

БОТАНИКА / BOTANICS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.76>

ОТДАЛЕННЫЕ ГИБРИДЫ ×*TRITITRIGIA* С *ELYTRIGIA INTERMEDIA* И *ELYMUS FARCTUS*

Научная статья

Лошакова П.О.^{1,*}, Погост А.А.², Вайншенкер Т.С.³, Иванова Л.П.⁴

¹ ORCID : 0000-0002-2838-7900;

² ORCID : 0000-0001-7042-7745;

³ ORCID : 0000-0002-7683-033X;

⁴ ORCID : 0000-0002-3466-7263;

^{1,2,4} Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Российская Федерация

³ Библиотека Отдела отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (pavla.loshakova[at]mail.ru)

Аннотация

Статья посвящена изучению качества зерна 8-10 поколений (F₈–F₁₀) уникальных гибридов двух комбинаций скрещивания ×*Trititrigia* ×*Elytrigia intermedia* и ×*Trititrigia* ×*Elymus farctus*, полученных в Отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН и входящих в его коллекцию. Указанные гибриды создавались как новые источники ценных для селекции мягкой пшеницы признаков и как «мостики» для дальнейшей передачи этих признаков мягкой пшенице. Исследование показало, что обе изученные комбинации обладают высоким качеством зерна. По показателю седиментации гибридов комбинации ×*Trititrigia* ×*E.intermedia*, к ценной пшенице можно отнести 4 образца из 15 исследованных, 11 образцов относятся к сильной пшенице (два из них имеют показатели седиментации 9,5 и 9,6мл). Содержание клейковины высокое – от 30,0% до 35,0%, преимущественно I группы качества; у образцов гибридной комбинации ×*Trititrigia* ×*E.intermedia* клейковина светлая с ярко выраженным желтым оттенком. В комбинации скрещивания *Trititrigia* ×*E. farctus* к ценной пшенице относятся 3 образца (из 15 исследованных), 12 образцов – сильная пшеница, из них 5 имеют показатели седиментации 9,0 мл и 9,6 мл. Содержание клейковины высокое (до 37,5%) I и II группы качества, цвет клейковины с выраженным желтым оттенком. Гибриды ×*Trititrigia* ×*E.intermedia* и *Trititrigia* ×*E. farctus* являются источниками высокого качества зерна и могут использоваться в селекции пшеницы.

Ключевые слова: ×*Trititrigia*, *Elytrigia intermedia*, *Elymus farctus*, гибриды пшеницы с пыреем, качество зерна гибридов, седиментация, клейковина.

DISTANT HYBRIDS OF ×*TRITITRIGIA* WITH *ELYTRIGIA INTERMEDIA* AND *ELYMUS FARCTUS*

Research article

Loshakova P.O.^{1,*}, Pogost A.A.², Vainshenker T.S.³, Ivanova L.P.⁴

¹ ORCID : 0000-0002-2838-7900;

² ORCID : 0000-0001-7042-7745;

³ ORCID : 0000-0002-7683-033X;

⁴ ORCID : 0000-0002-3466-7263;

^{1,2,4} Tsytin Main Moscow Botanical Garden of Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

³ Library of the Department of Remote Hybridization of the N.V. Tsytin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (pavla.loshakova[at]mail.ru)

Abstract

The article is dedicated to the research of grain quality of 8-10 generations (F₈-F₁₀) of unique hybrids of two crossing combinations ×*Trititrigia* ×*Elytrigia intermedia* and ×*Trititrigia* ×*Elymus farctus* obtained in the Remote hybridization department of the Tsytin Main Botanical Garden of Academy of Sciences and included in its collection. These hybrids were created as new sources of valuable traits for the breeding of soft wheat and as "bridges" for further transfer of these traits to soft wheat. The study showed that both studied combinations have high grain quality. According to the sedimentation indices of hybrids of combination ×*Trititrigia* ×*E.intermedia*, 4 samples out of 15 studied can be classified as valuable wheat, 11 samples belong to strong wheat (two of them have sedimentation indices 9,5 and 9,6 ml). Gluten content is high - from 30.0% to 35.0%, mostly of quality group I; the samples of the hybrid combination ×*Trititrigia* ×*E.intermedia* have light gluten with a pronounced yellow shade. In the crossing combination, *Trititrigia* ×*E. farctus*, 3 samples (out of 15 examined) belong to valuable wheat, 12 samples are strong wheat, 5 of them have sedimentation values of 9.0 ml and 9.6 ml. Gluten content is high (up to 37.5%) of quality groups I and II, gluten color with a pronounced yellow shade. The hybrids ×*Trititrigia* ×*E.intermedia* and *Trititrigia* ×*E. farctus* are sources of high grain quality and can be used in wheat breeding.

