

РАСТЕНИЕВОДСТВО

ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

А.Ф. Туманян, Хамдан Васим

Кафедра генетики, селекции и растениеводства
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198

Н.В. Тютюма

Прикаспийский НИИ аридного земледелия
Северный кв., 8, с. Соленое Займище, Астраханская обл., Россия, 416251

Проведены исследования по изучению засухоустойчивости и жаростойкости сортообразцов ярового ячменя в полевых и лабораторных условиях. Выделены сортообразцы, обладающие засухоустойчивостью в сочетании с высокой продуктивностью в аридных условиях; выделенные сортообразцы могут быть использованы в селекционной работе на засухоустойчивость.

Ключевые слова: засухоустойчивость, яровой ячмень, жаростойкость.

Одним из лимитирующих факторов роста, развития и получения высоких урожаев ячменя является засуха. Подсчитано, что засуха и опустынивание ежегодно в мировом масштабе приводят к потерям в сельском хозяйстве в размере 42 млрд долларов. По прогнозам специалистов, в связи с глобальным изменением климата наряду с ростом средней температуры будет возрастать амплитуда температурных колебаний, увеличится число экстремальных холодных и жарких (засушливых) лет.

Засухи все чаще повторяются на обширных сельскохозяйственных территориях и наносят огромный ущерб сельскому хозяйству.

С засухами пытались бороться при помощи полезащитных лесных полос, предполагая, что на огромной засушливой территории они смогут защитить посевы от горячих ветров и спасти тем самым урожай. Но оказалось, что значение этого весьма дорогостоящего мероприятия сильно преувеличивалось и что в действительности массы горячего воздуха легко проникают через лесные полосы и губят урожай. Наносимый засухами колоссальный урон требовал иных, более действенных способов борьбы, и, как говорил мировой опыт, наиболее надежным из них было орошение.

С 60-х годов XX века в самых засушливых районах страны (и прежде всего в Поволжье) развернулось строительство крупных оросительных каналов, плотин и водонасосных станций; эти мероприятия оказались очень эффективными: урожайность на орошаемых полях засушливых районов стала стабильно высокой. Но орошаемое земледелие также обходится очень дорого, поэтому зерновые культуры орошаются лишь на крайне небольших площадях [1].

Особенно ухудшилась ситуация с орошаемым земледелием за последние 8—10 лет: новые оросительные системы уже не сооружались, старые разрушались и не ремонтировались, производство новой техники и оборудования, а также запасных частей к ним прекратилось. Сегодня едва ли не основным средством в борьбе с засухой остается широкое использование засухоустойчивых сортов. Нередко засухоустойчивость сорта отождествляют с его скороспелостью, что не совсем верно. Конечно, если суховейная погода наступает внезапно и притом тогда, когда у позднеспелых зерновых только появляется колос, а у среднеспелых наливаются зерно, то скороспелые сорта могут успеть дать к этому времени полноценный урожай. Но долгая и непрерывная весенне-летняя засуха губительна для всех сортов, а для скороспелых даже в большей степени, поскольку застаёт их в самой опасной для зерновых стадии — появления и вызревания колоса [2; 3].

Таблица 1

Агрометеорологические показатели за вегетационный период яровых культур (данные метеостанции с. Черный Яр), 2009 г.

Период	Температура воздуха, °С	Температура почвы, °С	Количество осадков за период, мм	Относительная влажность воздуха, %
Посев	6,6	3,0	19,1	75
Всходы	7,9	10,1	5,2	46
Кущение	16,3	19,4	0,4	45
Колошение	22,3	24,9	—	53
Созревание	24,3	30,6	—	48
Уборка	23,1	29,5	—	41
Средн.\Всего	16,7	19,6	24,7	51,3

В связи с этим селекция зерновых культур должна быть направлена прежде всего на повышение экологической устойчивости сортов к абиотическим стрессовым факторам. В решении обозначенных проблем важную роль играет изучение исходного материала и выделение из него генетических источников по продуктивности, скороспелости, засухоустойчивости, устойчивости к болезням и вредителям.

