

УДК 573.6.086:633.16

*Н.В. Терлецкая, А.Б. Искакова, А.А. Нуржанова*  
**ИЗУЧЕНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ  
НОВЫХ ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ЯЧМЕНЯ**  
(Институт биологии и биотехнологии растений НЦБ РК)

*Проведены скрининг дигаплоидных линий ячменя на устойчивость к засухе на ранних этапах онтогенеза и их первичная оценка продуктивности. Выделены наиболее перспективные формы, которые нуждаются в дальнейшем размножении и изучении в селекционных питомниках.*

Одним из приоритетных направлений в генетико-селекционных исследованиях является создание на основе комплексного изучения генофонда, использования современных селекционных технологий, нового поколения сортов сельскохозяйственных культур, обладающих высокой урожайностью, качеством, устойчивостью к влиянию абиотических и биотических стрессов.

Доступность воды является важнейшим фактором, влияющим на фотосинтез, рост и выживание растений, в основном в засушливых и полузасушливых регионах. В целом, в ответные реакции растений на засуху включены разнообразные «стратегии», включая морфологические, физиологические и молекулярные механизмы [1].

Для сортов ячменя, возделываемых в условиях полива и полубеспеченной богары юга Казахстана и прилегающих районов Центральной Азии, устойчивость к засухе и жаре является определяющим качеством. Способность растений на начальных этапах своего развития использовать влагу в условиях недостаточного водоснабжения является важным показателем засухоустойчивости, так как зачастую в засушливых условиях определяет саму возможность дальнейшего роста растений. Истинную же засухоустойчивость (толерантность) растений определяет их способность переносить существенный водный дефицит. Поэтому скрининг засухо-ухоустойчивости на стадии проростков несомненно важен.

Целью данной работы была лабораторная оценка засухоустойчивости и продуктивности полученных нами ранее дигаплоидных линий ячменя третьего и четвертого поколения.

#### **Материалы и методы**

Материалом для исследований служили дигаплоидные линии ячменя четвертого поколения: Н2/98-1, Н2/98-2, Н2/98-3, Н2/98-4, Н2/98-5, Н2/98-6, Н2/98-7, Н2/98-9, полученные из гибридов, предоставленных Североказахстанским селекцентром (Шортанды,

КазНИИЗХ им. Бараева) и дигаплоидные линии третьего поколения, полученные в ИББР из

гибридов местного засухоустойчивого сорта Туран 2 и солеустойчивой линии St33, предоставленной ИЦИГ им. Лаврентьева (Новосибирск).

Опыты проводились в лабораторных и полевых условиях в ИББР НЦБ МОН РК. Посев семенного материала проводили в тепличных условиях, на экспериментальных участках Института и КАЗНИИ земледелия и растениеводства по общепринятой схеме для зерновых культур.

При лабораторной оценке 10-дневных проростков ячменя в условиях искусственной засухи за основу была взята методика Г.В. Удовенко [2]. Проростки дигаплоидных линий выращивали в водной культуре, затем в течение 72 часов подвергали действию стресса. Стрессовые условия создавали, экспонируя проростки (в трех повторностях, по 25 растений) в растворе сахарозы (15,8%), наглядно дифференцирующем образцы по росту и накоплению биомассы. Контролем служили проростки, выращиваемые на воде.

Дигаплоидные линии, имеющие сравнительно малое количество семян, подвергали анализу выживаемости в условиях жесткой физиологической засухи по методу Н.Н. Кожушко [3]. Для этого образцы ячменя первоначально семена проращивали в чашках Петри в водной культуре в термостате (25<sup>0</sup>С) в темноте в течение 2-х суток, затем на свету в течение 7-и суток. 7-дневные проростки подвергали подсушиванию на сухой фильтровальной бумаге в течение суток. После подсушивания корни растений погружали в воду на 1 сутки. По количеству выживших растений выявляли устойчивые к засухе формы ячменя.

