

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-10-14>
УДК 633.11-02:631.524.5

С.В. Завгородний, Л.П. Иванова,
А.Д. Аленичева, О.А. Шуклина*,
В.Е. Квитко, И.Н. Клименкова,
А.А. Соловьев, В.П. Упельник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) 127276, РФ, г. Москва, ул. Ботаническая, д.4

*Автор для переписки: oashuklina@gmail.com

Благодарности: Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№ 122020300187-2)

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Для цитирования: Завгородний С.В., Иванова Л.П., Аленичева А.Д., Шуклина О.А., Квитко В.Е., Клименкова И.Н., Соловьев А.А., Упельник В.П. Морфобиологические и хозяйственно ценные особенности образцов из современной коллекции трититригии (*xTrititrigia cziczinii Tzvel.*) ГБС РАН. *Овощи России*. 2022;(2):10-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-10-14>

Поступила в редакцию: 19.03.2022

Принята к печати: 07.04.2022

Опубликована: 25.04.2022

Sergey V. Zavgorodny, Lubov P. Ivanova,
Anastasia D. Alenicheva,
Olga A. Shchuklina*, Valeriya E. Kvitko,
Irina N. Klimentkova,
Alexander A. Soloviev, Vladimir P. Upelniek

Federal State Budgetary Institution of science Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (MBG RAS) Botanicheskaya st., 4, Moscow, 127276, Russia

*Correspondence Author: oashuklina@gmail.com

Acknowledgments. Study done within the framework of the State Assignment of the MBG RAS (No. 122020300187-2)

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: Zavgorodny S.V., Ivanova L.P., Alenicheva A.D., Shchuklina O.A., Kvitko V.E., Klimentkova I.N., Soloviev A.A., Upelniek V.P. Morphobiological and economically valuable features of samples from the modern collection of trititrigia (*xTrititrigia cziczinii Tzvel.*) MBG RAS. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(2):10-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-2-10-14>

Received: 19.03.2022

Accepted for publication: 07.04.2022

Published: 25.04.2022

Морфобиологические и хозяйственно ценные особенности образцов из современной коллекции трититригии (*xTrititrigia cziczinii Tzvel.*) ГБС РАН



Резюме

Актуальность. Трититригия (*xTrititrigia cziczinii Tzvel.*) – новая синтетическая зернокармальная культура. Современная коллекция отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН насчитывает более 250 перспективных образцов, обладающих рядом хозяйственно ценных признаков. Большая часть образцов обладает высокими показателями качества зерна (белок – 17,9-19,1%, клейковина – 30,2-36,0%). Уникальная способность трититригии в один год давать стабильный урожай высококачественного зерна (3,0-3,2 т/га) и питательный зеленый корм (27,7-35,1 т/га) позволяет рекомендовать ее для выращивания в животноводческих регионах с неблагоприятными условиями возделывания для зерновых культур. Перспективные образцы необходимо использовать в качестве доноров ценных признаков в селекции на качество и адаптивность с целью получения современных высококачественных и адаптивных сортов пшеницы.

Материалы и методы. Исследования проводили в отделе отдаленной гибридизации ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (Московская область, с. Рождествено) в 2008-2016 годах. Объектами исследований являлись перспективные многолетние и отращающие линии трититригии коллекции ГБС РАН. Все образцы были получены в отделе отдаленной гибридизации в разные годы.

Результаты. Установлено, что изучаемые образцы являются стабильными линиями с характерной для трититригии особенностью к созреванию «сверху вниз», способностью некоторых из них в благоприятных условиях произрастать на одном месте 2-3 года, а также уникальной для культурных злаков способностью к формированию побегов возобновления (регенерации) после уборки на зерно или скашивания на зеленую массу. Изучаемые образцы имеют продуктивную кустистость 8-20 стеблей на растение. Длина главного колоса стабильно превышает стандарт озимую пшеницу Московская 39 и составляет в среднем 12-13 см. В колосе формируется от 41 до 97 зерен. Урожайность зерна на конкурсном сортоиспытании за время проведения исследований составила 2,7-3,2 т/га, масса 1000 зерен – 30,1-39,8 г. Сорт Памяти Любимовой, отобранный по ряду хозяйственно ценных признаков, прошел Государственную регистрацию и стал первым сортом трититригии зарегистрированным на территории РФ.