2008—2009 сельскохозяйственный год в Нижнем Поволжье по условиям увлажнения и температурному режиму сложился как острозасушливый и крайне неблагоприятный для формирования урожая зерновых культур. Посев провели в третьей декаде марта, глубина заделки семян 5—7 см.

В текущем году за вегетационный период яровых зерновых культур выпало минимальное количество осадков (24,7 мм), что сильно повлияло на рост и продуктивность посевов в периоды кущения (которого практически не было), колошения-созревания, которые проходили в экстремальных условиях. Несмотря на все

это нами получен положительный результат и выделены наиболее устойчивые к засухам сорта.

Одним из определяющих факторов роста и развития растений, важнейшим показателем почвенного плодородия в засушливой зоне является содержание влаги в почве.

Острый дефицит почвенной влаги в период вегетации сельскохозяйственных культур определяет не только величину урожая, но и возможность его получения. Управление водным режимом почвы — один из основных инструментов регулирования продуктивности сельскохозяйственных культур.

Особенностью водного режима светло-каштановых зональных почв является непромывной тип увлажнения на фоне резко выраженного дефицита влажности воздуха, обусловленного сочетанием высоких летних температур и ограниченного количества атмосферных осадков, выпадающих в подзоне и далеко не полностью используемых в формировании урожая. Так, за период вегетации ранних яровых культур (апрель-июнь) выпадает 25—30% годового количества осадков, 70—75% приходится на вторую половину лета, осень и зиму.

В связи с этим основной задачей земледелия в местных экстремальных условиях является накопление и сбережение возможно больших запасов влаги в почве к посеву сельскохозяйственных культур. По оценке А.В. Иванова, весенние запасы доступной влаги в метровом слое темно-каштановых почв являются достаточными при наличии их в количестве 90—120 мм. По С.И. Долгову, для получения устойчивых урожаев в сухостепной зоне светло-каштановых почв запасы доступной влаги в метровом слое должны быть не менее 100 мм. Аналогичные данные приводятся и другими авторами.

В подзоне светло-каштановых почв — полупустыне Нижнего Поволжья — в годы с продолжительной летне-осенней засухой осадки холодного периода являются зачастую единственным источником почвенной влаги весной.

При таких условиях особое значение приобретают предшественники и специальные мероприятия в системе севооборотов, способствующие максимальному накоплению, сохранению и рациональному потреблению почвенной влаги сельскохозяйственными культурами. Необходимо наличие в полевых севооборотах, наряду с ранними яровыми культурами, использующими весной влагозапасы осенне-зимнего периода, поздних яровых культур, использующих осадки второй половины лета, а также страхового звена «пар — озимые» как основного средства борьбы с засухой в условиях аридного земледелия.

При возделывании культур в богарных условиях основным источником воды в почве являются атмосферные осадки — от них зависит режим влажности почвы.

В Нижнем Поволжье осенне-зимних запасов влаги к весенним полевым работам очень часто не хватает для роста и развития яровых культур — это первая причина, по которой урожаи яровых культур невысоки (табл. 2).

Вторая причина — несоответствие между количеством выпадающих осадков и их испаряемостью: при остром дефиците влажности воздуха испарение возрастает, что ведет к значительным потерям почвенной влаги.