Содержание пролина определяли в вегетативных органах проростков по модифицированному методу, описанному Ю.И. Перуанским с соавторами [3]. Навеску растительной ткани растирали в фарфоровой ступке до гомогенного состояния 3% сульфосалициловой кислотой. Полученные

гомогенаты отделяли методом фильтрования и инкубировали 1 ч на льду с нингидриновым реагентом и уксусной кислотой. После чего добавляли толуол, встряхивали, экспонировали 10-15 мин и определяли оптическую плотность окрашенного слоя на спектрофотометре при 520нм против толуола. Содержание свободного пролина определяли по калибровочной кривой.

Структурный анализ проводили по общепринятой в селекционных учреждениях методике. Построение диаграмм проводили после обработки данных с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel».

### Результаты и их обсуждение

**Относительные показатели роста проростков дигаплоидов ячменя в условиях искусственной засухи (сахароза. 15,8%, 72 ч)**

Таблица 1

Линии		Длина корневой системы, см		Высота проростка, см.	
		% (M±m)	% к контролю	% (M±m)	% к контролю
H2 98/1	контроль	6,4±0,9	–	10,7±1,2	–
	образец	3,5±0,7	54,52	6,9±1,0	64,68
H2 98/2	контроль	12,5±0,9	–	13,9±1,7	–
	образец	6,8±0,3	54,14	12,3±0,6	88,86
H2 98/9	контроль	15,2±0,5	–	14,1±1,1	–
	образец	12,9±0,3	84,87	13,1±0,2	93,29
H2 98/5	контроль	13,7±0,6	–	14,7±0,8	–
	образец	9,9±0,7	72,36	13,1±0,6	89,14

Так, у линии H2 98/9 высота проростка достигала в условиях засухи 13,1±0,2 см (контроль 14,1±1,1 см), длина корневой системы 12,9±0,3 см (контроль 15,2±0,5 см), а биомасса проростка превышала контроль и достигала 1,25±0,2 г (контроль 1,19±0,5 г).

Дигаплоидные линии третьего поколения, использованные в работе, были получены из гибридных комбинаций St33 x Туран2 и Туран 2

Общим для абиотических факторов является то, что они нарушают водный обмен растений и вызывают торможение роста растяжением поделившихся клеток [5]. Поэтому о засухоустойчивости изучаемых образцов мы попытались составить первоначальное мнение по изменению линейных параметров ростовых процессов и уровню накопления биомассы проростками в условиях стресса. Результаты представлены в таблицах 1, 2.

В соответствии с данными таблиц, дигаплоидные линии H2 98/9 и H2 98/5 по показателям роста и накопления биомассы на ранних этапах развития можно выделить как наиболее засухоустойчивые образцы.

x St33, где в качестве родительских форм взяты местный засухоустойчивый сорт Туран 2 (двурядный ячмень) и солеустойчивая линия из Новосибирска St33 (шестирядный ячмень). Гибриды из комбинации Туран 2 x St33 расщепились на двурядные и шестирядные, соответственно – полученные из них дигаплоиды также подразделяются нами на двурядные и шестирядные.

Таблица 2

**Относительные показатели накопления биомассы дигаплоидов ячменя в условиях искусственной засухи (сахароза. 15,8%, 72 ч)**

Линии		Биомасса корневой системы, г		Биомасса проростка, г	
		% (M±m)	% к контролю	% (M±m)	% к контролю
H2 98/1	контроль	0,35±0,1	–	0,89±0,2	–
	образец	0,21±0,1	60,0	0,46±0,1	51,69
H2 98/2	контроль	1,12±0,3	–	2,04±0,2	–
	образец	0,78±0,2	69,64	1,83±0,6	75,04
H2 98/9	контроль	0,79±0,2	–	1,19±0,5	–
	образец	0,60±0,3	75,95	1,25±0,2	105,04
H2 98/5	контроль	1,71±0,2	–	2,31±0,3	–
	образец	1,02±0,4	59,65	2,30±0,4	99,57

Проростки дигаплоидных линий были подвергнуты подсушиванию в течение суток с последующим отливом для оценки их выживаемости в условиях жесткого осмотического стресса. Результаты представлены в таблице 3.