Ключевые слова: трититригия, селекция, сорт, пшенично-пырейные гибриды, отдаленная гибридизация

Morphobiological and economically valuable features of samples from the modern collection of trititrigia (*xTrititrigia cziczinii Tzvel.*) MBG RASr

Abstract

Relevance. Trititrigia (*xTrititrigia cziczinii Tzvel.*) this is a new synthetic grain feed crop. The modern collection of the Department of Remote hybridization of the GBS RAS has more than 250 promising samples with a number of economically valuable features. The unique ability of trititrigia in one year to produce a stable yield of high-quality grain (3.0-3.2 t/ha) and nutritious green fodder (27.7-35.1 t/ha) allows us to recommend it for cultivation in regions with unfavorable cultivation conditions for grain crops. Promising samples should be used as donors of valuable traits in breeding for quality and adaptability in order to obtain modern high-quality and adaptive wheat varieties

Material and methods. The research was carried out in the Department of Remote Hybridization of the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (Moscow region, village of Rozhdestveno) in 2008-2016. The objects of research were: promising long-term and grain-feed lines of trititrigia of the collection of MBG RAS. All samples of trititrigia were obtained in the department of distant hybridization in different years.

Results. As a result of the research, it was found that the studied samples are stable lines with a characteristic feature for trititrigia to ripen from top to bottom, the ability to grow in one place for 2-3 years under favorable conditions, as well as the ability to regenerate after harvesting for grain or mowing for green mass, unique for cultivated cereals. The studied samples have a productive bushiness of 8-20 stems per plant. The length of the main ear consistently exceeds the Moscow winter wheat standard 39 and averages 12-13 cm, in which 41 to 97 grains are formed. The grain yield in the competitive variety testing during the research was 3.2-4.1 t/ha, the mass of 1000 grains was 30.1-39.8 g. The Pamyati Lubimovoy variety, selected for a number of economically valuable characteristics, passed State registration and became the first trititrigia variety registered in the territory of the Russian Federation.

Keywords: trititrigia, breeding, variety, wheat-wheatgrass hybrids, remote hybridization

Введение

Одной из важных проблем сельскохозяйственных и биологических наук является создание более ценных для человека культур, форм и видов растений. Отдалённая межродовая и межвидовая гибридизация является перспективным селекционно-генетическим методом для создания новых форм растений [1]. Первой синтетической зерновой культурой, которая успешно возделывается во многих странах мира является тритикале (*xTriticosecale* Wettm. Ex. A. Camus) – гибрид пшеницы и ржи [2-4]. Использование генов хозяйственно ценных признаков третичного генетического пула (дикорастущих многолетних злаков) может увеличить генетическое разнообразие культурных злаков, что будет способствовать их устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам [5-7]. Гибридизация между представителями видов *Triticum* и *Thinopyrum* получила наиболее успешное развитие в практической селекции. Благодаря этому созданы сорта с *T. aestivum* L. ($2n=42$) и *T. durum* ($2n=28$), обладающие комплексной устойчивостью к ряду заболеваний [8-10]. Программа межвидовой гибридизации, разработанная академиком Н.В. Цициным, была направлена на создание принципиально нового синтетического вида – многолетней пшеницы. В результате длительной работы были получены образцы с октоплоидным набором хромосом ($2n=56$), совмещающие полный хромосомный комплекс мягкой пшеницы ($2n=42$) и один геном пырея ($2n=14$). Первые образцы были получены в 1937 году в результате сложных скрещиваний с участием яровой мягкой пшеницей Саратовская 62 и пырея среднего *Th. intermedium* (Host) Barkworth & D.R. Dewey [syn. *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski] ($2n=6 \times =42$), который в дальнейшем успешно вовлекался в гибридизацию во всем мире и повышал устойчивость новых гибридов и сортов к болезням [11-13]. Новые устойчивые образцы были описаны Н.В. Цициным, как *Triticum agropyrotriticum* Cicin – многолетняя пшеница [7]. Однако правильно принято считать название «трититригия» (*xTrititrigia cziczinii* Tzvel.) описанное выдающимся агрологом Н.Н. Цвелёвым в 1976 году [14]. Именно сочетание пырейного генома с полным пшеничным характеризует *xTrititrigia cziczinii* Tzvel., как новую синтетическую культуру с характерными морфобиологическими чертами, которые отличают ее от родительских форм. Всесторонне изучение современной коллекции образцов трититригии позволит выявить наиболее перспективные линии для передачи в Государственную комиссию по сортоиспытанию, а также выявить номера несущие хозяйственно ценные признаки, полученные от дикорастущих злаков, для вовлечения их в селекционный процесс при создании новых сортов озимых и яровых пшениц.

