

Характеристика морфобиологических и хозяйственно ценных признаков озимой гексаплоидной тритикале сорта 'Билинда', районированного по Северо-Западному региону РФ

DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-102-111



УДК 631.524.5:633.11+633.14

Поступление/Received: 15.09.2020

Принято/Accepted: 23.12.2020

Л. П. БЕКИШ^{1*}, В. А. УСПЕНСКАЯ¹,
Т. И. ПЕНЕВА², Н. Н. ЧИКИДА²

¹ Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка» – филиал Федерального исследовательского центра картофеля имени А.Г. Лорха, 188338 Россия, Ленинградская область, Гатчинский район, д. Белогорка, ул. Институтская, 1
✉ *melinda_08@mail.ru; lenniish@mail.ru

² Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44
✉ *n.chikida@vir.nw.ru

Biomorphological and useful agronomic traits of the hexaploid winter triticale cultivar 'Bilinda' approved for cultivation in the Northwestern Region of the Russian Federation

L. P. BEKISH^{1*}, V. A. USPENSKAJA¹,
T. I. PENEVA², N. N. CHIKIDA^{2*}

¹ Leningrad Research Institute for Agriculture "Belogorka", branch of the A.G. Lorch Russian Potato Research Centre, 1 Institutskaya St., Belogorka, Gatchina District, Leningrad Province 188338, Russia
✉ *melinda_08@mail.ru; lenniish@mail.ru

² N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street., St. Petersburg 190000, Russia
✉ *n.chikida@vir.nw.ru

Первоочередной задачей в области сельскохозяйственно-го производства в Ленинградской области и Северо-Западном регионе РФ является создание и внедрение в производство зимостойких и продуктивных сортов зернофуражного использования, таких как сорта озимой тритикале, формирующей высокий урожай зерна и зеленой массы. Исследовали новый перспективный сорт гексаплоидной озимой тритикале 'Билинда' зернофуражного использования в период 2004–2019 гг. на опытной базе Ленинградского НИИСХ «Белогорка»; кроме того, учтены данные изучения ГСИ (2017–2019 гг.). Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевую и лабораторную оценки, статистическую обработку материала осуществляли по общепринятым методикам. Электрофоретический анализ глиаина зерна сорта тритикале 'Билинда' и регистрацию в виде «белковой формулы» проводили по методике, разработанной и принятой в отделе молекулярной биологии ВИР. Стандартом служил сорт гексаплоидной озимой тритикале 'Корнет' (к-3636).

Новый сорт 'Билинда' создан с использованием индивидуально-массового отбора генотипов с рецессивным контролем морфологических признаков колоса. За период исследования сорт 'Билинда' имел в среднем достоверное превышение над стандартным сортом 'Корнет' по урожайности зерна (+10,4 ц/га); по числу зерен в колосе (+32,3 шт.) и массе 1000 зерен (+7,7 г), а также оказался более зимостойким по сравнению со стандартом (до 98%) и показал высокую устойчивость при эпифитотийном развитии септориоза (7–9 баллов). Сорт 'Билинда' районирован в 2020 г. по Северо-Западному региону (2) РФ. На основе метода сортовой идентификации по электрофоретическим спектрам запасного белка зерна – глиаина – составлен «белковый паспорт», позволяющий контролировать оригинальность и подлинность сорта.

Ключевые слова: гексаплоид, морфология колоса, урожайность, устойчивость к болезням, «белковый паспорт».

A priority of agricultural production for the Northwest of Russia is to develop and introduce winter-hardy and productive cultivars of small grain forage crops, such as winter triticale, capable of producing high yields of grain and green biomass.

