

ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПРОСА ПОСЕВНОГО В КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ

Л.Х. СОКУРОВА

Институт сельского хозяйства –
филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр
«Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
360004, КБР, г. Нальчик, ул. Кирова, 224
E-mail: kbniish2007@yandex.ru

Несмотря на большие усилия мирового научного сообщества в решении проблемы устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды, успехи в создании устойчивых сортов сельскохозяйственных растений весьма скромны. И связано это прежде всего с недостатком фундаментальных знаний о механизмах, лежащих в основе устойчивости растений к биотическому и абиотическому стрессам. Существует целый ряд неисследованных фундаментальных вопросов биологии и селекции устойчивости растений к стрессам. Со значительными потерями агрономической продукции из-за потерь урожайности, вызванных воздействием неблагоприятных условий окружающей среды, связана актуальность решения данных вопросов и проблем.

В биологии также наблюдаются отклонения, но они могут быть не бесконечно малыми, как в физике, а весьма значительными, способными оказывать такое сильное воздействие, которое временами затмевает проявление закона, выражающего зависимость между двумя определенными факторами. Это обстоятельство объясняет изменчивость и неустойчивость нормальных факторов, определяющих урожай.

При разработке фенотипической модели сорта должен быть использован весь комплекс современных научных знаний о физиолого-биохимических механизмах фотосинтеза у данного вида растений как основы синтеза органического вещества и накопления урожая. Особое внимание при этом должно быть уделено признакам, которые будучи сформированными в результате взаимодействия генотипа и условий среды в наибольшей степени способствуют высокой эффективности фотосинтеза, максимальному и эффективному использованию плодородия почвы и запасов влаги и благодаря этому обеспечивают высокий и стабильный уровень урожая. Из них важнейшее значение принадлежит группе признаков, ответственных за приспособленность к лимитирующим факторам среды или к факторам, благоприятствующим получению высоких урожаев [7].

Ключевые слова: просо, продуктивность, засухоустойчивость, факторы среды, сорта, линии, водный стресс, почвенная засуха, выносливость.

ВВЕДЕНИЕ

Решающее значение для получения устойчиво высоких урожаев имеет приспособленность сортов к неблагоприятным факторам условий возделывания [6].

Эта приспособленность определяется генетически контролируемой способностью растений противостоять воздействию разных экстремальных факторов. Хотя степень такой устойчивости зависит также от других сопутствующих условий выращивания и под их действием существенно изменяется, относительные различия между сортами разных уровней устойчивости при этом сохраняются [1].

Однако следует иметь в виду, что устойчивость сортов к стрессовым воздействиям в оптимальных условиях не проявляется. Как показано специальными исследованиями, такая устойчивость реализуется путем адаптации растений к экстремальным воздействиям среды в результате сложного комплекса процессов, координируемых системой саморегуляции организма. Причем степень реализации потенциального уровня устойчивости сорта к

данному стрессовому фактору бывает тем полнее, чем благоприятнее складываются условия для прохождения адаптационных перестроек метаболизма [9].

Известно, что при действии абиотических стрессоров (температурных, водных, эдафических и др.) наибольший урон несут сорта и гибриды именно с высокой потенциальной продуктивностью, которые по сравнению с экстенсивными, как правило, более чувствительны к неблагоприятным, а тем более экстремальным условиям внешней среды [8].

Именно действие абиотических стрессоров – главная причина того, что реализуется лишь 25-30% потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур. Полное устранение действия абиотических стрессоров обычно оказывается экономически невыгодным или технически неосуществимым [2].

Наибольший ущерб посевам наносят почвенные и атмосферные засухи, которые наблюдаются почти ежегодно. Наиболее губительны весенние засухи продолжительностью 12-13 и более дней [5].

Для разных условий среды, технологий, а также культур зависимость урожайности и качества зерна различная. Причем с увеличением засушливости в среднем на 10% эффективность применения удобрений уменьшается на 15%.