Цель работы – изучение морфобиологических особенностей образцов трититригии из коллекции отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН и выявление наиболее перспективных линий для создания новых сортов.

Материалы и методы

Исследования проводили на полях отдела отдалённой гибридизации ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН в 2008-2016 годах. Почва опытных участков дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,9-2,0 %; подвижного P_2O_5 (по Кирсанову) – 12-18 мг на 100 г почвы; обменного K_2O (по Маслову) – 15-23 мг на 100 г почвы; pH солевой вытяжки – 5,6-7,0.

Объектами исследований являлся 71 образец перспективных многолетних и отрастающих линий трититригии (*xTrititrigia cziczinii* Tzvel.) коллекции ГБС РАН. Все образцы трититригии получены в отделе отдалённой гибридизации в разные годы. Закладку полевых опытов, проведение учётов и наблюдений осуществляли по общепринятым методикам для озимых зерновых культур. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [15].

Результаты и обсуждение

Самые первые образцы трититригии (№23086 и №34085) представляли собой мощное растение с прямостоячей формой куста, хорошей облиственностью, высотой 90-100 см, с продуктивной кустистостью составляющей – 5,1. Общая кустистость всех побегов, образующихся за период вегетации, достигала 35 стеблей на одно растение. Колос белый, не поникающий при созревании, полуостистый или безостый, трудно обмолачиваемый. Средняя длина колоса составляла 9-10 см. Число колосков в колосе – 6-18, число цветков в колоске – 5-7 шт. Зерно пшеничного типа, красное. На одном растении созревает от 300 до 350 шт. зерен. Отличительной морфобиологической особенностью трититригии является способность созревать сверху вниз, что свойственно всем многолетним злакам. В то время, когда зерно в колосе находится в стадии полной спелости, стебель и листья остаются в зеленом состоянии. Отмечалась высокая зимостойкость первых образцов, значительно превышающая озимую пшеницу Лютесценс 329, являющуюся эталоном зимостойкости того времени [7]. Следует отметить, что способность к многолетности у трититригии сохраняется только в благоприятные по метеорологическим условиям годы. Образцы М 23086 и М 34085 являлись двуручками, не требующими яровизации для образования генеративных органов. Выход муки из-за глубокой бороздки зерна чуть ниже, чем у пшеницы Лютесценс 62, но при этом содержание сухой клейковины на 4,4% выше (18,8%).

Следующими перспективными образцами являлись М164, М2 и М3, полученные в 1942 году. Так как среди потомства от первых скрещиваний было получено огромное разнообразие растений, то каждое из них, выделяющееся по ряду хозяйственно ценных признаков, легло в основу создания отдельной линии (табл.). Однако многие образцы имели склонность к перекрестному опылению, из-за чего происходило систематическое расщепление по биоморфологическим признакам и, в частности,

Таблица. Морфобиологические особенности первых образцов трититригии, по сравнению с родительскими видами (по Н.В. Цицину, 1978)
Table. Morphobiological features of the first samples of trigia, compared with the parent species (by N.V. Tsitsin, 1978)

Признак	Озимая пшеница (<i>T. aestivum</i>)	Пырей (<i>Th. intermedium</i>)	M2 (<i>xTrititrigia cziczinii</i>)
Цикл развития	однолетний	15 лет и более	2-3 года
Характер опыления	самоопыление	перекрёстное опыление	перекрёстное опыление
Устойчивость к грибным заболеваниям	слабая	сильная	сильная
Отрастание после уборки	отсутствует	сильное отрастание	среднее отрастание
Корневая система	слабая	очень мощная	мощная
Процесс созревания зерна	от соломины к колосу	от колоса к соломине	от колоса к соломине
Продуктивная кустистость, стеблей на растение (куст)	5-10	50-100	20-25
Плотность колоса	плотный	очень рыхлый	рыхлый
Наибольшее число колосков на один колос	25	20	35
Содержание белка, %	15	20	25
Масса 1000 зерен, г	30-50	6	30-33

потеря способности к отрастанию, зимостойкости, многолетности и другим «пырейным» признакам [16, 17].

