

## ПОЭТАПНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ.

Канагат Баймагамбетова<sup>1\*</sup> и Кульпаш Булатова<sup>1</sup>

### РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты поэтапной оценки селекционного материала пшеницы на засухоустойчивость лабораторным методом Удовенко Г.В. и в полевых условиях тестом Р.А. Фишера. Выделены перспективные линии яровой мягкой пшеницы с высокой засухоустойчивостью, два из которых внедрены в производство.

**Ключевые слова:** сорт, селекция, засухоустойчивость, продуктивность, концентрация растворов, процент проросших семян.

### Введение

Казахстан традиционно является крупной зоной производства высококачественного зерна сильных и особо ценных пшениц, производится 13,5-20,1 млн. тонн зерна, что дает право стране находиться на третьем месте в СНГ после России и Украины. В стране наибольший вес занимают земли занятые сельскохозяйственными культурами – 21 424,9 тыс. га, из них общая посевная площадь по пшенице составляет 11,8-14,3 млн. га (Агентство Республики Казахстан по статистике, 2012).

Территория Казахстана характеризуется разнообразием природно-

климатических зон (от среднегорных и горных с черноземными почвами с годовым количеством осадков 500-700мм в год, до пустынно-степных зон, представленных малокарбонатными, обыкновенными и светлыми сероземами, с количеством осадков около 180-280мм в год) и крайней нестабильностью метеорологических условий по годам и сезонам года. При этом большая часть сельскохозяйственных угодий Казахстана находится в зоне рискованного земледелия, с низким количеством годовых осадков 150-320мм, а также засух различной интенсивности повторяющихся два-три раза в пять лет. Именно высокая аридность земель является основной причиной низкой

---

<sup>1</sup> Originalni naučni rad (original scientific paper)

<sup>1</sup> Баймагамбетова К., Булатова К., ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» АО «КазАгроИнновация», Республика Казахстан, 040909 Алматинская область, Карасайский район, поселок Алмалыбак, улица Шегебаева 17, квартира 8,

\* e-mail: [baimagambetovakk@mail.ru](mailto:baimagambetovakk@mail.ru)

средней урожайности пшеницы яровой (10-16,9ц га<sup>-1</sup>) пшеницы по Казахстану и остается проблемным вопросом в зернопроизводстве.

Как известно, по мере увеличения продуктивности устойчивость к неблагоприятным факторам у агроценозов снижается, а урожайность зависит от погодных условий в большей степени, чем от агротехнических приемов возделывания. Следовательно, повышение продуктивности неразрывно связано с адаптивностью сельскохозяйственных растений, их устойчивостью к неблагоприятным условиям среды (Зауралов, 2000).

Поэтому поиск и разработка эффективных путей повышения устойчивости растений к стрессам является одной из актуальнейших задач селекции.

### **Материал и методика**

Объектом исследований являлись 30 перспективных сортов и линий яровой мягкой пшеницы из питомника конкурсного испытания отдела яровой мягкой пшеницы ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» (ТОО «КазНИИЗиР»), различающихся по продуктивности, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды. Стандартом служил сорт Саратовская 29, предложенный к использованию в Северных и Центральных регионах Республики Казахстан, засухоустойчивость которого выше средней.

Полевые опыты в 2007-2012гг. закладывали рендомизированно в трех повторностях, в двух экологических зонах, с учетной площадью 20 квадратных метров.

Условия орошаемого стационара лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ТОО «КазНИИЗиР», как наиболее

благоприятные для роста и развития пшеницы, принимали за оптимальные. По многолетним данным сумма осадков в данном регионе за вегетационный период составляет 414-446мм, при этом 52% их выпадает в марте-июне (223-235мм). Метеорологические условия Актюбинской сельскохозяйственной опытной станции (АСХОС) представляют стрессовые условия, сумма осадков за вегетационный период - 250-297мм. В ответственные периоды вегетации: выход в трубку, формирование и налив зерна, растения яровой пшеницы испытывали большой стресс от высокой среднесуточной температуры воздуха (23-26°С). Максимальная температура воздуха в середине дня достигала 33-38°С на протяжении более трех недель от кушения до колошения. На поверхности почвы температура поднималась до +45...+50°С.

Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по формуле:  $ГТК = 10r/t$ , где  $r$ —сумма осадков (мм),  $t$ —сумма среднесуточных температур выше 10°С (показатели за вегетацию). Он соответствовал содержанию запасов доступной влаги в метровом слое за вегетационный период и был равен 0,32-0,41, что характеризует сочетание погодных условий как острозасушливые.

Первичную оценку селекционного материала на засухоустойчивость проводили лабораторным методом Удовенко и др. (1970), способом проращивания семян в различных концентрациях раствора сахарозы. Для определения достоверности различия при оценке засухоустойчивости методом Удовенко и др. использовался метод обработки данных при альтернативной изменчивости, который позволил вычислить границы доверительных интервалов.

Затем, выделенные в лабораторных

условиях засухоустойчивые сорта и линии оценивались в полевых условиях тестом Фишера, который основан на определении степени снижения урожая в стрессовых условиях по сравнению с благоприятными - индекс засухоустойчивости который определяют по формуле:

$$S = (1 - Y_d / Y_p) \cdot D,$$

Где S- индекс засухоустойчивости,

$Y_d$  – урожай при засухе,

$Y_p$  – потенциальный урожай,

D – интенсивность засухи. В свою очередь  $D=1$  (средний  $Y_d$  всех генотипов) / (средний  $Y_p$  всех генотипов) (Fisher and Maurer, 1978).

По программе Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы засухоустойчивость характеризуется более длинным верхним междоузлем (среднее по опыту 25-40см).

### Результаты и обсуждение

Обычно, трудно достичь существенного прогресса в достижении устойчивости растений к засухе путем отбора селекционного материала. Поскольку природа этого явления очень разнообразна, к тому же количество выпадающих осадков по годам сильно варьирует, что снижает эффективность отбора. Поэтому для оценки засухоустойчивости образцов яровой пшеницы следует применять комплекс физиологических параметров, всесторонне отражающих защитно-приспособительные механизмы. Для каждой аридной зоны набор физиологических параметров может быть разным.

З а с у х о у с т о й ч и в о с т ь , обусловленная физиологическими параметрами – основная составляющая общей полевой засухоустойчивости. Это свойство у пшеницы может определяться

механизмами избегания засухи за счет особенностей ритма развития. Повышение физиологической засухоустойчивости связано со снижением ростовых процессов, всего метаболизма в целом, следовательно, и продуктивности. Поэтому, для оценки физиологической засухоустойчивости, чаще всего используют показатели водоудерживающей способности, толерантность клеточных мембран к обезвоживанию и высоким температурам, остаточный водный дефицит, содержание свободного пролина и другие, еще более сложные методы оценки (Третован, 2003).

Селекционер ориентируется не на физиологическую, а на агрономическую засухоустойчивость. Агрономическая устойчивость отражает степень снижения полезного продукта растений под влиянием стрессового воздействия среды; она выражается в долях изменения урожая растений под влиянием действующего на них стресса.

При сравнении устойчивости к стрессовым состояниям разных сортов, следует учитывать общебиологическую закономерность - устойчивость любого растительного организма наиболее низка в молодом возрасте и постепенно повышается в процессе созревания семян (Удовенко, 1988).

Именно с учетом этой закономерности разработаны лабораторные и полевые методы для оценки относительной засухоустойчивости.

Лабораторные методы, с помощью которых судят о способности экономно расходовать воду, переживать водный и температурный стресс без существенных последствий для роста, развития и продуктивности, важны тогда, когда условия не складываются благоприятно для оценки

полевым тестом, а также для первичного массового скрининга форм, перспективных для дальнейшей проработки.

Наиболее простые, косвенные лабораторные методы оценки относительной засухоустойчивости основаны на способности семян прорасти в растворах сахарозы, этанола, имитирующих недостаток влаги (Осипов и др., 1988; Терлецкая и др., 1992).