Keywords: ×*Trititrigia*, *Elytrigia intermedia*, *Elymus farctus*, wheat hybrids with wheatgrass, hybrid grain quality, sedimentation, gluten.

Введение

Важнейшей задачей современной селекции является улучшение мягкой пшеницы за счет передачи ей ценных свойств от диких сородичей [1], [2]. Как известно, большинство диких сородичей пшеницы, в отличие от культурных сортов злаков, более пластичны, легче приспосабливаются к условиям окружающей среды, а также устойчивы ко многим заболеваниям [3], [4]. Именно эти особенности диких видов необходимы современным сортам пшеницы в связи с изменением климатических условий и ухудшением экологии [5], [6].

В конце 90-х годов, наряду с прочими исследованиями, сотрудники Отдела отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН проводили скрещивания синтетического рода *×Trititrigia cziczinii* Tsvet., также известного как «многолетняя пшеница» [7], с двумя представителями третичного генофонда – видами пырея – *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski (образец, ранее не использовавшийся в подобных скрещиваниях) и *Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis для получения новых гибридов, которые в последующем могли бы служить в селекции мягкой пшеницы источниками хозяйственно-ценных признаков. Включение в гибридизацию *×Trititrigia* было обусловлено двумя основными причинами. Во-первых, этот синтетический род имеет в составе своего генома пырейные хромосомы [8], часть которых может быть гомеологична хромосомам опылителей, что облегчает скрещиваемость. Во-вторых, мы предположили, что гибриды с *×Trititrigia* послужат «мостиком» для переноса генетического материала диких видов пшенице при дальнейших скрещиваниях полученных гибридов с сортами мягкой пшеницы.

Были получены гибриды в обеих комбинациях скрещивания. Однако, в силу различных обстоятельств, подробное изучение полученных образцов не проводили, но регулярно пересевали их, и, на сегодняшний день, мы имеем в коллекции Отдела отдаленной гибридизации образцы восьмого-десятого (F₈-F₁₀) поколений в комбинациях *×Trititrigia × E. intermedia* и *×Trititrigia × E. farctus*. В настоящее время исследования возобновлены и на данном этапе работы мы сосредоточились на оценке качества зерна полученных гибридов.

Цель исследования - создание новых источников ценных свойств для использования в селекции мягкой пшеницы.

Актуальность работы обусловлена запросом на получение урожайных и адаптивных сортов пшеницы с хорошим качеством зерна.

Методы и принципы исследования

Работу вели на полях Отдела отдаленной гибридизации ГБС им. Н.В. Цицина РАН в Московской области, селе Рождествено.

Гибридизация *×Trititrigia* с дикими сородичами была начата в самом конце 1990-х гг. [9]. В этих скрещиваниях род *×Trititrigia* был материнским растением, виды пырея – опылителями. Работу проводили в полевых условиях. В связи с тем, что *×Trititrigia* - озимое растение, её семена высевали в рядки в конце августа. Для гибридизации выращивали сорта М3202, М169, ЗП 26. Опылители – *E. intermedia* и *E. farctus*, которые в условиях Подмоскovie могут расти на одном месте до 8 лет, выращивали на отдельных участках. Кастрацию и опыление проводили методом Твел, пыльцу наносили на пестики с помощью пинцета и использовали пергаментные изоляторы для каждого колоса.