'Bilinda', a new promising tetraploid winter triticale cultivar grown for grain forage, was studied from 2004 through 2019 at Leningrad Research Institute for Agriculture "Belogorka". The data of the State Variety Trials (2017–2019) were also taken into account. Conventional techniques were used in the experiments, phenological observations, field and laboratory evaluation tests, and statistical data processing. Electrophoresis of gliadin in the grain of cv. 'Bilinda' and its registration as a "protein formula" were performed using the technique developed and approved by the Molecular Biology Dept. of VIR. The hexaploid winter triticale cultivar 'Kornet' (k-3636) served as the reference. Cv. 'Bilinda' was developed using individual and mass selection of genotypes with recessive control of the ear's morphological characters, which resulted in producing a homogeneous population with high yield potential and large plump grains. On average across the testing period, cv. 'Bilinda' significantly exceeded the reference 'Kornet' in grain yield (+1.04 t/ha), number of grains per ear (+32.3 pcs), and 1000 grain weight (+7.7 g), and in addition demonstrated higher winter hardiness than the reference (up to 98%). Under epiphytotic incidence of Septoria leaf blotch, the tested cultivar manifested a high level of resistance (scoring 7–9 points). 'Bilinda' is among high-yielding cultivars resistant to most leaf diseases. In 2020, this cultivar was approved for cultivation in the Northwestern Region (2) of Russia. Applying the method of variety identification based on the electrophoretic spectra of gliadin, a storage protein in grain, a protein "passport" was produced to ensure monitoring of the cultivar's integrity and authenticity.

Key words: hexaploid, ear morphology, yield, disease resistance, protein "passport".

Введение

Н. И. Вавилов отводил исключительную роль отдаленной гибридизации растений. При этом он указывал на необходимость перегруппировки целых геномов, ожидая получить в будущем ценные для селекции формы (Vavilov, 1965). Прозорливость научных прогнозов Н. И. Вавилова особенно наглядно подтверждена достижениями в селекции тритикале. В ряде работ (Horglein, Valentine, 1995; Merezhko, 2004) показана все более заметная роль в сельскохозяйственном производстве созданного человеком пшенично-ржаного аллополиоида.

Современные сорта тритикале успешно конкурируют по урожайности зерна и зеленой массы с лучшими сортами ржи, ячменя, овса, пшеницы (Merezhko, 2007). В настоящее время тритикале широко используется на зеленый корм, в хлебопечении, для производства этанола, в пивоварении, кондитерской промышленности. Сорта тритикале способны расти на бедных подтопляемых и кислых почвах, хорошо переносят неблагоприятные условия перезимовки и резкие похолодания в весенне-летний период (Rigin, 2007), устойчивы ко многим болезням, активно усваивают питательные вещества из почвы и меньше нуждаются в химической защите. Поэтому успех создания сортов тритикале неразрывно связан с достижениями селекции как самой культуры, так и исходных родительских форм – пшеницы и ржи.

К настоящему времени значительно уменьшилось генетическое разнообразие у современных сортов пшеницы по некоторым из главных признаков растений: короткостебельности, которая контролируется генами *Rht1*, *Rht2* и *Rht8c* (Divashuk et al., 2013), устойчивости к бурой ржавчине – *Lr9*, *Lr23*, *Lr41* (Турышкин, Колесова, 2020), мучнистой росе – *Pm9* (Lebedeva et al., 2019). Гены *Rht1* и *Rht2* выявлены у японских сортов пшеницы 'Norin 10' и 'Aqaqomugii', которые на сегодняшний день распространились по всему миру, и около 70% мировых сортов в Европе, Америке и в селекционных учреждениях бывшего СССР несут один из генов «зеленой революции» (Divashuk et al., 2013). Однако все эти образцы в сильной степени поражаются листовыми болезнями. Аллель гена *Rht8c*, обнаруженный у мутанта сорта 'Безостая-1-Краснодар-1' тесно сцеплен с геном нечувствительности к фотопериоду, определяемой наличием гена *Ppd-D1*, что приводит к ускорению наступления фазы цветения, обусловленному аллелями гена *Ppd-D1*, позволяет лучше переносить засуху и обеспечивает увеличение урожайности (Worland, 1996). Широкое использование генов устойчивости к возбудителям листовых болезней (бурой ржавчине, мучнистой росе, септориозу) периодически приводит к их значительному распространению и вредоносности. Потери урожая при умеренном развитии болезни могут составлять 10–15%, а при эпифитотийном – до 30–50% (Rsaliev et al., 2019). Селекционная работа в обязательном порядке включает в себя изучение мирового разнообразия коллекции ВИР по интересующим признакам. Целью подобного рода исследований является выявление генетических источников и доноров хозяйственно ценных признаков и свойств, последующее вовлечение которых в селекционную работу позволяет изучить закономерности формирования хозяйственно ценных признаков и их взаимосвязь между собой. Это является необходимым условием разработки стратегии и такти-