В результате длительной селекционной работы по подбору пар, многократных межгибридных, возвратных и насыщающих скрещиваний, регулируемых этапов самоопыления были созданы принципиально новые формы трититригии отличающиеся от первых образцов рядом хозяйственно ценных признаков. В настоящий момент коллекция трититригии перспективных стабильных форм отдела отдаленной гибридизации насчитывает около 250 образцов. Они обладают более плотным легко обмолачиваемым колосом, большим количеством более крупных зерновок с колоса, стабильной способностью к самоопылению, высокой продуктивной кустистостью, высокой способностью к регенерации после уборки на зерно (рис. 1).

При изучении коллекции трититригии стандартом являлся сорт Отрастающая 38, являющийся единственным сортом, включенным в Государственный реестр селекционных достижений, как сорт зернокармальной пшеницы. Однако этот сорт имеет октоплоидный набор хромосом ($2n=56$) и является трититригией (*xTrititrigia*).

Анализируя структуру урожая за 2008-2016 годы, можно сказать, что изученные образцы трититригии обладают длиной колоса от 7,9 см (№249) до 18,3 см (№1777). Наибольшее количество образцов (42,2%) имеют среднюю длину колоса от 12,0 до 13,9 см (рис.2). Длина колоса у сорта Отрастающая 38 составляет 13,3 см, что входит в две наиболее крупные группы по этому признаку. Длина колоса образца №5542, который прошел конкурсное сортоиспытание и был передан в Государственную комиссию на регистрацию, как первый сорт трититригии, составила в среднем 10,8 см.



Рис. 1. Растение трититригии (сверху) и озимой пшеницы (снизу)
Fig. 1. A plant of triticaria (above) and winter wheat (below)

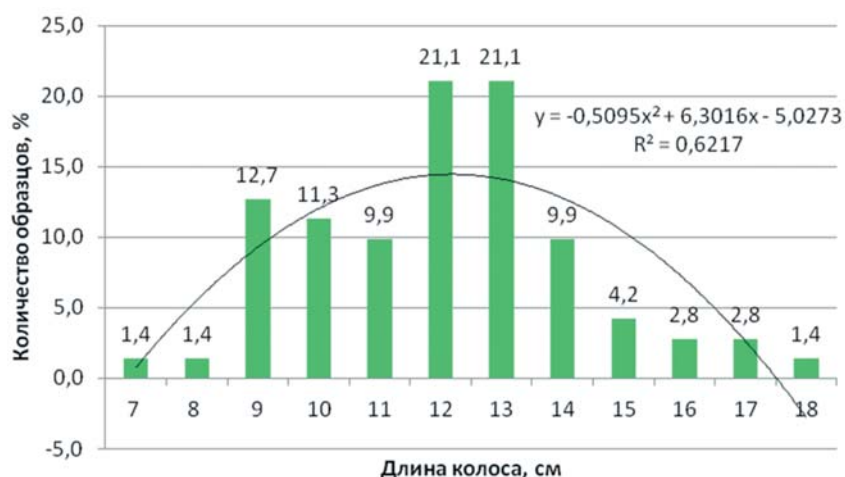


Рис.2. Распределение образцов трититригии по длине главного колоса, %
Fig. 2. Distribution of trititrigia samples along the length of the main ear, %

Большое количество колосков на каждом уступе колосового стержня главного колоса, сочетающееся с высокой озерностью колосков (3-5 зерновок на колосок), дают большое количество зерен с колоса. От этого элемента структуры урожая в значительной степени зависит потенциальная продуктивность зерновых культур [18]. Изучаемые образцы трититригии в среднем содержат от 41 зерновки с колоса (образец №1879) до 97 зерновок (образец №1699). При этом 28,2% образцов образуют в главном колосе 50,6-59,8 шт. зерновок. Самое большое количество образцов (32,4%) образуют 60,6-69,5 зерновок в главном колосе (рис.3). Озимая пшеница Московская 39, много лет являющаяся стандартом в исследованиях с зерновыми культурами в Центральном районе Нечерноземной зоны, образует при разных условиях возделывания в среднем 29-45 зерновок в колосе [19,20].