При гибридизации *×Trititrigia* с *E. intermedia* были получены только гибриды материнского типа внешне почти неотличимые от *×Trititrigia* (2n=56) но с другими числами хромосом (2n менее 56). При скрещиваниях в комбинации *×Trititrigia × E. farctus* были получены две категории гибридов – гибриды материнского типа и промежуточный 63-хромосомный частично фертильный гибрид, давший потомство при свободном опылении. Все гибридные образцы включены в рабочую коллекцию отдела отдаленной гибридизации. Чтобы исключить появление материнских зерновок, возможное при ошибках в процессе кастрации, у завязавшихся зерновок определяли числа хромосом и в дальнейшем работали только с проверенными растениями. Гибриды были фертильны, имели хорошую всхожесть семян и поэтому не нуждались в беккроссировании [10]. В F₂ и, выборочно, в F₃ также определяли числа хромосом. Гибриды первых трёх поколений выращивали рассадой. Колосья гибридных растений F₁- F₃ изолировали. Начиная с F₄ образцы сеяли сухими семенами, выращивали при свободном опылении, хромосомы не считали. Отборы проводили по величине колоса, крупности зерна. Поражения растений полевыми инфекциями не было.

В 2020 г. (на материале урожая 2019 г.) у изучаемых гибридов определили стекловидность, массу 1000 зерен, показатель седиментации и, для отдельных образцов, количество и качество клейковины (таблица 1 и таблица 2).

Метод седиментации, основанный на способности клейковинных белков набухать в растворах слабых кислот, позволяет классифицировать сорта пшеницы по «силе муки», отражая при этом количество и качество клейковины, содержащейся в зерне. При определении показателя седиментации мы применяли микрометод, рекомендованный Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (ныне ВЦОКС) с использованием 2% раствора ледяной уксусной кислоты [10], [11].

Содержание сырой клейковины определяли стандартным методом по ГОСТ54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице [13]. Стекловидность – по срезу зерна - и массу 1000 зерен – по общепринятым методикам.

Основные результаты

Гибриды *×Trititrigia × E. intermedia* и *×Trititrigia × E. farctus* были получены в Отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН и не имеют аналогов. Как было указано выше, подробное изучение этих гибридов только начинается. В данной статье приводятся результаты изучения качества зерна 30 образцов (по 15 образцов из каждой комбинации) изучаемых гибридов.

Образцы комбинации *×Trititrigia × E. intermedia* (рис.1) не превышают стандартные сорта *×Trititrigia* по продолжительности вегетационного периода, имеют прочную соломинку и устойчивы к полевым инфекциям. Все образцы в той или иной степени склонны к послеуборочному отрастанию.

Обсуждение

Изучение качества зерна гибридов этой комбинации (таблица 1) показало, что большинство образцов относятся к среднестекловидным (от 40 до 60%).

К низкостекловидным образцам можно отнести № 3 и №14 (стекловидность 37% и 34% соответственно). Образцы, обладающие высокостекловидным зерном - № 2 и № 10 (стекловидность 78% и 63%). Все исследованные образцы имеют довольно крупное зерно (масса 1000 зерен более 30 г). Самое крупное зерно у № 2 (42,6 г). По показателю седиментации все образцы предварительно можно охарактеризовать как образцы высокого качества (более 5 мл). К ценной пшенице (от 6 до 8 мл) можно отнести образцы №№ 12, 8, 5 и 14 (7,1 мл; 7,3 мл; 7,5 мл и 7,6 мл соответственно). К сильной пшенице (более 9 мл) относятся № 3 (9,5 мл) и № 13 (9,6мл). Остальные 9 образцов также относятся к сильной пшенице (более 8 мл). Одним из основных показателей качества зерна является содержание и качество клейковины в зерне. Содержание клейковины высокое – от 30,0 до 35,0 %, преимущественно I группы качества. Из таблицы 1 видно, что к первой группе качества (характеризуется как хорошая) и высоким содержанием клейковины обладают образцы № 2,4,6,13. Несколько меньше (30%) клейковины хорошего качества у образцов № 5,8,9,10. Все изученные образцы данной комбинации имеют желтый оттенок клейковины.