Полевой тест важен для получения объективного представления о засухоустойчивости и продуктивности сорта в разнообразных полевых условиях.

Нами при диагностике устойчивости растений к стрессу использовался принцип поэтапной оценки. Сущность этого метода заключается в следующем: на первом этапе с помощью одного из наиболее производительных и простых методов дают первичную оценку устойчивости всего набора изучаемых сортов, при этом выделяют группу устойчивых образцов; на втором этапе оцениваются выделившиеся устойчивые образцы. Таким образом, выделившиеся сорта с повышенной устойчивостью к стрессу получают углубленную оценку, уточняющую результаты их первичной диагностики.

На первом этапе проводили первичную оценку селекционного материала лабораторным методом Удовенко, а затем, на втором этапе, выделенные засухоустойчивые сорта и линии оценивались полевым тестом Фишера для окончательного, объективного представления об устойчивости данных генотипов к экстремальным условиям.

Анализ результатов первичной оценки сортов и линий яровой мягкой пшеницы методом Удовенко показал, что

использование различных концентраций растворов осмотиков позволило судить о степени устойчивости отдельных генотипов к стрессовым условиям поскольку семена каждого сорта представляют собой популяцию, в которой одни семена способны прорасти при более высоком осмотическом давлении, другие – при более низком, следовательно, чем больше в популяции первых семян, тем выше процент их прорастания при какой-то одной средней концентрации. Высокая сосущая сила семян обуславливает не только лучшее прорастание при недостатке влаги, но и формирование более мощной первичной корневой системы, что немаловажно при формировании засухоустойчивого взрослого растения.

У 20 испытываемых образцов показатель среднего процента проросших семян был ниже 36% и они характеризовались низкой биологической устойчивостью растений к недостатку воды и неспособностью образовывать жизнеспособные семена. У оставшихся 10 генотипов процент проросших семян при наименьшей концентрации раствора сахарозы 10% варьировал в пределах 37-69% (таблица 1). Все изучаемые сорта и линии по показателям среднего процента проросших семян можно ранжировать на три группы: неустойчивые (до 37%), слабоустойчивые (37-45%) и высокоустойчивые (54-69%). При распределении сортов и линий на группы в качестве сортов-классификаторов использовались районированные в Алматинской области сорта поливного (Казахстанская 10) и сухостепного (Казахстанская 4) экотипов.

При увеличении концентрации сахарозы до 13%, процент проросших семян снизился и все изучаемые

образцы выделены уже в три группы: слабоустойчивые (0-8%), среднеустойчивые (13-16%) и высокоустойчивые (26-27%). А при увеличении концентрации сахарозы до 15%, только линии Лютесценс-157, Лютесценс 686, Лютесценс 462 имели

наибольший процент проросших семян при высоком осмотическом давлении (таблица 1). У линий Лютесценс 457\497, Лютесценс 314 при увеличении концентрации раствора до 13-15% семена не прорастают, то есть эти линии незасухоустойчивы.

Таблица 1. Процент проросших семян яровой мягкой пшеницы в различных концентрациях сахарозы

Tabela 1. Procenat klijavih semena meke jare pšenice u različitim koncentracijama saharoze

Сорта и линии	ППСК (вода)	СППС (10% сахарозе)	СППС (13% сахарозе)	СППС (15% сахарозе)
Казахстанская 10	100	64±3,10	14±0,61	4±0,18
Казахстанская 4	100	45±2,14	8±0,37	4±0,18
Кайыр	100	54±2,53	13±0,64	3±0,13
Лютесценс 157	100	55±2,64	27±1,24	20±1,00
Лютесценс 686	100	62±3,01	26±1,21	19±0,90
Лютесценс 342	100	69±2,75	26±0,75	15±0,22
Лютесценс 331	100	37±1,67	5±0,22	5±0,22
Лютесценс 462	100	55±2,64	4±0,18	3±0,13
Лютесценс 457/497	100	39±1,78	0	0
Лютесценс 314	100	39±1,78	0	0

ППСК-Процент проросших семян в контроле; СППС-Средний процент проросших семян;

Известно, что оценка засухоустойчивости с помощью физиологических методов и параллельный анализ продуктивности в условиях конкретной засухи могут дать существенную информацию даже за один год.