В колосе сорта Отрастающая 38 в среднем за годы исследований формировалось 55,4 зерен,

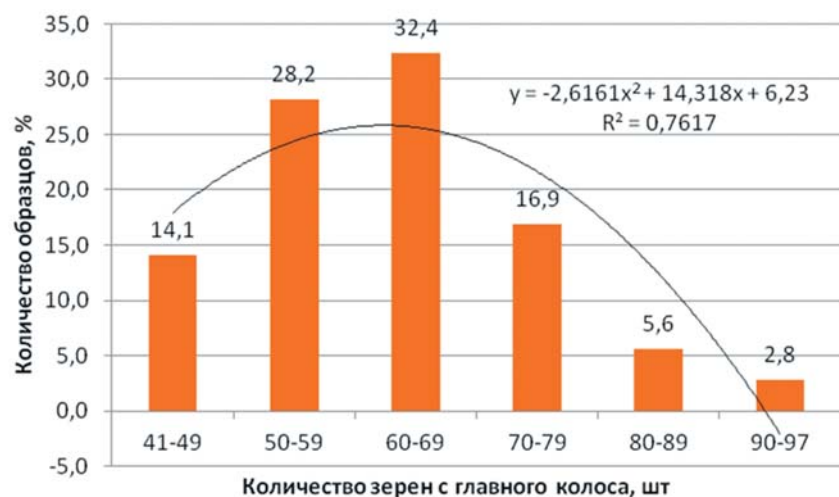


Рис.3. Распределение образцов трититригии по количеству зерен с главного колоса, %
Fig. 3. Distribution of trititrigia samples by the number of grains from the main ear, %

что включает этот сорт во вторую по количеству образцов группу, в эту же группу входит и линия 5542 с количеством зерен 54 шт./колос.

Биологическая особенность трититригии, заключающаяся в непрерывном побегообразовании, не позволяет растениям после цветения направить все физиологические процессы на формирование уже завязавшихся зерен. Так как генеративное развитие сопровождается вегетативным на протяжении всего периода роста [21]. При этом невысокая урожайность зерна компенсируется возможностью получения зеленой питательной массы после основной уборки на зерно [22]. Изучаемые образцы трититригии за все годы исследований, включая крайне засушливый 2010 год, имели урожайность от 0,7 т/га (№1774) до 4,1 т/га (№1546). Распределение образцов по урожайности показывает, что практически половина линий (47,8%) имеет урожайность на уровне 2-3 т/га. Сорт Отрастающая 38 имеет зернокармную направленность, что позволяет его использовать в качестве кормовой культуры для получения зеленого корма. Урожайность зерна в среднем составляет 1,83 т/га. Линия 5542 имеет более высокую урожайность зерна – 2,5 т/га, однако в конкурсном сортоиспытании она показала урожайность 2,9 т/га. Образцы обладающие урожайностью свыше 3 т/га (№1877, №1879, №2087, №12, №161, №226, №5787, №70, №1805, №1546) можно использовать в селекции на продуктивность в регионах с низким плодородием почвы и нестабильными агрометеорологическими условиями возделывания.

Заключение

В результате исследований были отобраны наиболее перспективные образцы, обладающие стабильной в разных метеорологических условиях урожайностью зерна (3,2-4,1 т/га), устойчивостью к заболеваниям и полеганию, устойчивостью к прорастанию на корню, высокой способностью к отращиванию (регенерации) после уборки на зерно, а также имеющие высокие показатели качества зерна по белку (14,9-16,3%). Промежуточным итогом изучения образцов трититригии современной коллекции ГС РАН является передача образца №5542 под названием «Памяти Любимовой» в Государственную комиссию по сортоиспытанию и официальная регистрация второй в истории мирового земледелия синтетической зерновой культуры – трититригии [23].