**Запасы влаги в почве под посевами зерновых культур,
Прикаспийский НИИ аридного земледелия (ПНИИАЗ), богара, 2009 г.**

Горизонт почвы, см	Дата								
	16.04.09			28.05.09			19.06.09		
	Влажность, %	Общий запас влаги, мм	Доступный запас влаги, мм	Влажность, %	Общий запас влаги, мм	Доступный запас влаги, мм	Влажность, %	Общий запас влаги, мм	Доступный запас влаги, мм
0—10	14,8	17,5	7,7	12,6	14,7	4,9	7,7	9,1	—
10—20	14,8	18,5	8,7	13,2	16,5	6,7	8,7	10,9	1,1
20—30	14,0	17,4	7,6	13,7	17,0	7,2	10,0	12,4	3,6
30—40	13,5	20,0	10,2	13,1	19,4	9,6	9,8	14,5	4,7
40—50	11,5	16,7	6,5	8,6	12,5	2,7	10,2	14,8	5,0
50—60	10,8	15,9	6,1	8,0	11,6	1,8	6,0	8,8	—
60—70	10,3	15,5	5,7	8,5	12,8	3,0	5,1	7,7	—
70—80	8,5	12,4	2,6	8,1	11,8	2,0	5,7	8,3	—
80—90	8,9	12,9	3,1	7,3	10,6	0,8	6,0	8,7	—
90—100	7,4	10,8	1,0	7,1	10,4	0,6	5,6	8,2	—
0—30	—	53,4	—	—	48,2	—	—	32,4	—
0—100	—	157,6	60,1	—	137,3	39,8	—	103,4	5,9

В аридных условиях часто не бывает оптимальной влажности почвы и потребность растений во влаге полностью не удовлетворяются, что влечет падение урожайности зерновых культур.

Значение минимального расхода влаги, при котором наступает критический минимум влагообеспеченности растений, приобретает особое значение для управления водным режимом растений с целью предупреждения снижения урожайности. Однако методических подходов для решения этого вопроса пока не существует. В литературе нет всестороннего анализа ведущих факторов среды, определяющих потребление воды растениями в условиях органического водоснабжения, если не считать вегетационных опытов, результаты которых невозможно перенести на полевые условия.

В 2009 г. проводилось изучение сортообразцов ярового ячменя в степной зоне с неустойчивым увлажнением. Нами сделана попытка определить напряженность взаимосвязи регулируемых и нерегулируемых факторов в агробиоценозе, которая позволила бы выявлять различные степени адаптации ярового ячменя и стабилизировать повышение его продуктивности без дополнительных затрат.

Материалом для исследований служили 50 сортообразцов ярового ячменя: Южный, Зерноградский 584, Балтика, Сонет, Полетан, Алга, Inari, Zoubi, Halikko, Sega, Decor, Adora, Pirania, Tabora, Brenda, Henni, Фурат 6, Арабский белый, Арабский черный и т.д. Изучение проводилось в богарных условиях. Образцы высевались на делянках площадью 12 м² в 4-х кратной повторности с нормой посева семян 300 шт./м². В качестве контроля высевался сорт Южный.

Основным критерием засухоустойчивости является степень снижения зерновой продуктивности в условиях засухи по сравнению с благоприятными условиями водообеспечения. Для Нижнего Поволжья свойственны сухость воздуха, высокая температура, неравномерное и сезонное выпадение осадков. Поэтому создание и внедрение в производство засухоустойчивых высокоурожайных сортов является одной из главных задач селекции и растениеводства.

Особенно сильная весенняя засуха (в сочетании с летней) наблюдалась в 2009 году. Выпало всего 14,1 мм осадков (при среднемноголетнем количестве 116,0 мм). В этот год 7 сортообразцов ячменя превышали по урожайности стандарт, прежде всего Алга (Литва), Brenda (Германия). Данные сортообразцы могут использоваться в селекционной работе на засухоустойчивость.

Относительную засухоустойчивость сортообразцов яровых культур определяли по способности семян прорасти в растворах сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$. С увеличением концентрации раствора и, соответственно, осмотического давления всхожесть семян уменьшалась (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты проращивания семян ярового ячменя
в растворах сахарозы различной концентрации**

