

Если лимитирующий фактор выражен слабо или слишком резко, то различия в устойчивости изучаемых образцов к засухе сглаживается. Многолетние опыты показывают, что напряженность засухи должна быть такой, чтобы продуктивность среднестойчивых сортов снижалась вдвое [5]. На

заключительных этапах селекционного процесса степень засухоустойчивости генотипов определяется путем посева на различных по влагообеспеченности фонах (чистый пар и зерновые предшественники) или же путем сравнения урожайности в контрастные годы – благоприятные и засушливые [6-8].

Цель исследования – оценить полевую засухоустойчивость сортов и линий яровой мягкой пшеницы и выявить признаки продуктивности, по которым можно судить об устойчивости сорта к засухам различной интенсивности и длительности.

Материал, методика и условия проведения опыта

Материалом исследования служили 27 сортов степного экологического типа и 3 интенсивных сорта различного происхождения и групп спелости. Стандартами являлись среднеранняя Алтайская 98, среднеспелая Алтайская 100 и среднепоздняя Алтайская 105. Опыт проведён в 2010-2011 гг. на полях Алтайского НИИСХ. Сорта высевали по двум предшественникам (пар, пшеница) в 2010 г. ручной сеялкой с учётной площадью делянки 1 м², в 2011 – сеялкой ССФК-7 на делянках площадью 2 м². Опыт закладывался по схеме рендомизированных блоков в трёхкратной повторности. Наблюдение за посевами и изучение структуры урожая проводили по общепринятой методике. Уборка делянок осуществлялась вручную в 2010 г. и комбайном Сампо 130 в 2011 г.

Погодные условия 2010 г. можно охарактеризовать как засушливые в первой половине вегетации и влажные – во второй. Среднесуточные температуры первых двух декад июня были на 2-4С⁰ выше среднесуточных, а в июле выпало на 77% больше среднесуточной месячной нормы осадков, что способствовало развитию болезней и полеганию. Практически весь вегетационный сезон 2011 г., исключая конец мая –

начало июня, был засушливым с повышенными температурами в мае и июне. Сумма осадков за вегетацию составила 73% от среднемноголетнего значения.

О засухоустойчивости сорта судили по его урожайности в варианте зернового предшественника и по стабильности урожайности (степень снижения продуктивности в условиях засухи по сравнению с продуктивностью в благоприятных условиях). Наибольшая величина количественного признака за 2 года в варианте по пару считалась приближенной к оптимальному значению.

Результаты исследований и их обсуждение

В среднем максимальная урожайность сортов по пару равнялась 304 г/м². Средняя урожайность сортов в 2010 г. по зерновому предшественнику составила 156 г/м², а степень снижения урожайности от максимального её значения – 49%. В 2011 г. средняя урожайность по зерновому предшественнику зафиксирована на уровне 178 г/м². Урожайность по сравнению с оптимальными условиями снизилась на 41%. Условия 2010 г. способствовали большей дифференциации сортов по урожайности на стерневом фоне (Cv = 19%). В 2011 г., несмотря на большую урожайность, сорта в варианте опыта по зерновому предшественнику имели меньше отличий друг от друга по продуктивности (Cv = 11%). Продолжительность вегетационного периода была положительно и существенно связана с урожайностью сортов, поэтому проводили сравнение сортов со схожим ритмом разви-

тия [9]. Интенсивные сорта (Новосибирская 29, Алтайская 325) сочетали невысокую урожайность с наибольшим её снижением в засушливых условиях (табл. 1). Схожая реакция на водный дефицит отмечена для Алтайской 98 и Алтайской 100. Среднепоздняя Алтайская 105 наиболее урожайна в условиях раннелетней засухи 2010 г., а Воевода и Шортандинская улучшенная – в условиях засухи, охватившей весь вегетационный период 2011 г. Тулайковская золотистая, Лютеценс 43/с, Акмола сочетают высокую урожайность на жёстком по влагообеспеченности и минеральному питанию фоне с относительно невысоким её снижением по сравнению с благоприятными условиями. Следует отметить, что в 2011 году степень снижения урожайности от парового к зерновому предшественнику положительно коррелировала с урожайностью сортообразцов по пару, то есть наиболее продуктивные генотипы оказались менее засухоустойчивы ($r = 0,65$; значимо при $P < 0,001$).

Средняя урожайность сортов за 2 года изучения по зерновому предшественнику коррелировала со средними величинами биомассы растения ($r = 0,74$), массы зерна растения и главного колоса ($r = 0,73$), озёрнённости главного колоса ($r = 0,60$), числа фертильных колосков ($r = 0,56$), высоты растений ($r = 0,52$), массы 1000 зёрен и $K_{хоз}$ ($r = 0,49$). Все корреляции значимы при $P < 0,01$. Сорта по густоте стояния растений не имели достоверных отличий в оба года изучения, и данный признак был очень слабо сопряжён с урожайностью.