Об авторах:

Сергей Владимирович Завгородний – научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-8264-4499>
Любовь Петровна Иванова – научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-3466-7263>
Анастасия Дмитриевна Аленичева – младший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-3479-5994>
Ольга Александровна Шуклина – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-3775-6077>, автор для переписки, oashuklina@gmail.com
Валерия Евгеньевна Квитко – младший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-8337-5032>
Ирина Николаевна Клименкова – научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0001-9370-4442>
Александр Александрович Соловьев – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-4480-8776>
Владимир Петрович Упельник – директор, <https://orcid.org/0000-0002-6055-8861>

About the authors:

Sergey V. Zavgorodny – Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-8264-4499>
Lubov P. Ivanova – Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-3466-7263>
Anastasia D. Alenicheva – Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-3479-5994>
Olga A. Shchuklina – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-3775-6077>, Correspondence Author, oashuklina@gmail.com
Valeriya E. Kvitko – Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-8337-5032>
Irina N. Klimentkova – Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9370-4442>
Alexander A. Soloviev – Doc. Sci. (Biology), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-4480-8776>
Vladimir P. Upelniek – director, <https://orcid.org/0000-0002-6055-8861>

• Литература

1. Вавилов Н.И. Значение межвидовой и межродовой гибридизации в селекции и эволюции. *Изв. АН СССР, Сер. биол.* 1938. С. 543-563.
2. Ворончихин В.В., Пыльнев В.В., Рубец В.С., Ворончихина И.Н. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой гексаплоидной тритикале в Центральном районе Нечерноземной зоны. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии.* 2018;(1):69-81. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-69-81
3. Абделаал Х.К., Энзекрей Е.С., Соловьев А.А. и др. Урожайность зерна и зелёной массы нового сорта яровой тритикале Тимирязевская в зависимости от применения разных доз азотных удобрений в условиях ЦРНЗ. *Кормопроизводство.* 2019;(2):18-22.
4. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Селекция озимых зерновых тритикале на Дону. *Тритикале России.* Ростов-на-Дону, 2000. С.12-18.
5. Махалин М.А. Межродовая гибридизация зерновых колосовых культур. М.: Наука, 1992. 236 с.
6. Крупин П.Ю., Дивашук М.Г., Карлов Г.И. Использование генетического потенциала многолетних дикорастущих злаков в селекционном улучшении пшеницы. *Agricultural Biology.* 2019;54(3):409-425.
7. Цицина Н.В. Многолетняя пшеница. М.: Наука, 1978. 287 с.
8. Упельник В.П., Белов В.И., Иванова Л.П., Долгова С.П., Демидов А.С. Наследие академика Н.В. Цицина – современное состояние и перспективы использования коллекции промежуточных пшенично-пырейных гибридов. *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2021;16(3):667-674.
9. Мартынов С.П., Добротворская Т.В., Крупнов В.А. Генеалогический анализ использования двух видов пырея (*Agropyron*) в селекции мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) на устойчивость к болезням. *Генетика растений.* 2016;52(2):179-188.