Сорт	Происхождение	Процент проросших семян при концентрации сахарозы			Группа устойчивости
		10 атм.	14 атм.	18 атм.	
Южный	Россия	80	58	44	2
Алга	Литва	100	90	82	3
Adora	Франция	100	92	76	3
Pirania	Франция	97	90	71	3
Brenda	Германия	81	54	48	2
Сонет	Свердловская обл.	100	92	76	3
Арабский белый	Сирия	93	73	70	3
Арабский черный	Сирия	76	70	50	2
Новый арабский	Сирия	80	80	50	2
Фурат 2	Сирия	81	70	55	2
Фурат 3	Сирия	94	90	81	3
Фурат 4	Сирия	97	91	78	3
Фурат 5	Сирия	97	88	80	3
Фурат 6	Сирия	100	92	76	3
Фурат 7	Сирия	80	70	48	2
Фурат 9	Сирия	76	58	43	2
НСР _{0,05}		0,04	0,04	0,02	—

Наибольший процент прорастания семян (более 50%) при концентрации раствора 18 атмосфер показали следующие сортообразцы ярового ячменя: Алга (Литва), Brenda (Германия), Adora, Pirania (Франция).

О засухоустойчивости в фазу цветения и колошения можно судить по числу зерновок в колосе, поэтому образцы со стабильно высокой озерненностью колоса можно считать засухоустойчивыми в эту фазу (табл. 4).

Таблица 4

Сортообразцы ячменя, устойчивые к засухе в период цветения

Сорт	Происхождение	Высота растения, см	Озерненность колоса, шт.
Южный	Россия	46 ± 2	25 ± 3
Алга	Литва	52 ± 2	33 ± 2
Brenda	Германия	50 ± 3	32 ± 3
Adora	Франция	45 ± 1	27 ± 3
Jabara	Франция	47 ± 1	25 ± 2
Henni	Германия	48 ± 2	28 ± 2
Южный	Россия	46 ± 2	25 ± 3
Арабский белый	Сирия	50 ± 1	25 ± 3
Арабский черный	Сирия	48 ± 2	27 ± 1

Окончание

Сорт	Происхождение	Высота растения, см	Озерненность колоса, шт.
Новый арабский	Сирия	44 ± 3	26 ± 2
Фурат 2	Сирия	42 ± 3	28 ± 2
Фурат 3	Сирия	44 ± 2	28 ± 3
Фурат 4	Сирия	45 ± 1	30 ± 1
Фурат 5	Сирия	47 ± 2	31 ± 2
Фурат 6	Сирия	47 ± 2	30 ± 3
Фурат 7	Сирия	45 ± 3	26 ± 2
Фурат 9	Сирия	44 ± 2	26 ± 3

Наиболее засухоустойчивыми среди сортообразцов следует считать те из них, у которых озерненность меньше варьировала по годам. Это Алга (Литва), Jabara (Франция), Henni (Германия), Brenda (Германия) и ряд других (табл. 4).

О засухоустойчивости в фазу налива зерна можно судить по степени уменьшения массы зерен в условиях засухи. Поэтому среди сортообразцов с высокой массой 1000 зерен наиболее засухоустойчивыми можно считать те, у которых масса 1000 зерен меньше варьировала по годам (рис.).

В Астраханской области ячмень высевают как в богарных условиях, так и на орошаемых землях. Однако высокие температура воздуха и инсоляция даже при орошении могут вызывать значительное снижение урожайности этих культур. В связи с этим важное значение приобретает выбор сортообразцов с высокой жаростойкостью.

В наших опытах мы оценивали жаростойкость образцов по реакции сортов на внезапное резкое повышение температуры, сопровождающееся сильным ветром, низкой относительной влажностью воздуха, вызывающее явления «запала» и «захвата» зерна (при этом отмечается побеление верхушки колоса, всего колоса или кончиков листьев).