Таблица 1 - Качество зерна гибридов ×*Trititrigia* × *E.intermedia*DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.76.1>

Образец	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Показатель седиментации, мл	Содержание клейковины, % и группа качества
1	56	40,5	8,5	35,0 (II)
2	78	42,6	8,4	34,0 (I)
3	37	37,2	9,5	35,0 (II)
4	44	37,4	8,7	32,0 (I)
5	54	37,6	7,5	30,0 (I)
6	38	39,8	8,5	34,2 (I)
7	51	39,5	8,1	-
8	48	40,7	7,3	30,0 (I)
9	51	39,1	9,0	30,0 (I)
10	63	34,7	8,8	30,0 (I)
11	43	35,6	8,8	-
12	43	38,8	7,1	-
13	50	33,2	9,6	32,0 (I)
14	34	38,8	7,6	-
15	47	40,2	9,0	-

Примечание: урожай 2019 г.

Гибридная комбинация ×*Trititrigia* × *E. farctus* (рис.2), как уже упоминалось выше, состоит из двух частей: гибриды материнского типа и потомство 63-хромосомного промежуточного гибрида. В исследование качества зерна гибридов было вовлечено 15 образцов (таблица 2). 3 образца № 1, № 2 и №4 – гибриды материнского типа, изначально фенотипически близкие ×*Trititrigia*, остальные 12 – потомство 63-хромосомного гибрида. Обе группы гибридов хорошо зимуют и не подвержены инфекциям. У гибридов материнского типа продолжительность вегетационного периода равна сортам ×*Trititrigia*, вегетационный период второй группы длиннее на неделю. Все образцы (особенно образцы второй группы) хорошо отрастают после уборки.

Анализируя данные таблицы 2, видим, что в комбинации ×*Trititrigia* × *E. farctus* 11 образцов из 15 имеют низкую стекловидность (ниже 40%). Высокостекловидное зерно (63%) у образца №7. Самая высокая масса 1000 зерен у № 3 (39,4 г) и у № 14 (38,6 г). У остальных образцов этой комбинации масса 1000 зерен от 18,6 г (№ 15) до 35,6 г (№1). Показатель седиментации высокий. На уровне очень хорошей сильной пшеницы (показатель седиментации 9,0 мл, 9,6 мл) находятся 5 образцов, 7 образцов - на уровне сильной пшеницы (8,0 – 8,9%) и три образца имели более низкий показатель седиментации (6,5 - 7,8%), что, между тем, позволяет классифицировать их как ценные пшеницы. Количество и качество клейковины определено у 10 образцов и находится в пределах от 28,0% до 37,5%. Клейковина первой и второй группы качества (I и II). У образцов №№ 6 и 11 отмечено наибольшее содержание хорошей по качеству клейковины. В гибридной комбинации ×*Trititrigia* × *E.farctus* у всех номеров клейковина имела желтый оттенок, наиболее ярко выраженный у образца №13.

При сравнении качества зерна гибридных комбинаций выяснилось, что, в среднем, стекловидность у образцов ×*Trititrigia* × *E. farctus* существенно ниже и зерно, в среднем, мельче, чем у образцов ×*Trititrigia* × *E. Intermedia*.

Таблица 2 - Качество зерна гибридов \times *Trititrigia* \times *E. farctus*DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.76.2>

Образец	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Показатель седиментации, мл	Содержание клейковины, % и группа качества
1	9	35,6	7,8	28,0 (I)
2	29	34,2	8,9	28,3 (II)
3	30	39,4	8,5	32,8 (II)
4	42	30,4	8,6	32,9 (II)
5 (тёмное зерно)	50	24,0	9,0	-
6 (светлое зерно)	34	23,0	9,0	35,0 (I)
7	63	32,2	9,0	32,4 (I)
8	11	32,2	8,0	-
9	12	24,6	9,0	-
10	32	30,6	8,7	37,5 (II)
11	29	30,8	9,6	33,0 (I)
12	23	29,4	8,5	33,8 (II)
13	35	34,0	8,5	34,5 (II)
14 (красное зерно)	9	38,6	6,5	-
15 (тёмное зерно)	54	18,6	7,5	-

Примечание: урожай 2019 г

Показатель седиментации гибридов с *E. farctus* выше, чем гибридов с *E. intermedia*. Количество и качество клейковины сопоставимы у обеих комбинаций скрещивания. Однако в комбинации \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* выявлено большее количество образцов с хорошей по качеству клейковиной. У всех исследованных на содержание клейковины образцов гибридной комбинации \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* и \times *Trititrigia* \times *E. farctus* клейковина светлая с ярко выраженным желтым оттенком. Возможно этот признак унаследован изучаемыми нами гибридами от \times *Trititrigia*. Известно, что для большинства образцов \times *Trititrigia* характерен желтый оттенок муки, клейковины и хлебного мякиша [12].