В соответствии с данными таблицы 3, дигаплоидные линии, полученные из гибрида, в

котором засухоустойчивый сорт Туран 2 выступал в качестве материнской формы, были более устойчивыми к засухе на уровне проростков, чем ДГ-линии, полученные из гибридов, в которых сорт Туран 2 был отцовской формой – коэффициент засухоустойчивости составил 44,9% и 9,6% соответственно.

Таблица 3

## Выживаемость проростков ячменя в условиях жесткой физиологической засухи

Генотип	Число проростков, (шт)	Выживших после подсушивания (шт)	Коэффициент засухоустойчивости, %
St33 x Туран2, 6-рядный	83	8	9,6
Туран 2 x St33, 2-рядный	78	35	44,9
Туран 2 x St33, 6-рядный	100	41	41

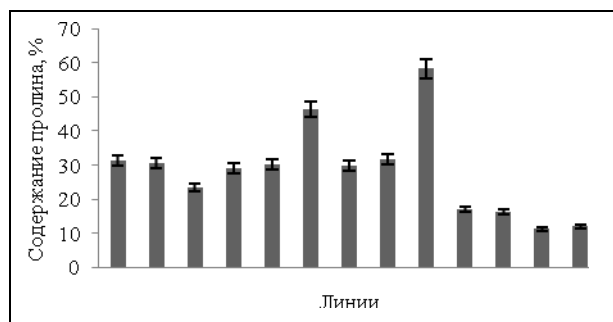
Отмечено также, что устойчивость двурядных линий была выше, чем у шестирядных даже в пределах линий, полученных из одной комбинации скрещиваний – ДГ-Туран 2 x St33, 2-рядный – 44,9%, ДГ-Туран 2 x St33, 6-рядный – 41%.

Пролин – один из самых типичных осмолитов – наиболее изученный к настоящему времени протектор и осморегулятор. Он способствует поддержанию в клетках водного гомеостаза, в качестве осморегулятора защищает белки от денатурации и стабилизирует механизм их биосинтеза. Этот показатель используется при разработке методов оценки различных свойств растений, связанных с воздействием на них экстремальных факторов [4]. В целях более глубокой диагностики засухоустойчивости и выявления связи пролинообразующей способности с уровнем устойчивости

сортотипов ячменя к засухе, нами был проведен эксперимент на стадии 7-дневных проростков. Объектом исследования были 13 дигамплоидных линий ячменя (рисунок 1).

Среди изучаемых линий следует выделить линии Н2/98-4 и ДГ St 33xТуран (№5) с высоким содержанием свободного пролина в вегетативных органах. Дигамплоидная линия Н2/98-9, охарактеризованная нами как наиболее засухоустойчивая имела среднее содержание пролина, как и линии из гибрида ДГ Туран 2 x St33.

Но, в среднем, дигамплоидные линии, полученные из гибрида, в котором засухоустойчивый местный сорт Туран 2 выступал в качестве материнской формы, имели более высокое содержание свободного пролина, чем ДГ-линии из гибридов, в которых этот сорт использовался в качестве отцовской формы.



**Рисунок 1** - Содержание свободного пролина в вегетативных органах дигамплоидных линий ячменя  
1 – Н2/98-1; 2 – ДГ Туран2x St 33; 3 – ДГ Туран 2x St 33, 4 – Н2/98-2; 5 – Н2/98-3; 6 – Н2/98-4; 7 – Н2/98-2; 8 – Н2/98-9; 9 – №5 ДГ St 33xТуран2; 10 – №2 ДГ St 33xТуран 2; 11 – №7 ДГ St 33xТуран2; 12 – №6 ДГ St 33xТуран2; 13 – №3 ДГ St 33xТуран2

Как следует из данных таблицы 3, изучаемые дигамплоидные линии существенно различались между собой по показателям структурного анализа. Группу линий третьего поколения, полученную из гибридов St33 x Туран 2 представляли шестирядные формы ячменя. Среди них наибольшей высотой растений, длиной главного колоса, числом колосков и озерненностью главного колоса характеризовались N3, N5 и N7. Общая и продуктивная кустистость была выше у N6. При этом номера N5, N6 и N7 характеризовались наибольшей массой зерна с колоса и растения, а N6 и N7 – отличались наибольшей массой 1000 зерен. Крупнозерными были и линии N1 и N2, у которых остальные показатели были низкими.