10. Salina E.A., Adonina I.G., Stasyuk A.I., Leonova I.N., Badaeva E.D., Shishkina A.A., Kroupin P.Y., Divashuk M.G., Starikova E.V., Khuat T.M.L., Karlov G.I., Syukov V.V. A *Thinopyrum intermedium* chromosome in bread wheat cultivars as a source of genes conferring resistance to fungal diseases. *Euphytica.* 2015;204(1):91-101 DOI: 10.1007/s10681-014-1344-5
11. Крупин П.Ю., Дивашук М.Г., Карлов Г.И. Использование генетического потенциала многолетних дикорастущих злаков в селекционном улучшении пшеницы // *Сельскохозяйственная биология.* – 2019;54(3):409-425.
12. Li H., Wang X. *Thinopyrum ponticum* and *Th. intermedium*: the promising source of resistance to fungal and viral diseases of wheat. *J. Genet. Genomics.* 2009;36(9):557-565 (doi: 10.1016/S1673-8527(08)60147-2).
13. Lang T., La S., Li B., Yu Z., Chen Q., Li J., Yang E., Li G., Yang Z. Precise identification of wheat – *Thinopyrum intermedium* translocation chromosomes carrying resistance to wheat stripe rust in line Z4 and its derived progenies. *Genome.* 2018;61(3):177-185. (doi: 10.1139/gen-2017-0229).
14. Цвелёв Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 1985. 352 с.
16. Белов В.И., Иванова Л.П., Завгородний С.В., Упельник В.П. Селекционно-генетические ресурсы трагостальных промежуточных пшенично-пырейных гибридов (2n=56). *Бюллетень Главного ботанического сада.* 2013;4(199):49-55.
17. Трифонова А.А., Борис К.В., Дедова Л.В., Мельник В.А., Иванова Л.П., Кузьмина Н.П., Завгородний С.В., Упельник В.П. Анализ полиморфизма генома представителей синтетического вида *xTrititrigia cziczinii* Tsvet. методом AFLP. *Вавиловский журнал генетики и селекции.* 2018;22(6):648-653.
18. Энзекрей Е.С., Шуклина О.А., Завгородний С.В. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42. *Зерновое хозяйство России.* 2021;2(74):88-93.
19. Справцева Е.В., Мимонов Р.В., Белоус Н.М., Косьянчук В.П., Шаповалов В.Ф. Оценка эффективности удобрений и биопрепарата Гумистим при возделывании озимой пшеницы на радиоактивно загрязненной почве. *Агрохимический вестник.* 2019;(2):42-47.
20. Петров Л.К. Особенности формирования потенциальной продуктивности озимой пшеницы в зависимости от сортов, норм и сроков посева семян в Волго-вятском регионе. *Международный сельскохозяйственный журнал.* 2021;64,6(384):30-33.
21. Upelniek V., Fisenko A., Ivanova L., Gluhova L., Kuzmina N., Loshakova P., Zavgorodny S., Gradskov S. Biodiversity of distant hybrids of cereals in the collection of the Tsitsin MBG RAS. *Acta Horticulturae.* 2021;(1324):233-236.
22. Иванова Л.П., Шуклина О.А., Ворончихина И.Н., Ворончихин В.В., Завгородний С.В., Энзекрей Е.С., Комкова А.Д., Упельник В.П. Перспективы использования новой сельскохозяйственной культуры трититригии (*xTrititrigia cziczinii* Tsvetlev) в кормопроизводстве. *Кормопроизводство.* 2020;(10):13-16.
23. Селекционное достижение: Трититригия Памяти Любимовой: пат. №11203 Рос. Федерация: 22.07.2020. / В.И. Белов, С.В. Завгородний; Заявитель и патентообладатель Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН; заявл. 14.01.2019; опубл. 22.07.2020.

