

**ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРЫ
TRITICUM SPHAEROCOCCUM PERC.****Асхадуллин Д.Ф., Асхадуллин Д.Ф., Василова Н.З., Хусайнова И.И., Гайфуллина Г.Р.,
Багавиева Э.З., Тазутдинова М.Р.**

Реферат: Попытки создать коммерческие сорта *Triticum sphaerococcum* Perc. были реализованы только на базе рекомбинантного мутанта КН 4333, созданного в Краснодарском НИИСХ, но шарозерность полученных сортов не ассоциирована с шарозерностью индемичных образцов Индостана. Недостатками образцов *T. sphaerococcum* в условиях Республики Татарстан являются (при изучении в 2012-2017гг): низкая продуктивность, существенно варьирующая по годам исследования, в отдельные годы урожайность лучших образцов не превышала 0,57 т/га (у стандарта Симбирцит не опускалась ниже 2,15 т/га); позднеспелость; сильное поражение мучнистой росой до 90% в эпифитотийном 2017 году; сильная восприимчивость к стеблевой ржавчине. Степень поражения бурой листовой ржавчиной, во все годы, была на уровне восприимчивого стандарта сорта Симбирцит. Нами сделана попытка улучшить индемичные образцы, путем включения в гибридизацию *T. polonicum* L. с целью увеличения массы зерновки при сохранении сферической формы, так как гибридизация с *T. aestivum* не дает существенного прогресса. И включением в гибридизацию *Triticale* бх с целью повышения устойчивости к заболеланиям. Показан прогресс в увеличении продуктивности и устойчивости к мучнистой росе при гибридизации с *T. aestivum*. Получены константные линии *T. sphaerococcum*, сохранившие положительные черты, присущие этому виду при значительном увеличении урожайности с 1,34 т/га у исходной формы к-45738 до 3,77т/га у линии Кш-359-11-5, данная линия характеризуется высокой устойчивостью к мучнистой росе, но эта линия имеет урожайность на 23% ниже, чем у лучшего районированного сорта Йолдыз.

Ключевые слова: *Triticum sphaerococcum*, *T. aestivum*, *T. polonicum*, улучшение, мучнистая роса, урожайность.

Введение. Пшеница шарозерная (*Triticum sphaerococcum* Perc.) – узкоэндемичный гексаплоидный вид пшеницы, обнаруженный в Индостане в ареале границ Индии и Пакистана (Пенджаб). В настоящее время *T. sphaerococcum* в местах первичного обнаружения не возделывается [1]

Вопрос происхождения гексаплоидных пшениц и, в частности, *Triticum sphaerococcum* Perc. дискусионен, в выборе правильного ответа мы придерживаемся древнейшего происхождения этой пшеницы.

Существует мнение, что пшеница шарозерная не была аборигенной для полуострова Индостан. Так, пшеница, с плотным колосом, легким обмолотом и округлой зерновкой, почти сферической формы, была обнаружена в раскопках эпохи неолита в Швейцарии (5-3 тысячелетие до н.э) и описана Osvald von Heeg как *Triticum vulgare antiquorum* [2]. Синская Е.Н. [3] указывает на авторов Бушан, Верт, Дейнингер, Вениг, Унгер и др, которые описывали найденные в слоях неолита Европы образцы пшеницы явно относящихся к этому полиморфному виду – *T. antiquorum*.

Считается, что эта древняя пшеница исчезла в первом тысячелетии до нашей эры, но Удачин Р.А [4] при обследовании высокогорных пшениц Таджикистана предположил, что два образца пшеницы,

отмеченные как разновидности *T. compactum* Host, сходны с *T. antiquorum* Heeg и вероятно являются этим ископаемым видом. Возможная тождественность образцов *T. antiquorum* из Таджикистана с *T. sphaerococcum* была показана Гончаровым Н.П [5], он указывает на одинаковое аллельное состояние рецессивного гена округлозерности.

Е.Н. Синская относит *T. antiquorum* и *T. sphaerococcum* к древнейшим пшеницам, которые почти одновременно проникли из Европы в Средне-Юго-Западную Азию и Пенджаб, а далее в Китай. Вероятно, в эпоху неолита пшеница с шарозерной формой зерновки была основным хлебным злаком на этих территориях, но с изменением климата она постепенно была вытеснена более урожайными и засухоустойчивыми *T. compactum* и *T. aestivum* [1].

Ответить на вопрос является ли *T. sphaerococcum* Perc. прототипом *T. aestivum* L. из-за свойственных древнейшим пшеницам округлозерности, компактности и инфлянтности затруднительно и не стоит целью данной работы.

Так или иначе до наших дней, пшеница шарозерная сохранилась, и о ней пойдет речь в статье.

Условия, материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований использовали образцы

шарозерных пшениц (*Triticum sphaerococcum* Perc.), предоставленных группой редких видов пшениц ВИР (к-23769, к-33748, к-33750 к-51767 из Индии, к-33767, к-33769, к-45738 из Пакистана).

Гибридизацию, наблюдения, отборы и закладку питомников проводили на полях Татарского НИИСХ в 2011-2017 гг. Погодные условия в период исследований были характерны для лесостепной зоны, с частыми летними засухами, исключение 2017г. с дождливым и холодным летом.