Таблица 4

Результаты структурного анализа изучаемых дигамплоидных линий ячменя  
(полевой участок ИББР, богара, 2010 г.)

Дигамплоидные линии	Высота растения, см	Длина главного колоса, см	Число колосков в колосе, шт	Число зерен в колосе, шт	Общая кустист., шт	Продукт кустист., шт	Масса зерна с колоса, г	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зерен, г
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ДГ St33 x Туран2 шестирядные									
N1	63,3 ± 2,7	3,6 ± 0,5	24,5 ± 3,7	21,4 ± 4,6	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,4	0,56 ± 0,1	0,66 ± 0,12	29,6
N2	63,0 ± 3,8	4,3 ± 0,7	27,4 ± 5,5	23,3 ± 5,3	1,2 ± 0,3	1,2 ± 0,3	0,54 ± 0,1	0,62 ± 0,2	30
N3	77,0 ± 2,8	4,8 ± 0,3	36,8 ± 3,2	35,4 ± 2,9	1,2 ± 0,3	1,2 ± 0,3	0,67 ± 0,1	0,85 ± 0,3	26,4

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N4	57,2 ± 7,1	4,1 ± 0,5	28,4 ± 5,1	26,4 ± 6,0	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,2	0,62 ± 0,2	0,66 ± 0,14	26,7
N5	76,3 ± 4,2	5,0 ± 0,4	33,8 ± 3,0	34,2 ± 3,0	1,8 ± 0,8	1,6 ± 0,7	0,90 ± 0,1	1,13 ± 0,2	28
N6	69,4 ± 4,4	4,2 ± 0,5	33,1 ± 5,2	29,7 ± 4,1	1,8 ± 0,3	1,8 ± 0,3	0,92 ± 0,1	1,38 ± 0,4	30,8
N7	70,9 ± 5,8	4,5 ± 0,5	37,0 ± 3,5	35,5 ± 4,0	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,5	1,03 ± 0,5	1,33 ± 0,8	28,8
N8	62,3 ± 3,2	3,5 ± 0,6	25,0 ± 6,0	22,4 ± 6,9	1,0 ± 0	1,0 ± 0	0,62 ± 0,2	0,62 ± 0,2	25,2
ДГ Туран 2 x St33									
двурядный	81,9 ± 4,5	6,0 ± 0,4	18 ± 1,2	15,3 ± 1,4	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,5	0,66 ± 0,1	0,79 ± 0,3	42,4
шестирядный	81,5 ± 5,5	5,2 ± 0,4	38,4 ± 4,4	34,9 ± 5,9	1,0 ± 0	1,0 ± 0	0,97 ± 0,2	0,97 ± 0,2	28,4
двурядные									
H2/98-2	79,5 ± 6,4	7,3 ± 0,8	20,1 ± 1,9	17,7 ± 2,4	1,2 ± 0,3	1,2 ± 0,3	0,72 ± 0,1	0,81 ± 0,2	41,2
H2/98-3	83,0 ± 4,4	7,9 ± 0,5	21,6 ± 1,0	16,4 ± 1,8	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,4	0,73 ± 0,1	0,87 ± 0,3	45,2
H2/98-4	84,4 ± 3,0	8,3 ± 0,7	23,9 ± 1,5	22,4 ± 2,0	1,4 ± 0,5	1,4 ± 0,5	0,85 ± 0,1	1,0 ± 0,2	36,8
H2/98-5	82,9 ± 4,7	8,2 ± 0,6	22,7 ± 1,3	20,0 ± 0,8	1,3 ± 0,4	1,3 ± 0,4	0,68 ± 0,1	0,84 ± 0,3	42,8
H2/98-6	87,0 ± 3,4	7,9 ± 0,7	20,6 ± 1,5	17,4 ± 2,7	1,0 ± 0	1,0 ± 0	0,82 ± 0,1	0,82 ± 0,1	48,8
H2/98-7	77,7 ± 4,2	7,6 ± 0,6	21,2 ± 1,3	16,2 ± 2,8	1,0 ± 0	1,0 ± 0	0,63 ± 0,2	0,63 ± 0,2	40,4
H2/98-9	79,7 ± 1,9	7,2 ± 0,6	19,3 ± 1,8	16,7 ± 2,7	1,1 ± 0,2	1,0 ± 0	0,74 ± 0,1	0,74 ± 0,1	43,6