• References

1. Vavilov, N.I. The value of interspecific and intergeneric hybridization in selection and evolution. *Izv. USSR Academy of Sciences, Ser. biol.* 1938. P.543-563. (In Russ.)
2. Voronchikhin V.V., Pylnev V.V., Rubets V.S., Voronchikhina I.N. Yield and elements of its structure of the winter hexaploid triticale collection in the central region of the nonchernozem zone. *Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy.* 2018;(1):69-81. (In Russ.) DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-69-81
3. Abdelaal H.K., Enzekrey E.S., Solovyov A.A. Productivity of grain and green mass of a new variety of spring triticale Timiryazevskaya, depending on the use of different doses of nitrogen fertilizers in the conditions of the CRNZ. *Feed production.* 2019;(2):18-22. (In Russ.)
4. Grabovets A.I., Starch A.V. Selection of winter grain triticale on the Don. *Triticale of Russia.* Rostov-on-Don, 2000. P.12-18. (In Russ.)
5. Makhalin M.A. Intergeneric hybridization of grain crops. M.: Nauka, 1992. 236 p. (In Russ.)
6. Krupin P.Yu., Divashuk M.G., Karlov G.I. Gene resources of perennial wild cereals involved in breeding to improve wheat crop. *Agricultural Biology.* 2019;54(3):409-425. (In Russ.) DOI 10.15389/agrobiology.2019.3.409rus. EDN ATROLC.
7. Tsitsin N.V. Perennial wheat. M.: Nauka, 1978. 287 p. (In Russ.)
8. Upelniek V.P., Belov V.I., Ivanova L.P., Dolgova S.P., Demidov A.S. The legacy of Academician N.V. Tsitsin – the current state and prospects of using the collection of intermediate wheat-wheatgrass hybrids. *Vavilovsky Journal of Genetics and Breeding.* 2021;16(3):667-674. (In Russ.)
9. Martynov S.P., Dobrotvorskaya T.V., Krupnov V.A. Genealogical analysis of the use of two types of wheatgrass (*Agropyron*) in the breeding of soft wheat (*Triticum aestivum* L.) for disease resistance. *Plant genetics.* 2016;52(2):179-188. (In Russ.)
10. Salina E.A., Adonina I.G., Stasyuk A.I., Leonova I.N., Badaeva E.D., Shishkina A.A., Kroupin P.Y., Divashuk M.G., Starikova E.V., Khuat T.M.L., Karlov G.I., Syukov V.V. A *Thinopyrum intermedium* chromosome in bread wheat cultivars as a source of genes conferring resistance to fungal diseases. *Euphytica.* 2015;204(1):91-101 DOI: 10.1007/s10681-014-1344-5
11. Krupin P.Yu., Divashuk M.G., Karlov G.I. The use of the genetic potential of perennial wild cereals in the breeding improvement of wheat. *Agricultural biology.* 2019;54(3):409-425. (In Russ.)
12. Li H., Wang X. *Thinopyrum ponticum* and *Th. intermedium*: the promising source of resistance to fungal and viral diseases of wheat. *J. Genet. Genomics.* 2009;36(9):557-565. doi: 10.1016/S1673-8527(08)60147-2
13. Lang T., La S., Li B., Yu Z., Chen Q., Li J., Yang E., Li G., Yang Z. Precise identification of wheat – *Thinopyrum intermedium* translocation chromosomes carrying resistance to wheat stripe rust in line Z4 and its derived progenies. *Genome.* 2018;61(3):177-185. doi: 10.1139/gen-2017-0229
14. Tsvetlev N.N. Cereals of the USSR. L.: Nauka, 1976. 788 p. (In Russ.)
15. Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M., 1985. 352 p. (In Russ.)
16. Belov V.I., Ivanova L.P., Zavgorodny S.V., Upelniek V.P. Breeding and genetic resources of growing intermediate wheat-wheatgrass hybrids (2n=56). *Bulletin of the Main Botanical Garden.* 2013;4(199):49-55. (In Russ.)
17. Trifonova A.A., Boris K.V., Dedova L.V., Melnik V.A., Ivanova L.P., Kuzmina N.P., Zavgorodny S.V., Upelniek V.P. Analysis of genome polymorphism of representatives of the synthetic species *xTrititrigia cziczinii* Tsvet. by the AFLP method. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2018;22(6):648-653. (In Russ.)
18. Enzekrey E.S., Shchukina O.A., Zavgorodny S.V. The influence of meteorological conditions and nitrogen fertilizers on the biological yield of spring triticale of the Timiryazevskaya variety 42. *Grain farming in Russia.* 2021;2(74):88-93. (In Russ.)
19. Spravtseva E.V., Mironov R.V., Belous N.M., Kosyanchuk V.P., Shapovalov V.F. Evaluation of the effectiveness of fertilizers and Humistim biologics in the cultivation of winter wheat on radioactive soil contamination. *Agrochemical Bulletin.* 2019;(2):42-47. (In Russ.)
20. Petrov L.K. Features of the formation of the potential productivity of winter wheat depending on the varieties, norms and timing of sowing seeds in the Volgav-yatka region. *International Agricultural Journal.* 2021;64,6(384):30-33. (In Russ.)
21. Upelniek V., Fisenko A., Ivanova L., Gluhova L., Kuzmina N., Loshakova P., Zavgorodny S., Gradskov S. Biodiversity of distant hybrids of cereals in the collection of the Tsitsin MBG RAS. *Acta Horticulturae.* 2021;(1324):233-236.
22. Ivanova L.P., Shchuklina O.A., Voronchikhina I.N., Voronchikhin V.V., Zavgorodny S.V., Enzekrey E.S., Komkova A.D., Upelniek V.P. Prospects of using a new agricultural crop of trititrigia (*xTrititrigia cziczinii* Tsvetlev) in feed production. *Fodder production.* 2020;(10):13-16. (In Russ.)
23. Breeding achievement: Trititrigia of Lyubimova's Memory: pat. No. 11203 Ros. Federation: 22.07.2020. / V.I. Belov, S.V. Zavgorodny; Applicant and patent holder N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences; application 14.01.2019; publ. 22.07.2020. (In Russ.)