В гибридизации с *T. sphaerococcum* использовали образцы *T. aestivum* L., *T. polonicum* L. и *Triticale* бх коллекции ВИР (использованные названия указаны по номенклатуре ВИР), а также линии и гибриды селекции Татарского НИИСХ. Опыление проводили twell – методом [6].

Закладку коллекционных и селекционных питомников проводили по классическим методикам в селекции яровой мягкой пшеницы. Гибридологический анализ по идентификации генов устойчивости провели на основании методических рекомендаций Радченко Е.Е., Одинцовой И.Г. [7].

Анализ и обсуждение результатов исследований. На возможность использования в селекции *T. sphaerococcum* указывал Н.И. Вавилов в связи с ее некоторыми положительными характеристиками [8].

Основные из них:

1. короткая, прочная соломина – высота растений в изучаемые годы не превышала 70 см, а устойчивость к полеганию – не ниже 9 баллов;
2. во влажные годы значительная кустистость – до 5 стеблей при посеве с нормой высева 550 сем / 1 кв.м;
3. эректоидные листья и плотные колосья (26-32 колоска), что теоретически позволяет увеличить количество растений на единице площади;
4. шаровидная форма зерновки, а это большее соотношение муки к оболочкам и предпочтительна при размоле;
5. отличные хлебопекарные свойства;
6. устойчивость к *Bipolaris sorokiniana* Shoem.

Но, несмотря на положительные стороны,

очевидны отрицательные характеристики у пшеницы *T. sphaerococcum*:

1. зерновка мелкая, масса 1000 зерен в среднем 25-28 г., что сказывается на выходе муки;
2. низкая продуктивность, сильно варьирующая по годам исследований;
3. относительная позднеспелость в нашей зоне, обусловленная вероятно наличием доминантного гена Vrn4 [9];
4. сильно восприимчива к мучнистой росе, бурой листовой и стеблевой ржавчинам и татарстанской популяции твердой голови.

Привлекательность вида очевидна, но основная проблема – это тупиковость значительного селекционного улучшения индемичных образцов шарозерной пшеницы, из-за сильного плейотропного эффекта шарозерности, при котором с шарозерностью наследуются негативные признаки, свойственные этому виду. Поэтому селекция с этим видом подразумевает очень продолжительный и многоэтапный селекционный процесс [10,11]

В подтверждение этому – Государственный реестр селекционных достижений, в котором нет сортов шарозерных пшениц, в родословной которой присутствовали бы образцы, ассоциированные с округлозерностью индемичных образцов Индостана.

А.Н. Боровик, Л.А. Беспалова [12] при создании коммерческих сортов *T. sphaerococcum* выбрали другой путь, при котором исходным материалом служил рекомбинантный мутант КН 4333 с ярко выраженным фенотипом шарозерной пшеницы. Этот мутант – результат межвидового скрещивания озимых мягкой и твёрдой пшениц, стал основой озимых шарозерных пшениц Шарада, Еремеевна, Прасковья.

По всей вероятности в современном земледелии образцы *T. sphaerococcum* Индии и Пакистана не займут свою нишу и исчезнут в будущем. Поэтому селекция с этими образцами будет правильным решением для сохранения в культуре, так называемой Индийской пшеницы.

В первую очередь при селекционной работе с изучаемыми образцами пшениц

Таблица 1 – Гены, отвечающие за основные фенотипические проявления у *T. sphaerococcum*

ген	синоним	хромосома	проявление признака
S-D1b	s1	3D	шарозерность
C2*		-	компактная форма колоса
Vrn-4	Vrn4	5D	яровой тип жизни (реакция на длину дня)

* C2 - компактность *T. sphaerococcum* не аллельна *T. compactum* Н.П. [9]

необходимо иметь представления о генах контролирующих хорошо выраженные фенотипические различия и их локализация.

В таблицу не включены другие гены «округлозерности» s2 и s3 [13], далее в статье будем затрагивать только рецессивный ген s1, детерминирующий шарозерность у образцов Индии и Пакистана.

Очевидно, рутинное многолетнее селекционное улучшение *T. sphaerococcum* из-за множества препятствий в плане плейотропного эффекта, обусловленного генами s1 и C2 или гена Vrn4, при экспрессии которого невозможно отобрать в популяциях растения контрастные по скороспелости и т.д. Поэтому непродуманная селекционная работа с этим видом может вылиться в десятилетия.

Наблюдение за образцами шарозерных пшениц в течение ряда лет, дало представление об возможных путях улучшения. Во все годы наблюдений все образцы *T. sphaerococcum* были очень сильно восприимчивы к мучнистой росе (*Blumeria graminis* DC.), до 90% в эпифитотийном 2017 году. Степень поражения бурой листовой ржавчиной (*Puccinia recondite* Roberge ex Desm) во все годы была на уровне восприимчивого стандарта сорта Симбирцит. Оценить материал шарозерных пшениц на восприимчивость к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* Pers.) на естественном инфекционном фоне стало возможным после эпифитотийных 2016 и 2017 годов, до этого стеблевая ржавчина встречалась очагово на небольших участках, что могло повлиять на объективность данных. В эти годы устойчивость к стеблевой ржавчине была на уровне сильно восприимчивого стандарта Симбирцит.