Результаты оценки степени устойчивости генотипов яровой мягкой пшеницы к стрессу в полевых условиях методом Р.Фишера позволили выделить из изученного материала 10 средне- и высокоустойчивых к засухе линий, превосходивших стандарт по продуктивности зерна в двух зонах

(таблица 2). По урожайности зерна они превышали стандарт на 1-4,2 ц га<sup>-1</sup>, индекс засухоустойчивости варьировал в пределах 0,60-0,72 в зависимости от генотипа. При этом достоверное превышение по продуктивности зерна обнаружено у линий Лютесценс 437\497, Лютесценс 259, Эритроспермум 1183. Особо следует отметить линии Лютесценс 686 и Лютесценс 462, которые по всем показателям значительно превосходили Саратовскую 29 и другие генотипы. По данным таблицы 2, они достоверно превосходили по урожайности зерна Саратовская 29 на 5,8-

5,9 в засушливых условиях Актюбинской СХОС и на 5,9-10,4ц га<sup>-1</sup> в условиях орошения ТОО «КазНИИЗиР». Индекс засухоустойчивости линий Лютеценс 686 и Лютеценс 462 самый низкий (0,54 – 0).

Таблица 2. Засухоустойчивость и продуктивность зерна перспективных линий яровой мягкой пшеницы

Tabela 2. Tolerantnost na sušu i prinos zrna perspektivnih linija meke jare pšenice

Сорта и линии	Урожай при засухе (ц га <sup>-1</sup> )	Потенциальный урожай (ц га <sup>-1</sup> )	Индекс засухоустойчивости
Саратовская 29	14,80	39,30	0,62
Лютеценс 157	13,80	49,30	0,72
Лютеценс 437-497	19,00	47,00	0,60
Лютеценс 490	15,70	47,00	0,67
Эритроспермум 677-7-9	16,20	47,00	0,66
<u>Лютеценс 686</u>	<u>20,70</u>	45,20	0,54
<u>Лютеценс 462</u>	<u>20,60</u>	49,70	0,59
Лютеценс 259	18,10	45,60	0,61
Эритроспермум 5454	16,20	47,10	0,66
Эритроспермум 1183	18,10	46,80	0,61
Лютеценс 463	15,70	45,70	0,65
НСР 0,95	1,55	2,54	

Выделенные на первом этапе диагностики средне- и высокозасухоустойчивые линии Лютеценс 686, Лютеценс 157, Лютеценс 342, Лютеценс 462, на втором этапе не все подтвердили свою характеристику. Только Лютеценс 686 и Лютеценс 462 при оценке на засухоустойчивость как в стадии проростков, так и взрослого растения выделен как наиболее засухоустойчивый генотип, формирующий высокий урожай как в благоприятных, так и в стрессовых условиях. Линия Лютеценс 157, выделенная как засухоустойчивая на первом этапе диагностики, на втором этапе уже не относится к таковым, вследствие снижения урожайности зерна в засушливых условиях.

При последующей оценке

конкуренетоспособности Лютеценс 462, в сравнении с 50 образцами из 14 научно-исследовательских организаций Казахстана и России, по программе Международного центра улучшения пшеницы и кукурузы (СИММИТ) Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (Результаты изучения питомников Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы, 2009) она заняла 3-е место по урожайности (32,8ц га<sup>-1</sup> при среднем значении по опыту -28,8 ц га<sup>-1</sup>) и по засухоустойчивости (длина верхнего междоузлия – от 30 до 47см при среднем значении по опыту -25-40см). С 2012 года Лютеценс 462 допущен к использованию в Республике Казахстан как новый сорт яровой мягкой пшеницы «Самгау» для

возделывания в умеренно-засушливой зоне Павлодарской области (Авторское свидетельство №411 на сорт пшеницы Самгау, 2012).

