

ФЕНОТИПИЧЕСКОЕ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОЛЛЕКЦИЙ ДИКИХ СОРОДИЧЕЙ ПШЕНИЦЫ (РОД *AEGILOPS* L.): ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ «EX SITU»

А.И. Аbugалиева, М.А. Есимбекова, К. Кожаметов, Т.В.Савин

Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, Алматы, Казахстан, kiz_abugaliева@mail.ru

Аннотация. Дикие виды и дикорастущие сородичи являются ценной категорией материала для изучения адаптивности. В статье рассматриваются результаты сбора, интродукции, анализа биоразнообразия местных популяций видов-сородичей пшеницы (род *Aegilops* L.) Казахстана. Выделено по массе 1000 зерен – 25 образцов, по устойчивости к ржавчинным болезням – 45 образцов, по высокому содержанию белка и минеральному составу зерна. Источниками высокого содержания исследованных элементов являются эгилопсы.

Ключевые слова: дикие сородичи, эгилопсы, селекция пшеницы, адаптивность, устойчивость к болезням

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-36-40

Виды-сородичи культурных растений – это виды эволюционно-генетически близкие к культурным растениям, входящие в один род, пригодные для скрещивания с привнесением признаков устойчивости к био- и абиотическим стрессам, дефициту микроэлементов, эффективному фотосинтезу и др. Ряд исследователей полагает, что изучение видов-сородичей и идентификация видов-доноров позволит совершить ресинтез культур и улучшить их генетическое содержание путем интрогрессии их в геномы лучших коммерческих сортов, потерявших широкий полиморфизм в процессе селекции и многовекового возделывания [Есимбекова и др., 2015].

В Казахстане дикие и дикорастущие сородичи культурных растений представлены в коллекциях малым объемом, недостаточно изучены с точки зрения генетического биоразнообразия и селекционной полезности. В этой связи исследования популяционного состава видов-сородичей, в частности, пшеницы, на основе нескольких индикаторов и в связи с сохранением *ex situ* коллекций, отражающих видовое разнообразие, являются актуальными.

Цель исследования – формирование местного генофонда дикорастущих злаковых культур (род *Aegilops* L.) путем сбора интродукция и оценки агробиоразнообразия для использования в качестве исходного материала в селекции пшеницы на адаптивность и продуктивность.

Во флоре Казахстана дикорастущие сородичи пшеницы представлены 5 видами рода *Aegilops* L. – *Ae. cylindrica*, *Ae. crassa*, *Ae. tauschii*, *Ae. triuncialis*, *Ae. juvenalis*, в основном в Южных и Юго-Восточных областях Республики [Абдуллина, 1998]. Сельскохозяйственная деятельность человека, процессы урбанизации способствуют генетической эрозии диких сородичей культурных растений. В Казахстане до настоящего времени используются в качестве пастбищных культур *вилы Aegilops* L. (в том числе прямой дикий предок пшеницы – *Ae. tauschii*), что может привести к полному их уничтожению [Ситпаева и др., 2004]. Для целенаправленного сбора семенного материала, получения информации об эколого-географическом распространении дикорастущих видов-сородичей культурных растений местной флоры, их гетерогенности, времени созревания, способе размножения с 2003 по 2014 гг. были проведены экспедиционные сборы местных видов рода *Aegilops* L. по территории Казахстана [Ситпаева и др., 2004; Alimgazinova et. al., 2013]. Стратегия и

маршруты экспедиций были разработаны на анализе гербарного материала Института Ботаники и Фитоинтродукции Растений, МОН РК. Обследованием были охвачены места обитания видов *Aegilops* L. в 4-х областях Республики Казахстан: Алматинской, Восточно-Казахстанской, Жамбылской и Южно-Казахстанской.

Таким образом, в результате проведенных с 2003 по 2011 гг. экспедиционных обследований 5 областей Республики Казахстан впервые была сформирована для длительного хранения семенная коллекция местных популяций видов-сородичей пшеницы, которая составила 169 образцов 4 видов под *Aegilops* L. – *Ae. cylindrica* (111), *Ae. tauschii* (34), *Ae. triuncialis* (16), *Ae. crassa* (8). Наибольшая встречаемость отмечена для видов *Ae. cylindrica*, *Ae. tauschii*. Определены места обитания, сделано картирование.

Дикие и дикорастущие сородичи культурных растений как уникальный генетический ресурс способны решать проблемы устойчивости к болезням, вредителям, холоду, засухе, расширить неизбежно ограниченную генетическую базу современных сортов, переживших модернизацию сельского хозяйства [Храмцова и др., 2005; Чикида и др., 2005]. По фенотипическим признакам изучено 217 образцов (дополнительно к собранному материалу в изучении была включена коллекция ИКАРДА из 48 образцов видов рода *Aegilops* L., собранная по территории РК) местных популяций четырех видов рода *Aegilops* L. – *Ae. cylindrica* (149), *Ae. tauschii* (43), *Ae. crassa* (9), *Ae. triuncialis* (16).