Количество дней от всходов до фазы колошения пшеницы тесно коррелирует с

продолжительностью вегетационного периода, поэтому скороспелость можно оценить по времени наступления этой фазы. Известно, что признак «количество дней до колошения» находится под контролем трех генетических систем: генов отзывчивости на яровизацию (Vrn), отзывчивости на фотопериод (Ppd) и скороспелости per se (Eps). Вклад каждой системы в скорости развития растений до конца не определен, но хорошо показана экспрессия генов Vrn в сортах мягкой яровой пшеницы различной группы спелости [14, 15] и в образцах шарозерных пшениц, в частности, гена Vrn4 [9]. В наших почвенно-климатических условиях шарозерные образцы по скороспелости относятся к группе средне поздних, дата наступления полного колошения в среднем на 5-6 позже чем у среднеспелого стандарта Симбирцит. Продуктивность образцов *T. sphaerococcum* за годы наблюдений низкая и очень не стабильна, коэффициент вариации – CV достигает 74%.

Максимальная продуктивность была во влажном 2017 году и достигала 2,25 т/га у образца К-33748.

Проанализировав коллекционный материал *T. sphaerococcum*, было решено на первом этапе вести селекцию на увеличение массы зерна с колоса и устойчивость к мучнистой росе.

Первый путь – увеличение массы 1000 зерен при сохранении высокой озерненности, путем снижения плотности колоса и увеличения колосковых чешуй.

В комбинациях скрещивания *T. aestivum* / *T. sphaerococcum* существует тесная связь между крупностью зерновки и ее формой. Афанасьев П.Д указывал [16], что попытки относительно увеличить массу зерен при гибридизации с мягкой пшеницей в

Таблица 2 – Характеристика образцов *T. sphaerococcum*, 2012-2017 гг.

Образец ВИР	Степень поражения в период колошения, %						Колич. дней всходы–полное колошение		Урожайность, т/га	
	Мучнистая роса		Бурая ржавчина		Стеблевая ржавчина		2015 min	2017 max	lim. min-max	CV,%
	2012 min	2017 max	2016 min	2017 max	2017 min	2016 max				
К-23769	40	80	15	30	35	70	47	55	0,57 -1,47	38,6
К-33748	35	75	5	10	10	70	46	59	0,34 -2,25	52,7
К-33750	35	75	15	25	2	50	47	55	0,39 -1,97	41,3
К-33767	50	80	10	25	20-30	70	46	60	0,34 -1,66	70,3
К-45738	60	90	10	20	ед.	50	46	60	0,25 -1,79	74,0
Симбирцит, st	30	40	10	40	20	70	41	55	2,15 -4,83	27,2

экспериментах не дают желаемого результата – масса 1000 зерен достоверно не увеличивается, крупнозерность же в скрещиваниях сочетается лишь с удлинённой, но не с шаровидной формой зерна. Полученные же нами линии, если и отличаются большим размером зерновки, имеют мятый, морщинистый эндосперм и отбраковываются в первичных селекционных питомниках.

Известно, что у *Triticum polonicum* L. ген P1, отвечающий за формирование длинной колосковой чешуи, сильно коррелирует с размером зерновки. Мы предполагаем, что возможно, при включении в гибридизацию образцов *T. polonicum* произойдет увеличение колосковых чешуй и как следствие увеличение размера зерновки.

Triticum polonicum L. – пшеница полоникум, тетраплоидный вид, с геном А⁴

В. Резко отличается от других видов, колосковые чешуи очень длинные, пергаментно-травянистой консистенции, зерновка удлинённой формы, стекловидная, масса 1000 зерен до 80 г [17].

В межвидовых скрещиваниях с *T. sphaerococcum* прослеживается не полная генетическая совместимость. При опылении пыльцой *T. polonicum* L. стандартным twell-методом завязывается в среднем 40% цветков, полевая всхожесть гибридов в пределах 65 %, в F1 наблюдается значительная череззерница.

Для проверки выдвинутого предположения о возможности увеличения зерновки за счет пшеницы полоникум с 2016 начали проводить серию скрещиваний, схема по некоторым комбинациям представлена в таблице 3.

Для определения наследования в F1 размера зерновки выбрали константные линии шарозерной пшеницы Кш-346-11-3

Таблица 3 – Наследование в F1 показателей зерновки и колосковых чешуй, 2017г

Образец, комбинация скрещивания	Компак-тоид-ность	λ колоск. чешуи без носика	λ зерновки	Масса зерна с колоса, гр	Масса 1000 зерен, гр
Кш-346-11-3 <i>T. sphaerococcum</i>	25,0	1,5	1,5	0,8	28,2
к-9277 <i>T. polonicum</i>	15,5	5,7	2,5	1,7	48,2
Кш-27-16 (Кш-346-11-3 / К-43-04-1)	17,7	2,0	1,9	1,6	38,1
Кш-29-16 (Кш-346-11-3 / к-9277)	16,9	2,5	2,1	0,6	27,7
Кш-359-11 <i>T. sphaerococcum</i>	26,6	1,6	1,5	1,1	36,2
к-44059 <i>T. polonicum</i>	10,5	7,5	2,8	1,6	61,3
Кш-34-16 (Кш-359-11/ К-43-04-1)	17,3	1,9	1,6	2,2	39,9
Кш-30-16 (Кш-359-11/ к-44059)	14,3	2,6	2,1	0,5	29,5
К-43-04-1 <i>T. aestivum</i>	16,2	2,2	2,0	1,7	36,3

Таблица 4 – Восприимчивость образцов к *Erysiphe graminis* DC в эпифитотийном 2017 году

Образец, сорт		Кущение, стень поражения, %	Начало колошения, балл устойчив., max. 9
<i>T. sphaerococcum</i>	33748	60	2
	33750	65	2
	23769	80	2
	33767	80	2
	45738	90	2
Казахстанская раннеспелая, восприимч. st.		80	2
Йолдыз, st. для зоны		30	5
Тубалт, устойчивый сорт		0	N*

N* - незначительные некротические пятна на листьях, возможно реакция организма на внедрение патогенна.