В настоящее время все шире используют физиологические и другие методы отбора растений на устойчивость к засухе. Визуальное определение относительной степени скручивания листьев в условиях стресса, вызываемого недостаточной влажностью почвы, является самым реальным и быстрым критерием отбора для избежания обезвоживания.

Разные генотипы растений характеризуются разной способностью противостоять нарушениям жизненно важных процессов в обезвоженных тканях. Именно такая реакция, проявляющаяся на любом уровне организации растений, и определяется как толерантность к обезвоживанию. Толерантность растений к контролируемым уровням водного стресса может быть оценена и по росту разных органов или всего растения [4].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнялись в 2016-2018 годах на опытном поле института сельского хозяйства, расположенном в степной зоне КБР, которая характеризуется недостаточной увлажненностью. Среднегодовое количество осадков, по многолетним данным, составляет 466 мм, в том числе за вегетационный период – 300-500 мм. В течение года осадки распределяются следующим образом: летом – 35-40%, весной – 24-25%, осенью – 22-23%, зимой – 10-12% от среднегодового количества.

Оценивая погодные условия вегетационного периода растений в сравнении со среднесуточными данными, следует отметить, что метеорологические условия 2016 года были благоприятными для реализации потенциальной продуктивности проса. Так, в мае после посева проса выпало 81,3 мм осадков, что на 17,3 мм больше средних многолетних. Таким образом, всходы появились на шестой день при благоприятных условиях.

Наибольшее количество осадков выпало в июне-июле – 152,0 и 136,2 мм, что больше средних многолетних на 74,0 и 76,2 мм (табл. 1).

Среднесуточная температура воздуха за весь вегетационный период была выше средних многолетних. Особенно жаркими были июль-август – она была на 1,5°C выше средней многолетней, а в августе составляла 26,8°C, что выше средних многолетних на 4,3°C.

Май-июнь 2017 года были благоприятными для роста и развития проса. Осадки в мае составляли 80,5мм при среднесуточной температуре воздуха 16,9°C.

Июль-август были более засушливыми, осадки составили 34,3-23,6 мм при среднесуточной температуре воздуха 26,8-26,0°C.

Таблица 1

СРЕДНЕДЕКАДНЫЕ ДАННЫЕ ВЫПАДЕНИЯ ОСАДКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА
В ГОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ (2016-2018 гг.)

Месяцы	Декады	Выпало осадков, мм					Температура воздуха, градусы				
		2016	2017	2018	Среднее за 3 года	Среднее многолетнее	2016	2017	2018	Среднее за 3 года	Среднее многолетнее
Май	1	27,9	11,2	11,2	16,7		15,2	18,0	18,0	17,0	
	2	4,7	34,4	16,9	18,6		18,2	16,3	19,0	17,8	
	3	48,7	33,9	59,0	47,2		19,1	16,6	20,2	18,6	
	сумма месячная	81,3	79,5	87,1	82,6	65,3	17,5	16,9	19,0	17,8	16,2
Июнь	1	139,2	30,4	14,1	61,2		18,3	21,0	21,3	20,2	
	2	10,4	30,8	26,9	22,7		21,8	20,4	21,5	21,2	
	3	2,3	8,4	1,8	4,1		26,0	23,8	24,3	24,7	
	сумма месячная	151,9	69,6	42,8	88,1	84,2	22,0	21,7	22,3	22,0	20,6
Июль	1	77,8	14,0	0,3	30,7		24,4	26,3	24,7	25,1	
	2	33,1	1,8	45,9	26,9		24,5	27,4	26,6	26,1	
	3	25,3	18,5	40,6	28,1		24,5	26,7	26,9	26,0	
	сумма месячная	136,2	34,3	86,8	85,7	59,4	24,4	26,8	26,0	25,7	23,0
Август	1	2,2	0,7	42,1	15,0		28,0	29,1	23,7	26,9	
	2	4,5	11,7	1,5	5,9		26,5	24,3	22,6	24,4	
	3	0	11,2	0	3,7		26,1	24,8	22,8	24,5	
	сумма месячная	6,7	23,6	43,6	24,6	44,5	26,8	26,0	23,0	25,2	
Итого:	Весь период	376	207,0	260,3	281,0	44,5	22,6	22,8	22,5	22,6	22,5

В таблице 1 приведены средние многолетние данные, характеризующие метеорологические условия в степной зоне Кабардино-Балкарской Республики за 1970-1995 годы.