ки при создании сортов с заданными характеристиками. В программе по созданию перспективных селекционных линий генетическое разнообразие селекционного материала достигается не только привлечением в скрещивания географически и экологически отдаленных родительских форм, но и в большей степени их генетическим разнообразием. Использование нужных образцов озимой тритикале коллекции ВИР в скрещиваниях позволяет получить ценный исходный селекционный материал, адаптированный к условиям Северо-Западного региона РФ, в частности Ленинградской области. Природно-климатические условия Северо-Западного региона России позволяют выращивать сорта тритикале, которые способны реализовать свой генетический потенциал при наличии жестких био- и абиофакторов. На фоне неустойчивых погодно-климатических условий региона развиваются болезни листового аппарата и корневой системы, а в последние годы значительно развитие получают такие болезни, как септориоз, ринхоспороз, аскохитоз, которые в значительной степени снижают урожай и посевные качества семян тритикале (Bekish et al., 2016).

Выращивание тритикале в Северо-Западном регионе РФ – зоне рискованного земледелия – осложняется способностью тритикале легко прорасти на корню, что приводит к значительному повышению автолитической активности зерна и ухудшению его посевных и хлебопекарных свойств (Rubets et al., 2012). Важной проблемой является также необходимость сохранения вновь созданных и перспективных сортов тритикале. Для этого, наряду с полевой апробацией, высокоэффективными оказались методы маркирования генетических систем растений с помощью белков. Метод основан на том, что спектры глиадины маркируют определенные генотипы, а особенности компонентного состава регистрируются в виде «белковых формул». Выявляемый методом электрофореза высокий уровень полиморфизма и его адаптивный характер являются важными характеристиками для дифференциации и идентификации генотипов (биотипов) пшеницы, тритикале и других злаков в семенном контроле, анализе генетических процессов в селекции, семеноводстве и при репродукции (Koparev, 2006). С использованием данного метода изучена коллекция тритикале ВИР, включая образцы различного происхождения и уровня пloidности (Peneva et al., 2009).

Цель исследования – создать новый сорт гексаплоидной озимой тритикале 'Билинда' зернофуражного использования и дать его агробиологическую характеристику по морфологическим и хозяйственно ценным признакам, определить по электрофоретическим спектрам глиадины однородность сорта 'Билинда', зарегистрировать его уникальный генотип в виде «белковой формулы», составить «белковый паспорт», позволяющий контролировать оригинальность и подлинность сорта.

Материал и методы.

Экспериментальная часть работы проводилась в период с 2004 по 2019 г. на опытной базе Ленинградского НИИСХ «Белогорка», расположенной в Ленинградской области Северо-Западного региона РФ. Также были использованы данные исследований (2017–2019 гг.) Государственной комиссии по сортоиспытанию (ГСИ). Закладку опытов и статистическую обработку материала

осуществляли по общепринятой методике (Dospikhov, 1985). Фенологические наблюдения, полевую и лабораторную оценки делали в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Methods..., 1989) и методическими указаниями ВИР (Merezhko, 1999). Иммунологическую характеристику расчета степени развития и распространения болезни выполняли согласно методике ВИЗР (Geshele, 1978). Электрофоретический анализ глиаина зерна тритикале 'Билинда' и регистрацию сорта в виде «белковой формулы» проводили по методике, разработанной и принятой в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР (Konarev, 2000).

Агротехника проведения опытов общепринятая в Северо-Западном регионе. Посев проводили селекционной сеялкой ККС-6-10 в оптимальные для зоны сроки с 28 августа по 5 сентября, с нормой высева 3 млн всхожих зерен на га. Опыты закладывали по пару. Уборку проводили в фазу полной восковой спелости селекционным комбайном Nege 125. В питомниках конкурсного испытания и селекционного размножения отбор продуктивных колосьев проводили методом индивидуального отбора по морфологическим признакам колоса, что позволило сформировать выровненный продуктивный однородный стеблестой линий. (Merezhko, 2004). Оценку по устойчивости к болезням, продуктивности гибридных линий сорта 'Билинда', структуре урожайных показателей проводили в соответствии с методическими указаниями (Merezhko, 1999).