Таблица 1

Урожайность некоторых сортов различных групп спелости по зерновому предшественнику и степень её снижения по сравнению с оптимальными условиями

Сорт	2010 г.		2011 г.	
	урож.	снижение	урож.	снижение
Среднеранние сорта				
Алтайская 98 (стандарт)	115	51	138	41
Новосибирская 29	91	66	154	42
Целинная 3С	121	57	182	34
Средняя по группе	118	56	161	39
Среднеспелые сорта				
Алтайская 100 (стандарт)	125	54	167	38
Лютеценс 43/с	179	33	171	36
Алтайская 325	165	48	163	49
Акмола	185	31	179	33
Тулайковская золотистая	166	30	178	25
Средняя по группе	160	46	181	39
Среднепоздние сорта				
Алтайская 105 (стандарт)	220	44	156	60
Апасовка	176	48	186	45
Воевода	178	52	220	41
Шортандинская улучшенная	125	62	207	37
Средняя по группе	170	49	183	45
НСР _{0,05}	53		30	

Примечание. Урож. – урожайность, г/м²; снижение – снижение урожайности, %.

Относительное снижение урожайности достоверно коррелировало (при $P < 0,05$) лишь с относительным снижением массы зерна растения ($r = 0,48$) и с относительным снижением биомассы растения ($r = 0,39$).

Определённый интерес представляет сравнение группы засухоустойчивых сортов с группой менее засухоустойчивых сортов по признакам продуктивности. Группы составляли из 1-3 сортов с максимальной и минимальной урожайностью каждой группы спелости по зерновому предшественнику. При этом в разные годы группы включали не всегда одни и те же сорта (табл. 2). Из данных таблицы 2 следует, что в 2010 г. группы сортов, контрастные по засухоустойчивости, имели достоверные различия не только по урожайности, но и по всем элементам продуктивности, кроме густоты стояния растений. Наиболее выраженная дифференциация групп сортов наблюдалась по биомассе растения, массе зерна главного колоса и растения. В 2011 г. группа засухоустойчивых сортов достоверно превосходила группу незасухоустойчивых генотипов по меньшему числу признаков продуктивности. Однако элементы структуры урожая, по которым данные группы сортов значительно отличались, остались теми же. Обращает на себя внимание большая разница между группами по массе зерна растения, чем по массе зерна главного колоса. Она обусловлена вкладом зерна побегов кущения. Даже в очень неблагоприятных условиях 2011 г., когда коэффициент продуктивного кущения по многим сортам был близок к 1, засухоустойчивые сорта имели больше кустящихся растений на единице площади посева, чем незасухоустойчивые. Отличия между группами сортов по высоте

растения достоверно и стабильно выявлялись в оба года изучения.

Засухоустойчивость, определённая по степени снижения урожайности и признаков продуктивности, представлена в таблице 3. Прежде чем приступить к её рассмотрению, необходимо отметить, что генотипы, незначительно снижающие урожайность в засушливых условиях по сравнению с благоприятными, не всегда оказываются высокопродуктивными в условиях умеренной засухи. Причина этого несоответствия заключается в том, что сорта, созданные для возделывания в жёстких по влагообеспеченности условиях, имеют генетически ограниченный потенциал продуктивности и уступают в урожайности интенсивным сортам при менее напряжённой засухе. В 2010 г. группы сортов, контрастные по засухоустойчивости, имели различную реакцию на агрофон по многим признакам. Особенно это характерно для биомассы и массы зерна растения. Засуха 2011 г., воздействовавшая во все периоды развития растений, привела к меньшей дифференциации сортов по признакам продуктивности. Незасухоустойчивые сорта снижали урожайность не только за счёт уменьшения массы зерна растения, но и за счёт густоты стояния растений. Обращает на себя внимание факт превосходства слабоустойчивых к засухе сортов по снижению количества колосков и озернённости перед засухоустойчивыми сортами. Это обстоятельство объясняется тем, что в группу сортов, сильно снизивших урожайность в условиях засухи, попали крупноколосые интенсивные и полунинтенсивные сорта. Группа же засухоустойчивых сортов имела преимущество по массе 1000 зёрен и массе зерна главного колоса.

Таблица 2

Урожайность и количественные признаки сортов мягкой пшеницы по зерновому предшественнику в 2010 и 2011 гг.