В 2018 году за май-август выпало 267,5 мм осадков и распределялись они более равномерно, при этом температура воздуха была в среднем за четыре месяца 22,6°С.

Осадки – один из наиболее неустойчивых элементов климата и вместе с тем один из решающих факторов в земледелии.

Среднее годовое количество осадков на территории степной зоны Кабардино-Балкарии составляет 430-466 мм, в том числе за вегетационный период 300-350 мм. В течение года осадки распределяются следующим образом: летом осадков – 35-45%, весной – 26-28, осенью – 19-23, зимой – 10-16% от среднегодового количества.

Максимум относительной влажности воздуха приходится на зимние месяцы, а минимум на летние. Относительная влажность летом опускается до 20-39%. Годовое количество дней с относительной влажностью 30% и ниже, т.е. вредной для сельскохозяйственных культур в период их развития, невелико, в среднем 10-19 дней [3].

Объектом исследований служили сорта проса посевного Чегет, Эльбрус 10, Кавказские зори селекции института и перспективные линии. Исследования проводились методом системного научного анализа собственных экспериментальных и литературных данных, справочного материала.

При проведении НИР руководствовались методическими указаниями ВИР (1988), методикой полевого опыта Б.А. Доспехова (1985).

Для оценки засухоустойчивости использовали прямой метод на фоне естественной засухи.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основными лимитирующими факторами в степной зоне Кабардино-Балкарии являются почвенная засуха и высокая температура воздуха во время вегетационного периода.

Почвенная засуха особенно оказывает отрицательное влияние в период прорастания семян и всходов. Высокая температура воздуха в сочетании с почвенной засухой являются ограничивающими факторами в период закладки генеративных органов.

Основными лимитирующими факторами в период цветения также являются почвенная засуха и суховейные явления, которые приводят к частичной стерильности метелок.

В фазе налива зерна главным ограничивающим фактором является летняя почвенная засуха, в результате которой значительно сокращается ассимиляционная поверхность за счет подсыхания листьев и т.д.

На разных этапах развития растений влияние неблагоприятных факторов внешней среды позволяет классифицировать изучаемые сорта на группы устойчивости: слабоустойчивые, среднеустойчивые, устойчивость выше средней и высокоустойчивые.

Наибольшую устойчивость к перегреву в начальных стадиях развития растений показали 13 линий и сортов проса (табл. 2).

Таблица 2

Гибридные линии, выделенные в селекционном питомнике в 2016-2018 гг.

№	Сорта, линии	Урожайность, т/га	Отклонение от ст., т/га	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с 1 метелки, г	Число зерен в метелке, г	Высота растения, см	Длина метелки, см	Полегание, балл	Осыпаемость, балл
1	Чегет (St)	2,10	-	7,5	2,5	330,0	93,0	22,5	9	9
2	КБ – 304	2,90	0,80	8,0	3,2	400,0	88,5	20,0	9	9
3	КБ – 305	2,90	0,80	8,2	3,3	412,0	84,0	21,0	9	9
4	КБ – 311	2,90	0,80	7,8	4,8	620,0	97,5	26,6	9	9
5	КБ – 314	2,80	0,70	8,0	4	575,0	82,0	21,5	9	9
6	КБ – 321	2,85	0,75	8,5	4,2	495,0	89,0	25,0	9	9
7	КБ – 323	2,90	0,80	7,8	3,2	410,0	83,5	25,7	9	9
8	КБ – 324	2,88	0,78	8,5	5,2	610,0	88,0	23,5	9	9
9	КБ – 325	2,85	0,75	8,3	3,6	434,0	85,5	22,0	9	9
10	КБ – 335	2,75	0,65	8,5	3,9	460,0	85,0	20,2	9	9
11	КБ – 336	2,90	0,80	8,2	5,0	620,0	88,2	20,5	8	9
12	КБ – 349	2,70	0,60	7,5	4,7	615,0	85,4	22,0	9	9
13	КБ – 352	2,90	0,80	8,2	4,7	573,0	88,5	20,4	9	8
14	КБ – 365	2,85	0,75	9,0	6,3	700,0	87,5	20,5	9	9
	НСР ₀₅	0,23							9	9

С селекционной точки зрения перспективными считаются линии, обладающие на разных этапах развития потенциальной возможностью переносить засуху, т.е. расположенные в близких классах устойчивости.