Для определения оригинальности сорта 'Билинда' проводили электрофоретический анализ глиаина индивидуальных зерновок по общепринятой методике (Konarev, 2000). Общая выборка составляла около 100 зерновок. Из них исследованы по пять зерновок из семи случайно взятых растений с целью проверки однородности зерновок в пределах колоса. Данные по колосовому материалу сравнивали со спектрами остальных исследованных зерновок и на этом основании определяли уровень полиморфизма сорта 'Билинда'. Электрофорез проводили в вертикальных пластинах 7,5% полиакриламидного геля (ПААГ) в ацетатном буфере pH 3,1. Идентификацию компонентов и запись спектров в виде «белковых формул» выполняли по эталонному спектру в соответствии с принятой номенклатурой. Эталоном в данном случае служил сорт пшеницы 'Кавказ', так как в этом сорте, благодаря наличию транслокации 1BS/1RS, четко представлен блок компонентов $\omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5$, маркирующий хромосому 1R ржи (Peneva et al., 2002). Спектры с одинаковым составом компонентов рассматривали как один и тот же биотип.

Результаты и обсуждение

Изучение более 500 образцов из коллекции ВИР отечественной и зарубежной селекции по комплексу биологических свойств и хозяйственно ценных показателей позволило выделить 34 лучших образца как источники основных селекционных признаков, некоторые из которых постепенно вводились в родословную создаваемых сортов по основным элементам продуктивности и биологическим признакам: по зимостойкости, количеству колосков в колосе, количеству зерен в колосе, массе 1000 зерен, выполненности зерна, количеству продуктивных стеблей, общей высокой продуктивности, скороспелости; устойчивости к болезням: снежной плесени, бурой ржавчине, септориозу, мучнистой росе, корневым

гнилям, получившему развитие в последние годы аскохитозу и ринхоспорозу. В селекционной программе применялись так называемые сложные скрещивания, когда с выбранной материнской формой скрещиваются несколько отцовских форм, различающихся по происхождению и наличию требуемых признаков и свойств. Этим увеличивается совмещение в гибриде хозяйственно ценных признаков, которые необходимы для создаваемого сорта.

При создании сорта 'Билинда' решалась конкретная проблема: получить зимостойкий неполегающий, среднеспелый сорт озимой гексаплоидной тритикале, сочетающий высокую озерненность, крупность колоса и зерна, высокую продуктивность зерна с высокими показателями биохимического содержания питательных элементов. Такая технология селекционного процесса позволила получить сорт озимой гексаплоидной тритикале, хорошо адаптированный к природно-климатическим условиям Северо-Западного региона РФ.

Высокий процент продуктивных линий получили при синтезе гибридных популяций путем скрещивания исходного селекционного материала с современными сортами тритикале инорайонной селекции.

Родительские формы для использования в гибридных комбинациях скрещивания характеризовались следующими показателями:

- 'Никлап' (к-3862, Россия) – зимостойкий, продуктивный, имеет высокие хлебопекарные качества, высокорослый (150–180 см) в зависимости от погодноклиматических условий, имеет низкую устойчивость к полеганию и является источником зимостойкости и комплексной устойчивости к грибным болезням;

- 'Антей' (к-3562, Россия) – сорт характеризуется как источник продуктивной кустистости, урожайности, зимостойкости, устойчивости к полеганию и болезням; содержание белка в зерне – 13–15%;

- 'АДМ-9' (к-3421, Украина) – источник продуктивной кустистости, урожайности, зимостойкости, скороспелости, устойчивости к полеганию, имеет среднюю устойчивость к болезням, высокое содержание белка (до 17%), хорошо выполненное зерно, которое сорт 'АДМ-9' унаследовал от сорта 'АД-206' (в геноме последнего содержатся гены твердой пшеницы).