родословная к-51767(*T. sphaerococcum*) / К-1-06-11 и Кш-359-11 с родословной К-350-10 / к-45478 (*T. sphaerococcum*), как стандарт яровой мягкой пшеницы – линию К-43-04-1

В гибридах первого поколения при скрещивании образцов шарозерной пшеницы с пшеницей полоникум наблюдается промежуточный тип наследования, в сторону шарозерного родителя по относительной ширине колосковой чешуи λ (отношению длины к его ширине[16]). При этом происходит некоторое уменьшение массы зерновки по сравнению с исходным образцом *T. sphaerococcum*, что, вероятно, укладывается в генетическую несовместимость видов. Если учитывать только максимально развитые зерновки, то также прослеживается промежуточный тип наследования. Форма зерновки в комбинации с *T. polonicum* в первом гибридном поколении наследуется в сторону удлинения, с λ равной 2,1, что соответствует длинозерным мягким пшеницам. Яровая мягкая пшеница в комбинациях скрещивания с шарозерной не оказывает в первом гибридном поколении такого сильного изменения в размерах колосковых чешуй и зерновок.

При гибридизации тетраплоидных видов с гексаплоидными в потомстве будут наблюдаться неупорядоченные расщепления, поэтому, при анализе гибридов второго и третьего поколений растения распределяются

на множество фенотипических классов. На какие классы и их количество при гибридизации *T. sphaerococcum* / *T. polonicum* мы изложим в следующей работе.

Мучнистая роса пшеницы является одной из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний. Потери урожая восприимчивых сортов яровой мягкой пшеницы при эпифитотийном развитии болезни могут достигать 24% [18]. При этом образцы шарозерной пшеницы во все годы наблюдений в значительной степени были восприимчивы к заболеванию. Вероятно, большую роль в снижении урожая зерна у образцов Индостана играет поражение мучнистой росой. Поэтому в селекции на иммунитет, с самого начала селекционной работы с этим видом, особое место уделяли восприимчивости к *Erysiphe graminis* DC.

Образцы *T. sphaerococcum* в полевых условиях значительно восприимчивы к *Erysiphe graminis*, в эпифитотийном 2017 году на уровне сильно восприимчивого стандарта (табл. 4).

Создание слабовосприимчивых линий шарозерных пшениц к *Erysiphe graminis* предполагает использование исходного материала устойчивого к заболеванию. Ранее нами проведенный скрининг внутри вида *T. aestivum* указал на относительно достаточное количество устойчивых образцов для использования в селекции на иммунитет к

Таблица 5 – Характер поражения гибридов F1 *Erysiphe graminis* в комбинациях скрещивания *T. sphaerococcum* с устойчивыми родителями, 2017г.

№ п/п	Комбинация скрещивания	Оценено растений, шт	Характер поражения, по Е.Е.Saari, J.M. Prescott
1	К-48-04-2 / Кш-361-11	50	3 – умеренно инфицированные
2	К-48-04-2 / Кш-346-11-2	36	1-очень устойчивые
3	Кш-359-11 / К-48-04-2	27	4 - промежуточное
4	к-33750 / К-48-04-2	29	3 – умеренно инфицированные
5	Кш-346-11-2 / LP -588-1-6	18	2 – умеренно устойчивые
6	LP -588-1-6 / Кш-359-11	49	2 – умеренно устойчивые
7	Кш-359-11 / Tybalt	37	0 – растения без симптомов поражения
8	Tybalt / Кш-359-11	36	1 – очень устойчивые
9	Хлебодар Харьковский / Кш-346-11-1	3	0 – растения без симптомов поражения
10	Укро / Кш-346-11-3	3	0 – растения без симптомов поражения
11	Соловей Харьковский / Кш-346-11-1	3	0 – растения без симптомов поражения
12	Соловей Харь. / Кш-346-11-2	3	0 – растения без симптомов поражения
13	Соловей Харь. / Кш-346-11-3	3	0 – растения без симптомов поражения

К-48-04-2, Tybalt (К-64897), LP -588-1-6 (К-65446) - *T. aestivum*
 Хлебодар Харьковский, Укро, Соловей Харьковский - *Triticale* бх
 Линии с индексом – Кш - *T. sphaerococcum*

мучнистой росе [19]. В то же время в условиях республики вирулентность рас мучнистой росы только увеличивается, и вероятность потери эффективности используемого материала высока. Поэтому мы пошли в этом направлении двумя путями: 1 – гибридизация с сортами и линиями яровой мягкой пшеницы иммунных или слабовосприимчивых к мучнистой росе, и 2 – вовлечение в селекционный процесс другого рода - гексаплоидной тритикале (Triticale 6х), слабовосприимчивого к заболеванию, этим путем мы, возможно, привнесем в генотип другие эффективные гены устойчивости.