Полученные результаты полевой оценки урожайных свойств линий проса показали, что диапазон варьирования продуктивности растений культуры по выделенным линиям составляет 3,2-6,3 г. Наибольшей массой зерна с метелки обладали линии 4577 Черкасская область x 9023 Гибрид, устойчивый к головне [(Орловское 777 x 1054 Крупное) x Прохладненское улучшенное], [(6361 Горьковская область x Линия 78-1854) x Родимое], 1853 [(С.В. Китай x Саратовское 3) x Родимое], 1853 Дагестан x 1519 Ставропольский край, превышение над стандартным сортом составляет 0,7-3,8 г.

Отличаясь большой выносливостью к почвенной и воздушной засухе, просо все же довольно сильно реагирует на недостаток влаги в почве, что выражается в значительном снижении урожая, а при низкой агротехнике его может не быть вовсе.

Урожайные данные за годы проведения исследований приведены в таблице 2. Анализ урожайных данных показывает, что в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии по урожаю зерна за годы исследований существенно выделились генотипы КБ 304; КБ 305; КБ 311; КБ 323; КБ 324; КБ 325; КБ 336; КБ 352; КБ 365 и др., превышающие стандарт Чегет на 6,0-8,0 ц/га.

Сложность отбора высокоозерненных форм заключается не только в том, что это доминантный признак, но и в его взаимосвязи с большинством показателей, определяющих продуктивность, а также изменчивость под действием условий среды.

Изученные линии по числу зерен в метелке варьировали в пределах 200-700 штук. Выделившиеся линии превышали стандартный сорт Чегет (330 штук в метелке) на 70-370 штук.

Высота растения является одним из наиболее важных морфологических признаков и находится в большой зависимости от условий вегетации. Известно, что с повышением культуры земледелия и особенно в увлажненные годы высота растений сильно изменяется, а в связи с этим изменяются и другие морфологические признаки.

По высоте растений выделившиеся генотипы варьировали в пределах 82-97,5 см. Среднеарифметическое значение длины метелки у этих форм равно 22,2 см.

Это означает, что по высоте растений и длине метелки выделившиеся генотипы находятся в пределах зоны оптимума, при котором достигается наибольшая урожайность.

Одним из механизмов устойчивости проса к засухе является обеспечение водой органов и тканей растения за счет хорошо развитой водопроводящей системы стебля и листьев.

При выращивании проса в условиях жесткого стресса (почвенная и воздушная засуха) происходит ксерофиликация растений, которая выражается в увеличении количества проводящих пучков (крупных и мелких) в главной жилке листа.

Устойчивые к засухе генотипы формируют в условиях стресса более мощную водопроводящую систему листьев. Площадь проводящих пучков у этих генотипов в засушливых условиях увеличивается до 50% по сравнению с оптимальными условиями роста и развития растений.

Стебель проса состоит из отдельных междоузлий, число и длина которых различаются в зависимости от генотипа и вегетационного периода. Число междоузлий на главном стебле является устойчивым признаком. Раннеспелые генотипы имеют меньшее количество междоузлий – 3-5, среднеспелые – 5-7, у некоторых форм – 8-10 и более. Длина и диаметр междоузлия зависит от условий выращивания растений.

Установлено, что в ответ на засуху растения устойчивых генотипов увеличивают общее число проводящих пучков в стебле на уровне нижнего и особенно верхнего междоузлий, а менее устойчивые генотипы уменьшают их количество и в верхнем и в нижнем междоузлиях.