Таким образом, по основным показателям, характеризующим качество зерна гибридов и обеспечивающим хорошие хлебопекарные свойства (показатель седиментации, качество и количество клейковины), гибриды \times *Trititrigia* \times *E. intermedia*, как и гибриды \times *Trititrigia* \times *E. farctus*, являются перспективными источниками полезных свойств для селекционной работы по улучшению мягкой пшеницы.

Заключение

1. В Отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН получены новые гибриды \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* и \times *Trititrigia* \times *E. farctus*, не имеющие аналогов. Они представляют интерес с теоретической точки зрения (для изучения процессов, происходящих в клетках растений при отдаленной гибридизации).

2. В настоящее время в рабочей коллекции ГЭС находятся образцы восьмого-десятого (F_8 - F_{10}) поколений \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* и \times *Trititrigia* \times *E. farctus*.

3. Изучены качественные показатели зерна гибридов \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* и \times *Trititrigia* \times *E. farctus*. Выявлено, что стекловидность у образцов \times *Trititrigia* \times *E. farctus* существенно ниже, чем у образцов комбинации \times *Trititrigia* \times *E. intermedia*. Масса 1000 зерен в комбинации \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* колеблется в среднем от 35 г до 42 г, в комбинации \times *Trititrigia* \times *E. farctus* – от 19 г до 39 г, то есть больше разброс по массе. По показателям седиментации, качеству и количеству клейковины образцы относятся к сильным и ценным пшеницам. Обе изученные комбинации обладают высоким содержанием сырой клейковины I и II группы качества. У гибридов с *E. intermedia* содержание клейковины в пределах 30,0-35,0%; у гибридов с *E. farctus* - от 28,0 до 37,5%. В комбинации \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* по показателям качества выделяются образцы 2,4,6,13. В комбинации *Trititrigia* \times *E. farctus* высокое содержание клейковины хорошего качества показали образцы № 6 и 11.

У всех изученных образцов обеих комбинаций клейковина имеет желтоватый оттенок разной степени интенсивности.

4. Гибридные комбинации \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* и \times *Trititrigia* \times *E. farctus* являются источниками признака высокого качества зерна.

5. Гибриды \times *Trititrigia* \times *E. intermedia* и \times *Trititrigia* \times *E. farctus* представляют несомненный практический интерес для использования в селекции пшеницы на качество.



Рисунок 1 - Образцы комбинации \times Trititrigia \times E.intermedia: слева образец № 9, справа - №3.
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.76.3>



Рисунок 2 - Образцы комбинации \times Trititrigia \times E.farctus : слева образец №2, справа - №13.
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.125.76.4>

Финансирование

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные и прикладные аспекты», № государственной регистрации 122042500074-5

Благодарности

Авторы признательны Л.П.Калмыковой, выполнившей работу по исследованию показателей качества зерна.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The work was carried out in accordance to Institutional research project "Hybridization of plants in nature and cultivation: fundamental and applied aspects", state registration number 122042500074-5

Acknowledgement

The authors are grateful to L.P. Kalmykova, who performed the work on the research of grain quality parameters.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Pototskaya I.V. The use of wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) in breeding.. / I.V. Pototskaya, V.P. Shamanin, A.N. Aydarov // Vavilov Journal of Genetics and Breeding.. – 2022. – № 26(5). – p. 413-421.
2. Mujeeb-Kazi A. Genetic diversity for wheat improvement as a conduit to food security. / A. Mujeeb-Kazi, A. Gul, A. Rasheed // Advances in Agronomy. – 2013. – № 122. – p. 179-257.
3. Li W. Development and characterization of wheat-sea wheatgrass (*Thinopyrum junceiforme*) amphiploids for biotic stress resistance and abiotic stress tolerance. / W. Li, Q. Zhang, S. Wang // Theoretical and Applied Genetics. – 2019. – № 132. – p. 163-175.