Дигамплоидные линии третьего поколения, полученные из скрещивания Туран 2 x St33 были представлены и шестирядной и двурядной формами. При несомненном превышении шестирядной формы над двурядной по числу колосков, озерненности главного колоса, а также массе зерна с колоса и растения, двурядная форма в условиях богарного полевого участка лаборатории были более крупнозерными – масса 1000 зерен составила 42,4 г при 28,4 г у шестирядной.

Среди двурядных дигамплоидных линии четвертого поколения, полученных из гибрида H2/98, линия H2/98-3 характеризовалась хорошими показателями высоты растений, озерненности главного колоса, массой зерна с растения и крупнозерностью. Хорошая озерненность колоса и масса зерна с растения была отмечена у линии H2/98-5. Линия H2/98-4 превышала остальные по всем параметрам, кроме массы 1000 зерен. Высокий показатель массы 1000 зерен отмечен у линии H2/98-9. Линия H2/98-6 среди остальных выделилась максимальной крупнозерностью – показатели массы зерна с колоса, с растения и массы 1000

зерен у нее были выше, чем у всех других форм.

Таким образом, проведенные эксперименты позволили нам сделать предварительные выводы о засухоустойчивости и продуктивности полученных дигамплоидных линий третьего поколения и выделить наиболее перспективные формы четвертого поколения, которые нуждаются в дальнейшем размножении и изучении в селекционных питомниках.

1. Кожушко Н.Н. Изучение засухоустойчивости мирового генофонда яровой пшеницы для селекционных целей (методическое руководство). – 1991. – Л.: ВИР. – 92 с.

2. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: Методич. руководство/ под ред. Г.В. Удовенко. Л.: ВИР, 1988. 268 с.

3. Кожушко Н.Н. Способ оценки устойчивости зерновых культур к засухе на ранних этапах онтогенеза. – Л.: ВИР, 1987. – 48 с.

4. Перуанский Ю.В., Абугалиева А.И., Савин В.Н. Методы Биохимические оценки коллекционного и селекционного материала. Алматы 1996. – 123 с.

5. Веселов Д.С. Рост растяжением и водный обмен в условиях дефицита воды: автореф дисс. д.б.н./ГОУ ВПО Башкирский государственный университет.-Уфа, 2009. 47 с.

ӘОЖ 502/504.064.3:582.259

**Г. Өнерхан, О.Т. Сокова, Г.Т. Смаилова, И.С. Шакиржанова**  
**КӨКШЕТАУ ӨҢІРІ КӨЛДЕРІ СУЫНЫҢ САПАСЫН ИНТЕГРАЛДЫҚ**  
**КӨРСЕТКІШТЕРМЕН БАҒАЛАҒАН НӘТИЖЕЛЕР**  
(Ш.Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті)

*Жұмыста Көкшетау өңірі көлдерінің (Қона, Бурабай, Зеренді) микробалдырларының түрлік құрамдары, мезгілдік өзгерісі анықталынып, систематикалық талдау жасалынды. Альгоценоз құрамы және гидрохимиялық, микробиологиялық зерттеулер мен биотестілеудің кешенді нәтижелері негізінде Қона көлінің суы ластану дәрежесі бойынша 5 класты құраса, Бурабай және Зеренді көлдері ластанудың 3 класына жататыны анықталды.*

Бүгінгі күні адамдардың қоршаған ортаға немқұрайды қарауы, антропогендік әсерлердің

күрт артуы салдарынан курорттық аумақтар мен елді мекендер маңындағы көлдердің