За период исследований у выделившихся линий полегаемость растений и осыпаемость зерна не наблюдались. Незначительное осыпание зерна было отмечено на линии КБ-352.

Масса 1000 зерен – это важнейший количественный признак, так как крупнозерность связана с рецессивностью и отобранные формы в дальнейшем не расщепляются. В наших исследованиях этот признак определяется генотипом на 47%, средой – на 22%, их взаимодействием – на 30%. Генотипы по этому признаку характеризовались в пределах 7,5-9,0 г.

По сравнению со стандартом Чегет (7,5 г) выделились следующие генотипы: КБ 304; КБ 305; КБ 314; КБ 321; КБ 324; КБ 325; КБ 335; КБ 336; КБ 352; КБ 365 и другие.

Все выделившиеся генотипы отличаются устойчивостью к болезням, в частности к головне (на естественном фоне).

Таким образом, в ходе изучения выделился ряд генотипов проса, дающих существенную прибавку к стандарту Чегет несмотря на неблагоприятные факторы условий возделывания.

ВЫВОДЫ

В контрастные по погодным условиям годы изучение взаимосвязи продуктивности растений с элементами структуры дает возможность селекционеру более эффективно проводить отбор нужных форм с учетом конкретных условий вегетации.

У всех образцов и линий отмечается снижение высоты растений в засушливые годы, но у засухоустойчивых форм это снижение меньше, чем у малостойчивых форм к засухе. Отбор по признаку числа зерен на растении эффективен во все годы. Признаки масса 1000 зерен (77%) и высота растений (75%) имеют более высокий коэффициент наследуемости. Коэффициент наследуемости по продуктивности одного растения равен 62%, по числу зерен – 64%.

От соотношения генетического модификационного варьирования количественных признаков, а также от величины коэффициента наследуемости зависит эффективность отбора.

Проведенные исследования свидетельствуют о перспективности ведения селекционной работы с просом на дальнейшее увеличение крупности зерна, озерненности метелок, увеличение их размера и т.д.

Создание новых генотипов проса, устойчивых к экстремальным факторам среды и обеспечивающих получение высоких и стабильных урожаев, позволит стабилизировать по годам производство проса в Кабардино-Балкарии.

Выделившиеся генотипы рекомендуются для дальнейшего изучения в КСИ и передачи в Государственное сортоиспытание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геринг Х. Реакция растений на влияние вредных физиологических факторов окружающей среды / Генетические ресурсы и селекция растений на устойчивость к болезням, вредителям и абиотическим факторам среды: материалы IX конференции ЕУКАРПИЯ. Л., 1981. С. 25-36.

2. Заводская И.Г., Антронова Т.А., Стадник С.А. Влияние обезвоживания и нагрева на биоэлектрическую реакцию листьев растений, различающихся по устойчивости к засухе. 1986. № 8. С. 818-827.

3. Керемов К.Н. Биологические основы растениеводства. М.: Высшая школа, 1982. С. 57-59.

4. Кумаков В.А., Игошиг А.П. Засуха и продукционный процесс в посевах зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 1994. № 3. С. 105-114.

5. Свисюк И.В., Русеева З.М. Погода и урожай зерновых культур. Ростов н/Д. 1980. 114 с.

6. Сокурова Л.Х. Исходный материал для селекции проса на высокую продуктивность в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии // Вестник Орел ГАУ. № 3. С. 47-51.

7. Сокурова Л.Х. Наследование некоторых признаков проса посевного в связи с селекцией на продуктивность // Инновации и продовольственная безопасность. 2018. № 2. С. 22-27.

8. Сокурова Л.Х. Биоэнергетические основы селекции проса на высокую потенциальную продуктивность в условиях юга России / Инновационное обеспечение развития в приоритетных регионах России: материалы Международной научно-практической конференции, Рос НИИСК «Россорго», 14-16 марта 2018. С.18-22, Саратов, 2018.

9. Яшовский И.В. Селекция и семеноводство проса. М.: Агропромиздат, 1987. С. 209.