Комбинации скрещивания, где одним из родителей выступает слабовосприимчивая яровая мягкая пшеница, в потомстве F₁ проявляется промежуточное наследование в сторону устойчивого родителя. В комбинации с иммунным сортом Tybalt – гибриды первого поколения без признаков заболевания. Такое наследование предполагает вероятность

выделения форм, слабовосприимчивых к заболеванию.

В комбинациях с гексаплоидной тритикале наблюдается генетическая несовместимость, завязываемость от 1 до 55%, всхожесть в среднем 60%. Но на гибридах F₁ не отмечено пустул мучнистой росы, и видимо, можно с осторожностью говорить о перспективности таких комбинаций на иммунитет к мучнистой росе.

Для выявления роли *T. aestivum* в улучшении *T. sphaerococcum* по устойчивости к *E. graminis* были начаты гибридологические эксперименты с сортом Tybalt (К-64897, Нидерланды), который может представлять селекционную ценность как источник устойчивости к мучнистой росе.

Потомство F₁ при прямом и обратном скрещиваниях Tybalt с шарозерным образцом к-33748 - восприимчиво к мучнистой росе, но в значительно меньшей степени, чем исходная форма, такое же промежуточное наследование наблюдается и в комбинации с константной

Таблица 6 – Характеристика гибридов по устойчивости к мучнистой росе в фазу колошения

комбинация	F ₁ , 2016г		F ₂ , 2017г		χ ²
	Оценено растений, шт	Характер поражения, Е.Е.Saari, J.M. Prescott	Расщепление по фенотипу R : S		
			фактическое	ожидаемое	
Tybalt / Кш-361-11	16	2 – умеренно устойчивые	240:69	3:1	1,17
Tybalt / к-33748	7	2 – умеренно устойчивые	21:140	1:6	-
к-33748 / Tybalt	11	2 – умеренно устойчивые	25:145	1:6	-

Таблица 7 – Фенология и урожайность линий контрольного питомника, 2017г

Образец	Урожайность, т/га	Начало колошения, июль	Восковая спелость, август	Мучнистая роса, балл устойчивости	
				Кущение	Начало колос.
Йолдыз, st	4,65	12	18	7	6
к-45738 (исх форма)	1,34	10	16	2	2
Кш-359-11-1	2,01	19	21	4	6
Кш-359-11-2	2,89	13	18	3-4	6
Кш-359-11-5	3,77	14	20	7	8
Кш-359-11-6	3,22	14	20	4	6
S ₇	0,34				

Таблица 8 – Характеристика зерна перспективных шарозерных линий

Образец	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	λ зерновки
Йолдыз, st	42,9	792	1,87
к-45738 (исходная форма)	17,4	785	1,55
Кш-359-11-1	29,7	731	1,38
Кш-359-11-2	29,2	734	1,42
Кш-359-11-5	26,1	767	1,44
Кш-359-11-6	24,2	754	1,43
Нерос	2,4	10	0,11

восприимчивой шарозерной линией Кш-361-11 (к-33748 / Ишимская 98).

При визуальном осмотре расщепления второго поколения гибридов по степени поражения *E. graminis* можно выделить 2 фенотипические группы, – устойчивые и слабовосприимчивые (R) и не устойчивые (S).

В комбинации Tybalt / Кш-361-11 наблюдается соотношение 3:1, что соответствует контролю устойчивости одним доминантным геном.

В рецiproкных скрещиваниях между Tybalt и шарозерным образцом к-33748 проявляется не однозначное фенотипическое расщепление по устойчивости к *E. graminis* – ожидаемое расщепление 3:1 не укладывается в реальное соотношение фенотипов 1:6. Возможна ошибка в вычленении фенотипических классов, что не очень убедительно, хотя могут иметь место и другие нарушения, относящиеся к генетической однородности используемых образцов или маленькая выборка. Такие моменты могут возникать, поэтому необходим анализ потомств в F₃.

С 2011г. начали ежегодную гибридизацию *T. aestivum* с *T. sphaerococcum*. Выход селекционно ценных генотипов при скрещивании с *T. aestivum* невероятно мал, выделяемые линии не существенно превышают исходные формы по основным хозяйственно ценным признакам. Для повышения вероятности нужного рекомбиназа объем гибридизации с *T. sphaerococcum* в 2017 г. увеличили до 109 комбинаций скрещивания, в форме сложных гибридных комбинаций, и простых парных скрещиваний.

При гибридизации шарозерной с яровой мягкой пшеницей не возникает проблем, завязываемость и всхожесть гибридов на уровне комбинаций внутри вида, в F₁ не отмечено череззерницы. Но, существующие традиционные отборы с яровой мягкой пшеницей в третьем гибридном поколении не дают фенотипически константных форм. При таких отборах в селекционных питомниках первого и второго года наблюдаются значительные расщепления по большинству комбинаций скрещивания. В отдельных комбинациях скрещивания формообразовательный процесс значителен. Считаем, что целесообразнее проводить отборы в F₂ и выше, в этом случае достигается фенотипическая константность.