Признак	2010 г.				2011 г.			
	X ₁	X ₂	X ₃	НСР	X ₁	X ₂	X ₃	НСР
Урожайность, г/м ²	189	124	34	27	208	155	25	16
Количество растений, шт/м ²	213	224	-5	-	296	293	1	-
Биомасса растения, г	2,06	1,60	22	0,29	1,50	1,30	13	0,20
Высота растения, см	76,2	71,4	6	4,6	60,5	55,9	8	2,9
Число фертильных колосков, шт.	9,7	8,8	9	0,7	10,1	9,6	5	-
Озерненность главного колоса, шт.	18,1	15,6	14	1,9	17,7	16,7	6	-
Масса 1000 зёрен, г	33,4	30	10	2,3	32,1	29,7	7	2,4
Масса зерна главного колоса, г	0,62	0,49	21	0,08	0,59	0,51	14	0,07
Масса зерна растения, г	0,82	0,58	29	0,12	0,64	0,53	17	0,10
K _{кост.} , %	39,7	36,4	8	2,1	42,5	40,8	4	-

Примечание. X₁ – среднее значение признака в группе засухоустойчивых сортов; X₂ – среднее значение признака в группе незасухоустойчивых сортов; X₃ = (X₁-X₂)/X₁ x 100%; НСР – НСР_{0,05}.

Степень снижения урожайности и количественных признаков у групп сортов, различных по засухоустойчивости (2010 и 2011 гг.), %

Признак	2010 г.			2011 г.		
	X ₁	X ₂	X ₂ -X ₁	X ₁	X ₂	X ₂ -X ₁
Урожайность, г/м ²	38	57	19	33	51	18
Количество растений, шт/м ²	30	23	-7	-1	6	7
Биомасса растения, г	26	38	12	43	49	6
Высота, см	13	16	3	30	34	4
Число фертильных колосков, шт.	17	18	1	16	12	-4
Озерненность главного колоса, шт.	19	23	4	22	17	-5
Масса 1000 зёрен, г	17	22	5	18	23	5
Масса зерна главного колоса, г	27	34	7	30	36	6
Масса зерна растения, г	30	45	15	43	50	7
Kхоз, %	6	10	4	1	3	2

Примечание. X₁ – степень снижения признака для группы засухоустойчивых сортов, %; X₂ – степень снижения признака для группы незасухоустойчивых сортов, %.

Было установлено, что степень снижения массы 1000 зёрен, высоты растения, массы зерна главного колоса и коэффициента хозяйственного использования фотосинтеза в условиях засухи различной динамики, проявившейся в 2010 и 2011 гг., оставалась на одном уровне. Следовательно, эти признаки могут быть использованы для идентификации генотипов с различным уровнем полевой засухоустойчивости.

Заключение

Засухоустойчивость и высокая урожайность редко сочетаются в одном сорте. Признаками продуктивности, наилучшим образом отражающими засухоустойчивость сорта, оцениваемую по абсолютному значению урожайности в неблагоприятных условиях, следует считать биомассу растения, массу зерна главного колоса и растения. Группы сортов, неодинаковые по величине полевой засухоустойчивости, снижают продуктивность за счёт различных элементов структуры урожая. Однако к признакам, наиболее стабильно проявляющимся у отличных по засухоустойчивости сортов при возникновении засух, относятся масса 1000 зёрен, высота растения, масса зерна главного колоса, а также коэффициент хозяйственного использования фотосинтеза. Сортообразцы Тулайковская золотистая, Степная 16, Лютесценс 43/с, Акмола представляют интерес для селекции сортов степного экологического типа.

Библиографический список

1. Коробейников Н.И. Влияние метеорологических факторов на признаки продуктивности и урожайность мягкой яровой пшеницы в условиях Приобья Алтайского края // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Западной Сибири и Казахстане. – Барнаул, 2001. – С. 56-70.

2. Головаченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне среднего Поволжья. – Кинель, 2001. – 380 с.

3. Пронина Н.Д. Сравнительная засухоустойчивость некоторых сортов яровых пшениц // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1971. – С. 179-188.

4. Маймистов В.В. Зависимость между ксероморфностью флагового листа озимой пшеницы и ее урожайностью при разной влагообеспеченности // Селекция и семеноводство. – 1989. – № 3. – С. 12-15.

5. Дорофеев В.Ф., Удовенко Г.В., Удачин Р.А., Кожушко Н.Н. Проблема селекции пшеницы на засухоустойчивость // Селекция и семеноводство. – 1977. – № 6. – С. 50-55.

6. Мовчан В.К., Кривобочек В.Г., Шек Г.О., Малютина О.М., Рудь О.И. Направление, методы и результаты селекции на стабильность урожайности, новые сорта и теоретические исследования по селекции в северном Казахстане: сборник научных трудов. – Целиноград, 1988. – 103 с.

7. Кандауров В.И., Коробейников Н.И., Пешкова Т.В. Селекция сортов яровой мягкой пшеницы засухоустойчивого полуинтенсивного типа // Селекция и генетика сельскохозяйственных культур на Алтае: сб. научных тр. – Новосибирск, 1990. – С. 3-11.

8. Гончаров П.Л., Гончарова А.В. Селекция трав на засухоустойчивость и конкурентоспособность // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2003. – № 2 (148). – С. 3-7.

9. Принципиальная схема агрометеорологической оценки засух, засушливости территории и засухоустойчивости сельскохозяйственных культур: метод. указания / под ред. А.И. Коровина. – Л., 1981. – 37 с.