Всего выделено по устойчивости к каждому виду ржавчины 45 образцов. Коллекция видов рода *Aegilops* характеризовалась изменчивостью по натуре зерна от 346 г/л (*Ae. triuncialis*) до 636 г/л (*Ae. ovata*) при среднем 493 г/л.

Натурная масса более 600 г/л отмечена для видов: *Ae. biuncialis* (К-2900); *Ae. kotshyi* (К-2905); *Ae. ovata* (К-51; К-199; WS-195); *Ae. umbelata* (К-3291 и К-3292); по содержанию протеина от 12,4% (WS 944 – *Ae. tauchi*) до 28,9 % (*Ae. heldreichii*, К-641). В группу высокопротеиновых более 25,0% отнесены: *Ae. columnaris* (К-3535); *Ae. biuncialis* (К-2900); *Ae. triuncialis* (К-660); *Ae. aucheri* (К-2366); *Ae. caudata* (К-2709); *Ae. ovata* (К-51; К-52; WS-195; К-440; К-40; К-199; К-392); *Ae. recta* (К-3264); *Ae. scharonensis* (К-444); *Ae.* (WS-946).

Группу относительно низкопротеиновых составляю местные образцы *Ae. ovata* WS 943; WS 853; WS 854 (15,2-16,2%).

Виды рода *Aegilops* оценены также по содержанию крахмала, β-глюкана и минеральному составу зерна. (Безостая 1 x *Ae. triaristata*) x Карлыгаш; 1718 (Безостая 1 x *Ae. cylindrica*); 1825 (Стекловидная 24 x *Ae. cylindrica*) характеризовались урожайность от 40 до 60 ц/га (231); от 30,0 до 55,5 ц/га (1718) и от 51,1 до 80 ц/га в условиях КИЗа; содержанием протеина от 14,5 до 18,2%; высоким количеством клейковины и качеством клейковины класса «филер»+«ценная» как и по данным фаринографа и хлебопекарной оценки (рисунок).



Рисунок. Хлебопекарный анализ качества муки из зерна генотипов синтетических пшениц относительно сорта-стандарта Алматы.

Среди 5 образцов рода *Aegilops* два вида *Ae. cylindrica* и *Ae. squarrosa* отличались высоким содержанием Cd в зерне. Содержание К в зерне эгилопсов, в целом, варьировало на более высоком уровне от 4282 мг/кг (*Ae. triaristata*) – 5484 мг/кг (*Ae. triuncialis*) в зависимости от условий года выращивания. Содержание Р в зерне эгилопсов характеризовалось как максимальное: 5647-5835 мг/кг, для *Ae. ovata* и 5241-5749 мг/кг для *Ae. triuncialis*; 5448 мг/кг. Среди эгилопсов, как и по содержанию К, наименьшее количество по Р выявлено для *Ae. squarrosa*. Содержание Mg в зерне эгилопсов варьировало от 1529 мг/кг (*Ae. squarrosa*) до 2142 мг/кг (*Ae. triuncialis*, *Ae. ovata*). По содержанию S, также, как и по другим элементам, максимальное значение характерно для группы эгилопсов (за исключением *Ae. squarrosa* – 1548 мг/кг, со значительным превышением 2000 мг/кг и уровня порога, характерного также для *T. aestivum* (от 2164 мг/кг для *Ae. cylindrica* до 2175 мг/кг *Ae. triuncialis*). По содержанию Ca среди эгилопсов выделяется *Ae. squarrosa* (1808 мг/кг), *Ae. triuncialis* (828-1009 мг/кг) и *Ae. cylindrica* (897 мг/кг). Содержание Mn варьировало от минимального 43-46 мг/кг (*Ae. triaristata*) до 77-78 мг/кг *Ae. triuncialis* (таблица).

Таблица.

Характеристика представителей рода *Aegilops* L. по минеральному составу зерна (мг/кг).

Макро- и микроэлементы	Содержание макро- и микроэлементов в <i>Aegilops</i> :				
	<i>Ae. squarrosa</i>	<i>Ae. cylindrica</i>	<i>Ae. triuncialis</i>	<i>Ae. triaristata</i>	<i>Ae. ovata</i>
К	3064	5274	5484	4453	4519
Р	3169	5411	5749	4885	5835
Mg	1529	1951	2102	1707	1984
S	1548	2164	2673	2565	2513
Ca	1808	897	1009	546	516
Fe	109	126	133	68	96
Mn	57	71	77	46	46
Cu	5	7	8	6	6
Zn	39	52	65	46	55
Al	55	73	57	43	58
Cd	54	30	<20	<20	<20

Наиболее благоприятное соотношение кальция к фосфору характерно для видов *Ae. triuncialis* (1:5,7); *Ae. cylindrica* (1:6,0). По соотношению кальция к магнию наиболее сбалансированы эгилопсы: *Ae. squarrosa* (1:0,8); *Ae. triuncialis* и *Ae. cylindrica* (1:2,1).