Учитывая небольшой срок селекционного улучшения *T. sphaerococcum*, получены первые перспективные константные линии, имеющие общую гениалогию К-350-10 (*T. aestivum*) / к-45738 (*T. sphaerococcum*), где К-350-10 это сложный гибрид первого поколения, иммунный к мучнистой росе. Полученные сибсы были испытаны в 2017 году в контрольном питомнике. Очевидно преимущество линий по урожайности и восприимчивости к мучнистой росе по сравнению с исходным шарозерным образцом. Но полученные линии характеризуются еще большей позднеспелостью. 2017 год уникален, в плане длины вегетационного периода и вызывает много вопросов, так как даже образцы двуручек по скороспелости не сильно отличались от среднеспелых сортов яровой пшеницы, а количество дней до колошения у шарозерных пшениц практически соответствовало среднеспелым сортам, поэтому при оценке времени наступления колошения этот год не информативен.

Предположение, что при увеличении массы 1000 зерен происходит некоторое уменьшение natyры, показано на сестринских шарозерных линиях (табл. 8). Исходная форма К-45738 при меньшей массе 1000 зерен имеет высокую natyру, прослеживается тенденция уменьшения natyры зерна при увеличении зерновки. При этом отношение длины зерновки к его ширине не связано с массой 1000 зерен.

Выводы. Представленные результаты показывают, что селекционное улучшение при сохранении положительных черт *T. sphaerococcum* возможно. Но полностью лишить этот вид характерных отрицательных признаков на данный момент затруднительно. Вероятно, целесообразно применение других приемов и методов, отличных от традиционной селекции с мягкой пшеницей.

В заключение: попытки найти шарозерную пшеницу, в местах их первичного обнаружения, были предприняты индийскими исследователями на юго-западе Индии. В штатах Карнатака и Махараштра - они нашли эту пшеницу в трех местах в 2010 году, и только в одном из трех мест в 2011 году, поэтому будущее существование в культуре этого вида является для них неопределенным [20].

Надеемся, что приложив усилия, пшеница шарозерная, в поколениях образцов Индостана, найдет распространение на новых

Литература

1. Культурная флора: Пшеница. Т.1. / В.Ф. Дорофеев [и др]. Л.: Колос, 1979. 348 с.
2. Heer O. Die Pflanzen der Pfahlbauten. Druck von Zurcher und Furrer, 1865. 65 p.
3. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры (На заре земледелия). Л.: Колос, 1969. 480 с.

4. Удачин Р.А. О возможности существования *Triticum antiquorum* Heer в наши дни // Науч.-техн. бюл. ВИР. 1982. Вып 119. С. 72.
5. Гончаров Н.П., Гайдаленок Р.Ф. Локализация генов, контролирующих округлозерность и компактную форму колоса у *Triticum antiquorum* Heer ex Udacz. // Генетика. 2005. Т. 41. № 11. С. 1531-1537.
6. Мережко А.Ф., Эзрохин Л.М., Юдин А.Е. Эффективный метод опыления зерновых культур: метод. указания. Л.: ВИР, 1973. 11 с.
7. Радченко Е.Е., Одинцова И.Г. Идентификация генов устойчивости зерновых культур к вредным организмам // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие. М.: [б.и.], 2008. С. 306-331
8. Вавилов Н.И. Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции. Пшеница. Л.: Наука, 1964. 132 с.
9. Гончаров Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей: изд. 2-е испр. и доп. Новосибирск: Гео, 2012. 523 с.
10. Боровик А.Н. Селекция и возвращение в культуру исчезающих и редких видов пшеницы: шарозерной (*Triticum sphaerococcum* Perc.), полбы (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.), твердой (*Triticum durum* Desf.) и создание тритикале шарозерной (*Triticale sphaerococcum*) для диверсификации производства высококачественного зерна: дис... д. с/х. н. Краснодар, 2016. 516 с.
11. Chacko J. Defining the genetic and physiological basis of *Triticum sphaerococcum* Perc.: diss. of M.S. Canterbury, 2008. 133 p.
12. Беспалова Л.А., Боровик А.Н., Колесников Ф.А., Мирошниченко Т.Ю. Этапы и результаты селекции шарозерной пшеницы (*T. sphaerococcum* Perc.) в Краснодарском НИИСХ им. И.П. Лукьяненко. // Зерновое хозяйство России. 2015. № 2. С. 40-44.
13. Microsatellite mapping of the induced sphaerococcoid mutation genes in *Triticum aestivum* / E. Salina, A. Bömer, I. Leonova [et al] // Theor Appl Genet. 2000. Vol. 100. P. 686-689
14. Сюков В.В. Генетические аспекты селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье: автореф. дис... д. б.н. Саратов, 2003. 54 с.
15. Ригин Б.В. Яровой тип развития мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.): фенологический генетический аспекты // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. СПб.: ВИР, 2012. Т. 170. С. 17-34.
16. Афанасьев П.Д. Наследование формы и крупности зерна в скрещивании *Triticum sphaerococcum* Perciv. X *T. aestivum* L. // Сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1985. Т. 98. С. 72-75
17. Пшеницы мира. Дорофеев В.Ф. [и др.] Л.: Агропромиздат, 1987. 401 с.
18. Шевченко С.Н. Создание устойчивого к мучнистой росе селекционного материала яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья: автореф. дис...к.с.-х.н. СПб., 1993. 17 с.
19. Полевая устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы к *Erysiphe (Blumeria) graminis* в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан / Н.З. Василова, Д.Ф. Асхадуллин, Д.Ф. Асхадуллин [и др.] // Зерновое хозяйство России. 2016. Т. 48. № 6. С. 59-62.
20. Rediscovery of Indian dwarf wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *sphaerococcum* (Perc.) MK.) an ancient crop of the Indian subcontinent. / Mori N. [et al] // Genetic Resources and Crop Evolution. 2013. Vol. 60. Iss. 6. P. 1771-1775