4. Li H. *Thinopyrum ponticum* and *Th. intermedium*: the promising source of resistance to fungal and viral diseases of wheat. / H. Li, X. Wang // *J. Genet. Genomics*. – 2009. – № 36. – p. 557-565.
5. Дружин А.Е. Изучение хозяйственно-ценных и адаптивных признаков у нового сорта яровой мягкой пшеницы Александрит, созданного методом интрогрессивной селекции. / А.Е. Дружин, С.Н. Сибикеев, Л.Т. Власовец // *Успехи современного естествознания*. – 2018. – № 9. – с. 12-17.
6. Плотникова Л.Я. Изменение агрономических свойств пшенично-пырейных гибридов при создании доноров для селекции пшеницы, адаптированных к условиям лесостепной зоны Западной Сибири. / Л.Я. Плотникова, С.П. Кузьмина, А.Т. Айдосова // *Омский научный вестник*. – 2014. – № 2. – с. 155-159.
7. Цицин Н.В. Многолетняя пшеница. / Н.В. Цицин – М.: Наука, 1978. – 287 с.
8. Упельник В.П. Коллекция вида *Triticum agropyrotriticum* Cicin – ботаническое разнообразие, биология, генетика, селекция. / В.П. Упельник, Л.П. Иванова, С.В. Завгородний // В сборнике: Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов. Материалы III международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского.; – Минск: Конфидо, 2015. – с. 493-497.
9. Лошакова П.О. Создание коллекции диких злаков из родов *Elymus* L. и *Leymus* Hochst и гибридизация её представителей с *Triticum agropyrotriticum* Cicin. / П.О. Лошакова, Е.В. Семенова, В.И. Семенов // *Отдаленная гибридизация. Теория и практика*; – М.: МСХА, 2002. – с. 74-80.
10. Долгова С.П. Морфологические признаки и качество зерна гибридов неполных пшенично-пырейных амфидиплоидов с видами родов *Elytrigia* Desv. и *Elymus* L. / С.П. Долгова, П.О. Лошакова, Л.П. Калмыкова // *Бюлл. Главного ботанического сада*. – 2013. – № 199. – с. 56-61.
11. Методы оценки технологических свойств зерна пшеницы, крупяных и бобовых культур. ВНИИЗ. ЦНИИХП / Под ред. Н.П. Козьминой и др. - М., 1961. - 147 с.
12. Иванова Л.П. Продуктивность и хлебопекарные свойства *Triticum agropyrotriticum* Cicin. / Л.П. Иванова, Н.Л. Кузнецова, О.И. Ермоленко и др. // *Аграрная Россия*. – 2020. – № 12. – с. 14-17.
13. ГОСТ 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. . – Введ. 2011-10-21. – М.: Госстандарт России, 2012. – 23 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pototskaya I.V. The use of wheatgrass (*Thinopyrum intermedium*) in breeding.. / I.V. Pototskaya, V.P. Shamanin, A.N. Aydarov // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. – 2022. – № 26(5). – p. 413-421.
2. Mujeeb-Kazi A. Genetic diversity for wheat improvement as a conduit to food security. / A. Mujeeb-Kazi, A. Gul, A. Rasheed // *Advances in Agronomy*. – 2013. – № 122. – p. 179-257.
3. Li W. Development and characterization of wheat-sea wheatgrass (*Thinopyrum junceiforme*) amphiploids for biotic stress resistance and abiotic stress tolerance. / W. Li, Q. Zhang, S. Wang // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2019. – № 132. – p. 163-175.
4. Li H. *Thinopyrum ponticum* and *Th. intermedium*: the promising source of resistance to fungal and viral diseases of wheat. / H. Li, X. Wang // *J. Genet. Genomics*. – 2009. – № 36. – p. 557-565.