Таким образом, изучение минерального состава зерна пшеницы и ее диких сородичей выявило более высокий уровень содержания всех элементов для *Ae. ovata* и *Ae. triuncialis* и общий повышенный фон для сородичей относительно современных сортов *T. aestivum* (стандарты), что отмечено и по другим диким сородичам [Савин и др., 2018].

Источниками высокого содержания исследованных элементов являются эгилопсы в порядке: *Ae. triuncialis*>*Ae. ovata* (K, P, Mg, Fe, Zn)>*Ae. cylindrica* (Fe, Mn)>*Ae. triaristata* (S)>*Ae. squarrosa* (Ca).

В селекционных питомниках изучены гибриды с участием *Ae. cylindrica*, *Ae. triaristata*.

Интрогрессивные формы с участием *Ae. cylindrica* и *Ae. triaristata*, созданные в КазНИИЗиР изучены по урожайности, устойчивости к болезням и качеству зерна, муки и хлеба.

Выводы. 1. Дикие виды и дикорастущие сородичи являются ценной категорией материала генофонда любой сельскохозяйственной культуры. Выделено по массе 1000 зерен – 25 образцов, по устойчивости к ржавчинным болезням – 45 образцов, по высокому содержанию белка и минеральному составу зерна, которые расширяют базу для физиологических исследований. Изучение минерального состава зерна пшеницы и ее диких сородичей выявило более высокий уровень содержания всех элементов для *Ae. ovata* и *Ae. triuncialis*. Источниками высокого содержания исследованных элементов являются эгилопсы в порядке: *Ae. triuncialis* > *Ae. ovata* (K, P, Mg, Fe, Zn) > *Ae. cylindrica* (Fe, Mn) > *Ae. triaristata* (S) > *Ae. squarossa* (Ca). **2.** Интрогрессивные формы озимой пшеницы с включением материала *Ae. cylindrica* и *Ae. triaristata* характеризовались устойчивостью к болезням, конкурентоспособной урожайностью, качеством зерна класса «ценная» для хлебопекарных пшениц и повышенными питательными свойствами (Fe, Zn, Ca/P, Ca/Mg).

Литература

Абдуллина С. А. Список сосудистых растений Казахстана. – Алма-Ата, 1998. – 186 с.

Есимбекова М. А., Булатова К. М., Кушанова Р. Ж., Мукин К. Б. Биоразнообразие дикорастущих видов из рода *Aegilops* L. в Казахстане для селекции пшеницы // Известия ТСХА. – 2015. – № 6. – С. 5–16.

Савин Т. В., Абугалиева А. И., Чакмак И., Кожахметов К. Минеральный состав зерна диких сородичей и интрогрессивных форм в селекции пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – № 22. – С. 88–96.

Ситпаева Г. Т., Есимбекова М. Ф., Моргунов А. И., Карабаев М. К. О современном состоянии генетического потенциала диких сородичей злаков на юго-востоке и востоке Казахстана // Межд. конфер. «Развитие ключевых направлений сельскохозяйственных наук в Казахстане: селекция, биотехнология, генетические ресурсы». – Астана, 2004. – С. 246–252.

Храмцова Е. В., Киселева И. С. Эгилопс и дикие виды пшеницы как источники полезных свойств для современных сортов пшеницы // Матер. VI Межд. симп. «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». – М., 2005. – Т. 2. – С. 402–403.

Чикида Н. Н., Мартынов С. В., Добротворская Т. В., Колесова М. А., Антонов Д. Г., Тырышкин Л. Г. Виды рода *Aegilops* как генетические источники для селекции пшеницы устойчивости к болезням и вредителям // Материалы VI Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». – М., 2005. – Т. 1. – С. 146–148.

Alimgazinova B. Sh., Yessimbekova M. A. Plant Genetic Resources of Kazakhstan: Status and Prospects // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2013. – V. 3. – No. 1. – P. 21–25.

**PHENOTYPIC AND GENETIC DIVERSITY OF WILD WHEAT RELATIVES
(GENUS *AEGILOPS* L.) IN COLLECTIONS: – IDENTIFICATION OF FEATURES
ORIGIN FOR BALANCED USE AND CONSERVATION "*EX SITU*"**

A.I. Abugaliyeva, M.A. Yessimbekova, K. Kozhakhmetov, T.V. Savin

Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almalybak, Kazakhstan,
kiz_abugaliyeva@mail.ru

Abstract. Wild species and wild relatives are a valuable category of material for studying adaptability. Results of collection, introduction, local populations biodiversity analysis of Kazakhstan's wheat species-relatives (genus *Aegilops* L.) on the phenotype and genotype have been considered. On 1000 grains weight was allocated – 25 samples in resistance to rust diseases – 45 samples, high protein content and mineral composition of grain.

Keywords: *wild relatives, Aegilops, wheat breeding, adaptability, diseases resistance*