Сведения об авторах:

Асхадуллин Дамир Фидусович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы
 Асхадуллин Данил Фидусович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы
 Василова Нуралия Зуфаровна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции яровой пшеницы
 Хусаинова Ильсина Илнуровна – младший научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы
 Гайфуллина Гульнар Ришатовна – младший научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы
 Багавиева Эльмира Зинуровна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы
 Тазутдинова Мухаббат Рустамджановна – научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы
 Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, e-mail: trulik@ya.ru

PROSPECTS FOR IMPROVING AND CONSERVATION OF TRITICUM SPHAEROCOCCUM PERC.

Askhadullin D.F., Askhadullin D.F., Vasilova N.Z., Khusainova I.I., Gayfullina G.R., Bagavieva E.Z., Tazutdinova M.R.

Abstract. Attempts to create commercial variety *Triticum sphaerococcum* Perc. were realized only on the basis of the recombinant mutant KH 4333, created by Krasnodar Scientific and Research University of Agriculture, but the sphericity of obtained varieties is not associated with the sphericity of the Hindustan indices. The disadvantages of *T. sphaerococcum* samples in the Republic of Tatarstan are (in the study of 2012-2017): low productivity, which varies considerably in the years of the study, in some years the productivity of the best samples did not exceed 0.57 tons per hectare (the Simbirsk standard did not fall below 2, 15 tons per hectare); late ripeness; strong defeat of powdery mildew up to 90% in the epiphytotoxic year 2017; strong susceptibility to stem rust. The degree of damage to brown leaf rust, in all years, was at the level of the susceptible standard of the Simbirsk variety. We made an attempt to improve the index samples by incorporating *T. polonicum* L. into the hybridization in order to increase the mass of the grains while maintaining the spherical shape, since hybridization with *T. aestivum* does not make significant progress. And the inclusion in the hybridization of *Triticale* 6x, in order to increase resistance to disease. Progress is shown in increasing productivity and resistance to powdery mildew in hybridization with *T. aestivum*. The constant lines of *T. sphaerococcum* have been preserved which retained the positive features inherent in this species with a significant increase in yield from 1.34 tons per

hectare in the original form to -45738 to 3.77 tons per hectare near the line Ksh-359-11-5, this line is characterized by a high resistant to powdery mildew, but this line has a yield of 23% lower than the best zoned variety Yoldyz.

Key words: *Triticum sphaerococcum*, *T. aestivum*, *T. polanicum*, improvement, powdery mildew, productivity.