5. Druzhin A.E. Izuchenie khozyajstvenno-cenny'x i adaptivny'x priznakov u novogo sorta yarovoj myagkoj pshenicy' Aleksandrit, sozdannogo metodom introgressivnoj selekcii [The study of economically valuable and adaptive features in a new variety of spring soft wheat Alexandrit, created by the method of introgressive selection. FSBNU "Research Institute of Agriculture of the South-East]. / A.E. Druzhin, S.N. Sibikeev, L.T. Vlasovec // *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of Modern Natural Science]. – 2018. – № 9. – p. 12-17. [in Russian]
6. Plotnikova L.Ya. Izmenenie agronomicheskix svojstv pshenichno-py'rejny'x gibridov pri sozdanii donorov dlya selekcii pshenicy', adaptirovanny'x k usloviyam lesostepnoj zony' Zapadnoj Sibiri [Change in the agronomic properties of wheat-wheatgrass hybrids when creating donors for wheat selection adapted to the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia]. / L.Ya. Plotnikova, S.P. Kuz'mina, A.T. Ajdosova // *Omskij nauchny'j vestnik* [Omsk Scientific Bulletin]. – 2014. – № 2. – p. 155-159. [in Russian]
7. Cicin N.V. *Mноголетня́я пшеница*. [Perennial wheat] / N.V. Cicin – М.: Наука, 1978. – 287 p. [in Russian]
8. Upelniek V.P. Kollekcija vida *Triticum agropyrotriticum* Cicin – botanicheskoe raznoobrazie, biologiya, genetika, selekcija. [Collection of the species *Triticum agropyrotriticum* Cicin - botanical diversity, biology, genetics, selection]. / V.P. Upelniek, L.P. Ivanova, S.V. Zavgorodnij // *Materials of the III international scientific and practical conference dedicated to the 110th anniversary of the birth of academician N.V. Smolsky*. In 2 parts; – Minsk: Konfido, 2015. – p. 493-497. [in Russian]
9. Loshakova P.O. Sozdanie kollekcii dikix zlakov iz rodov *Elymus* L. i *Leymus* Hochst i gibridizaciya eyo predstavitelej s *Triticum agropyrotriticum* Cicin [Creation of a collection of wild cereals from the genera *Elymus* L. and *Leymus* Hochst and hybridization of its representatives with *Triticum agropyrotiticum* Cicin]. / P.O. Loshakova, E.V. Semenova, V.I. Semenov // *Distant hybridization. Theory and practice*; – М.: МСХА, 2002. – p. 74-80. [in Russian]
10. Dolgova S.P. Morfoloicheskie priznaki i kachestvo zerna gibridov nepolny'x pshenichno-py'rejny'x amfidiploidov s vidami rodov *Elytrigia* Desv. i *Elymus* L. [Morphological features and grain quality of hybrids of incomplete wheat-wheatgrass amphidiploids with species of genera *Elytrigia* Desv. and *Elymus* L.]. / S.P. Dolgova, P.O. Loshakova, L.P. Kalmy'kova // *Byull. Glavnogo botanicheskogo sada* [Bulletin of the Main Botanical Garden]. – 2013. – № 199. – p. 56-61. [in Russian]
11. Metody ocenki tehnologicheskix svojstv zerna pshenicy, krupjanyh i bobovyh kul'tur. VNIIZ. CNIHHP [Methods of evaluation of technological properties of wheat grains, cereals and legumes] / Ed. by N.P. Koz'mina et al. - М., 1961. - 147 p. [in Russian]

12. Ivanova L.P. Produktivnost' i xlebopekarny'e svojstva Triticaria cziczinii [Productivity and bakery properties Triticaria cziczinii]. / L.P. Ivanova, N.L. Kuznecova, O.I. Ermolenko et al. // Agrarnaya Rossiya [Agrarian Russia]. – 2020. – № 12. – p. 14-17. [in Russian]
13. GOST 54478-2011 Zerno. Metody' opredeleniya kolichestva i kachestva klejkoviny' v pshenice. [Grain. Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat]. – Introduced 2011-10-21. – М.: Gosstandart Rossii, 2012. – 23 p. [in Russian]