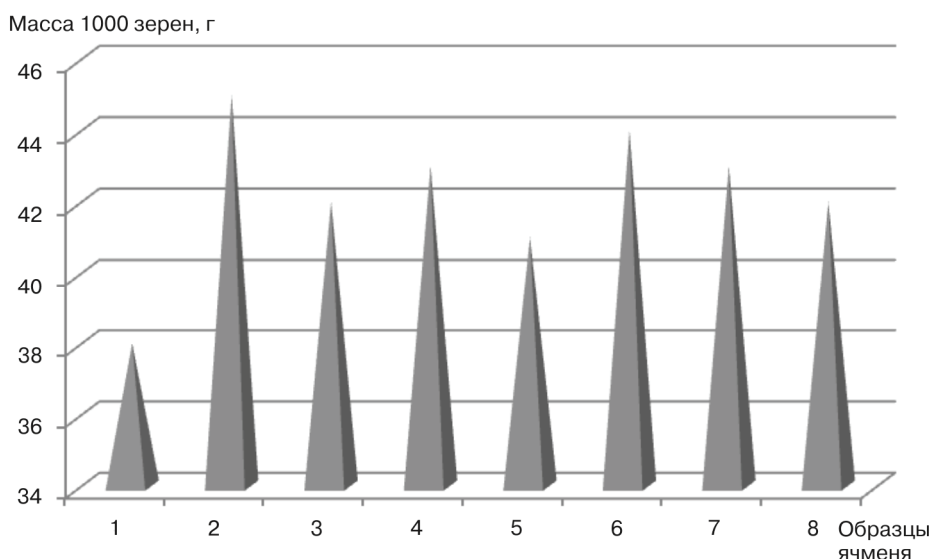


Рис. Засухоустойчивые образцы ячменя в фазу налива зерна:

1 — стандарт ячменя Южный; 2 — Adora; 3 — Алга; 4 — Brenda; 5 — Jabara; 6 — Henni; 7 — Фурат 6; 8 — Фурат 4

Суховеи наблюдались во все годы исследований, они вызывали побеление и отмирание кончиков листьев растений. По степени побеления листьев оценивалась полевая жаростойкость образцов. Наиболее устойчивыми к суховею оказались сортообразцы ячменя: Adora, Pirania, Madona (Франция); Brenda, Phoenix (Германия); Алга (Литва); Фурат 6, Фурат 4 (Сирия); они были оценены по устойчивости к суховею 5—7 баллами.

Следует отметить, что среди изученных образцов обнаружены такие, которые в период наиболее сильной жары и засухи сворачивали листья в трубочку. Известно, что таким образом растения пустынь и некоторые степные злаки уменьшают транспирацию на 46—63%, тем самым сберегая значительное количество влаги. В числе изучаемых образцов таким признаком отличались Madona (Франция); Алга (Литва); Фурат 6 (Сирия).

В лаборатории агрохимических анализов ПНИИАЗ образцы оценивали на жаростойкость прогревом семян при температуре 58°C. Высокую жаростойкость показали следующие образцы ячменя: Алга, Brenda, Phoenix, Фурат 6.

На основе сопоставления результатов полевых и лабораторных анализов мы выделили сортообразцы ячменя, устойчивые к засухе и жаростойкие в условиях Астраханской области: Алга, Brenda (Германия), Фурат 6. Вышеперечисленные образцы могут быть использованы селекционерами при создании засухоустойчивых сортов ячменя для аридных условий Нижнего Поволжья.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) — Кишинев: Штиинца, 1990.
- [2] Удовенко Г.В. Физиологические механизмы адаптации растений к различным экстремальным условиям // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. — 1979. — Т. 64. — Вып. 3. — С. 5—22.
- [3] Удовенко Г.В., Гончарова Э.А. Влияние экстремальных условий среды на структуру урожая сельскохозяйственных растений. — Л.: Гидрометеиздат, 1982.

DROUGHT-RESISTANT ACCESSIONS SPRING BARLEY

A.F. Tumanian, Wasim Hamdan

Department of genetics, selection and crop production
Russian People's Friendship University
Miklucho-Maklay str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

N.V. Tyutyuma

Pricaspiisky SRI of arid farming
Solyonoe Zaimitshe, Astrakhan Region, Russia, 416251

Conducted a study on drought resistance and heat resistance of spring barley accessions in the field and laboratory conditions. Distinguished accessions possessing drought combined with high productivity under arid conditions, which can be used in breeding work on drought tolerance.

Key words: drought, spring barley, heat resistance.