References

1. *Kulturnaya flora: Pshenitsa*. [Cultural flora: Wheat]. / V.F. Dorofeev and others. L.: Kolos, 1979. P. 348.
2. Heer O. Die Pflanzen der Pfahlbauten. Druck von Zurcher und Furrer, 1865. 65 p.
3. Sinskaya E.N. *Istoricheskaya geografiya kulturnoy flory (Na zare zemledeliya)*. [Historical geography of the cultural flora (Early farming)]. L.: Kolos, 1969. P. 480.
4. Udachin R.A. On the possibility of the existence of *Triticum antiquorum* Heer in our days. [O vozmozhnosti suschestvovaniya *Triticum antiquorum* Heer v nashi dni]. // *Nauch.-tekhn. byul. VIR. – Scientific and technical bulletin of VIR*. 1982. Issue 119. P. 72
5. Goncharov N.P., Gaydalenok R.F. Localization of genes, controlling the round-headedness and compact form of the ear in *Triticum antiquorum* Heer ex Udacz. [Lokalizatsiya genov, kontroliruyuschikh okruglozernost i kompaktnuyu formu kolosa u *Triticum antiquorum* Heer ex Udacz]. // *Genetika. – Genetics*. 2005. Vol. 41. № 11. P. 1531-1537
6. Merezko A.F., Ezrokhin L.M., Yudin A.E. *Effektivnyy metod opyleniya zernovykh kultur: metod. ukazaniya*. [Effective method of cereals' pollination of: methodic instructions]. L.: VIR, 1973. P. 11.
7. Radchenko E.E., Odintsova I.G. *Identifikatsiya genov ustoychivosti zernovykh kultur k vrednym organizmam. // Izuchenie geneticheskikh resursov zernovykh kultur po ustoychivosti k vrednym organizmam: metod. posobie*. [Identification of genes for the resistance of cereals to pests. // A study of the genetic resources of cereals for resistance to pests: a methodic allowance]. M.: [b.i.], 2008. P. 306-331
8. Vavilov N.I. *Mirovye resursy sortov khlebykh zlakov, zernovykh bobovykh, lna i ikh ispolzovanie v seleksii. Pshenitsa*. [World resources of varieties of cereals, grain legumes, flax and their use in breeding. Wheat.]. L.: Nauka, 1964. P. 132.
9. Goncharov N.P. *Sravnitel'naya genetika pshenits i ikh sorodichey: izd. 2-e ispr. i dop.* [Comparative genetics of wheat and its relatives: 2nd edition, added and corrected]. Novosibirsk: Geo, 2012. P. 523.
10. Borovik A.N. *Seleksiya i vozzraschenie v kulturu ischezayuschikh i redkikh vidov pshenitsy: sharozernoy (Triticum sphaerococcum Perc.), polby (Triticum dicocum (Schränk.) Schuebl.), tverdoy (Triticum durum Desf.) i sozdanie tritikale sharozernoy (Triticale sphaerococcum) dlya diversifikatsii proizvodstva vysokokachestvennogo zerna: dis... d. s/kh. n.* (Selection and return to the culture of endangered and rare wheat species: (Triticum sphaerococcum Perc.), (Triticum dicocum (Schränk.) Schuebl.), solid (Triticum durum Desf.) and the creation of Triticale sphaerococcum (Triticale sphaerococcum) for the diversification of high-quality grain production: dissertation for a degree of Ph.D. of Agricultural sciences). Krasnodar, 2016. P. 516.
11. Chacko J. Defining the genetic and physiological basis of *Triticum sphaerococcum* Perc.: diss. of M.S. Canterbury, 2008. P. 133.
12. Bepalova L.A., Borovik A.N., Kolesnikov F.A., Miroshnichenko T.Yu. Stages and results of spherical wheat selection (T. sphaerococcum Perc.) in Krasnodar scientific and research Institute of Agriculture named after I.P. Lukyanenko. [Etapy i rezultaty seleksii sharozernoy pshenitsy (T. sphaerococcum Perc.) v Krasnodarskom NIISKh im. I.P. Lukyanenko]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii. - Grain economy of Russia*. 2015. №2. P. 40-44.
13. Microsatellite mapping of the induced sphaerococcoid mutation genes in *Triticum aestivum* / E. Salina, A. Börner, I. Leonova [et al] // *Theor Appl Genet*. 2000. Vol. 100. P. 686-689
14. Syukov V.V. *Geneticheskie aspekty seleksii yarovoy myagkoy pshenitsy v Srednem Povolzhe: avtoref. dis... d. b.n.* (Genetic aspects of spring soft wheat selection in the Middle Volga region: the author's abstract of dissertation of a degree of Doctor of Biological sciences). Saratov, 2003. P. 54.
15. Rigin B.V. *Yarovoy tip razvitiya myagkoy pshenitsy (Triticum aestivum L.): fenologicheskii geneticheskii aspekty // Tr. po prikl. bot., gen. i sel. SPb.: VIR*. (Spring type of development of soft wheat (Triticum aestivum L.): phenological genetic aspects. // *Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding*). SPb.: VIR, 2012. Vol. 170. P. 17-34
16. Afanasev P.D. *Nasledovanie formy i krupnosti zerna v skreschivanii Triticum sphaerococcum Perciv. X T. aestivum L. // Sb. nauch. tr. po prikladnoy botanike, genetike i seleksii*. (Inheritance of grain shape and size in the crossing with *Triticum sphaerococcum* Perciv. X *T. aestivum* L. // *Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding*). 1985. Vol. 98. P. 72-75
17. *Pshenitsy mira*. [Wheat of the world]. Dorofeev V.F. and others. L.: Agropromizdat, 1987. P. 401.
18. Shevchenko S.N. *Sozdanie ustoychivogo k muchnistoy rose selektsionnogo materiala yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Srednego Povolzha: avtoref. dis...k.s.-kh.n.* (Creation of selection material of the spring soft wheat resistant to powdery mildew in the conditions of the Middle Volga region: the author's abstract of dissertation for a degree of Agricultural sciences). Spb., 1993. P. 17.
19. Field stability of spring soft wheat samples to Erysiphe (Blumeria) graminis in the conditions of the Kama zone of the Republic of Tatarstan. [Polevaya ustoychivost obraztsov yarovoy myagkoy pshenitsy k Erysiphe (Blumeria) graminis v usloviyakh Predkamskoy zony Respubliki Tatarstan]. / N.Z. Vasilova, D.F. Askhadullin, D.F. Askhadullin and others // *Zernovoe khozyaystvo Rossii. - Grain economy of Russia*. 2016. Vol. 48. № 6. P. 59-62
20. Rediscovery of Indian dwarf wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *sphaerococcum* (Perc.) MK.) an ancient crop of the Indian subcontinent. / Mori N. [et al] // *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2013. Vol. 60. Iss. 6. P. 1771-1775

Authors:

Askhadullin Damir Fidusovich - Ph.D. of Agricultural sciences, Leading researcher of spring wheat selection Laboratory
 Askhadullin Danil Fidusovich - Ph.D. of Agricultural sciences, Leading researcher of spring wheat selection Laboratory
 Vasilova Nuraniya Zufarovna - Ph.D. of Agricultural sciences, Head of spring wheat selection Laboratory
 Khusainova Ilsina Ilurovna - Junior researcher of spring wheat selection Laboratory
 Gayfullina Gulnar Rishatovna - Junior researcher of spring wheat selection Laboratory,
 Bagaviyeva Elmira Zinurovna - Ph.D. of Agricultural sciences, Senior researcher of spring wheat selection Laboratory
 Tazutdinova Mukhabbat Rustamdzhonovna - Researcher of spring wheat selection Laboratory
 Tatar Research Institute of Agriculture - a separate structural subdivision of Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Kazan, e-mail: trulik@ya.ru