Линия Лютесценс 157, выделенная как засухоустойчивая на первом этапе диагностики в допущена к использованию в Республике Казахстан как новый сорт яровой мягкой пшеницы «Алмакен» для возделывания в условиях Алматинской области (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию сортов с/х культур в Республике Казахстан, 2012).

### Заключение

Таким образом, использование принципа поэтапной оценки сортов и линий яровой мягкой пшеницы на засухоустойчивость, путем первичной диагностики засухоустойчивых форм методом Удовенко и последующей оценки выделившегося материала методом Фишера, позволяет выделить истинно засухоустойчивые формы.

### Литература

Авторское свидетельство №411 на сорт пшеницы Самгау: заявка №08101449 от 28 ноября 2008 года. Приказ Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан №06-2/20 от 18 января 2012 года. Дата выдачи документа: 26 марта 2012 года. Уразалиев РА, Абсаттарова АС, Баймагамбетова КК, Абугалиев СТ, Абугалиева АИ, Сарбаев АТ, Булатова КМ, Абекова АМ.  
Агентство Республики Казахстан по статистике (2012): Валовой сбор сельскохозяйственных культур.

Посевная площадь, урожайность. Серия 3, Сельское, лесное и рыбное хозяйство. Том II-III.: 3-21.

- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию сортов сельскохозяйственных культур в Республике Казахстан (2012): 8-11.
- Зауралов ОА (2000): Стратегия адаптации высших растений к неблагоприятным условиям среды. Сельскохозяйственная биология: 39-44.
- Fisher RF and Maurer R (1978): Drought resistance in spring wheat cultivars. Grain responses. Aust. J. Agr. Res. 29: 897-903.
- Осипов ЮФ, Чуваева ЛД, Каленич ВИ (1988): Определение устойчивости злаковых культур к засухе в период всходов. Методы определения устойчивости к абиотическим факторам среды при селекции зерновых культур. ПНР. Радзиков: 109-112.
- Результаты изучения питомников Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ), под редакцией МСХ РК, СИММИТ и КАСИБ (2009): 8-9.
- Третован РМ (2003): Селекция пшеницы в СИММИТе на засухоустойчивость. Вестник региональной сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству 1(4): 119-126.
- Терлецкая НВ, Искаков АР, Сариев БС (1992): Способ диагностики засухоустойчивости ячменя в лабораторных условиях. КазНИИНКИ: 158-92.
- Удовенко ГВ, Олейникова ТВ, Кожушко

НН, Барашкова ЭА (1970):  
Методика диагностики  
устойчивости растений (засухо-,  
жаро-, соле-, морозоустойчивости).  
Ленинград: 1-74.

Удовенко ГВ (1988): Общие требования к

методам и принципам диагностики  
устойчивости растений к стрессам.  
Диагностика устойчивости  
растений к стрессовым  
воздействиям. Ленинград. с: 5-10.

## POSTEPENA EVALUACIJA SORTI I LINIJA JARE PŠENICE NA SUŠU Kanagat Bajmagambetova i Kuljpaš Bulatova

### Izvod

U radu su predstavljeni rezultati ocene selekcionog materijala na otpornost na sušu koja je rađena u više faza laboratorijskom metodom Udovenko i u poljskim uslovima Fošerovim testom. Identifikovane su perspektivne linije jare pšenice sa visokom tolerancošću na sušu, od kojih su dve uvedene u proizvodnju.

**Ključne reči:** *sorta, selekcija, otpornost na sušu, produktivnost, koncentracija rastvora, procenat klijavih semena*

## STEPWISE ASSESSMENT OF SPRING WHEAT VARIETIES AND LINES TO DROUGHT RESISTANCE

Kanagat Bajmagambetova i Kuljpaš Bulatova

### Summary

The article presents the results of a phased evaluation of breeding material for drought tolerance of wheat laboratory method Udovenko GV and field test of RA Fisher. Identified promising lines of spring wheat with high drought resistance, two of which are put into production.

**Keywords:** *variety, selection, drought resistance, productivity, concentration, percentage of germinated seeds*

Primljen: 14. 08. 2013.

Prihvaćen: 15. 11. 2013.