Наилучшим генетическим вкладом в селекционную программу скрещиваний внесла комбинация (Никлап × Антей), которую использовали в качестве материнской линии при гибридизации с сортом украинской селекции 'АДМ-9'. Линия Никлап × Антей при скрещивании с различными образцами тритикале сохраняла основные признаки, особенно важные для Северо-Западного региона России: зимостойкость, высокую озерненность колоса, устойчивость бурой ржавчине, снежной плесени.

Сорт 'Билинда' получен методом межсортовой гибридизации гексаплоидных сортов тритикале с применением индивидуально-массового отбора по признакам колоса в сочетании с отбором по хозяйственно ценным признакам (зимостойкостью, устойчивостью к полеганию, высокой озерненностью колоса, высокой продуктивной кустистостью и т. д.). В основу индивидуального отбора по колосу были взяты генетически детерминированные, с рецессивным контролем признаки: 1) белые неопушенные колосковые чешуи, остистость колоса, белые ости; 2) сильное опушение под колосом – признак ржаного генома, контролируемый доминантным геном *Hr*, расположенным в хромосоме 5R. Известен целый ряд случаев,

применения морфологических признаков колоса пшеницы в качестве маркеров при отборах. А. Ф. Мережко было отмечено тесное сцепление белой окраски колоса со слабым поражением желтой и стеблевой ржавчинами и сопряжение этого признака с высоким качеством зерна у твердой пшеницы, преимущество в некоторых условиях остистых сортов над безостыми по урожайности и крупности зерна (Merezhko, 2004). Таким образом, уникальные сочетания морфологических признаков колоса, которые стабильны в своем проявлении и легко классифицируются глазомерно, целесообразно использовать как маркеры при селекционных отборах. Такой подход при работе с селекционным гибридным материалом позволил получить высокооднородный гомозиготный сорт 'Билинда'.

Сорт создан методом индивидуально-массового отбора из гибридной популяции (Никлап × Антей) × АДМ-9. Геномная формула – ABR, $2n = 42$. Элитное растение выделено в 2004 г. Растение 110–120 см в высоту (в зависимости от погодных-климатических условий), устойчиво к полеганию, с кустистостью 5–7 продуктивных стеблей. Стебель 0,5 см толщины, прочный, полый, гладкий, с сильным опушением под колосом, в период созревания золотистой окраски. Колос крупный, призматический, белой окраски, наклоненный, окраска колосковых чешуй белая, длина колоса 12–15 см. Колосковая чешуя длиной 1,2 см, ланцетовидная, нервация слабо выраженная, зубец колосковой чешуи острый, киль сильно выраженный, узкий, слегка зазубренный. Плечо скошенное, слабо выраженное. Зерновка крупная, длиной 6–8 мм, выровненная, без вмятин, стекловидность 63–66%. Зародыш правильно сформированный, щиток четко выражен, бороздка неглубокая, хохолок ярко выражен, густого опушения, волоски длиной 0,1–0,5 мм.

'Билинда' – однородный, оригинальный сорт, содержит один биотип (генотип). На рисунке 1 представлены электрофоретические спектры глиаина зерновок из колосьев растений, взятых согласно методике случайных выборок, и суммарной выборки зерна сорта 'Билинда'. Видно, что нет значимых различий между спектрами зерновок в пределах колоса, между растениями и спектрами из суммарной выборки. Небольшие различия между отдельными спектрами по интенсивности некоторых компонентов скорее всего связаны с микроусловиями при проведении электрофореза. Это свидетельствует об отсутствии полиморфизма по данному признаку у сорта

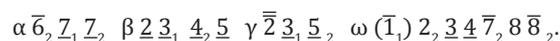
'Билинда' и правомерности маркирования его по суммарному спектру глиаина. Данный сорт четко отличается по компонентному составу спектра глиаина от сорта 'Кавказ' и стандартного сорта 'Корнет' (см. рис. 1).

Анализ компонентного состава спектра глиаина сорта 'Билинда' позволяет сделать следующие предположения.

Наличие в спектре сорта 'Билинда' блока компонентов $\omega 2_2 3_4 \gamma 5$, кодируемого сложным полигенным локусом *Sec 1*, локализованным на коротком плече хромосомы 1R, при отсутствии блока компонентов $\omega 6 \gamma 4$, маркирующего хромосому 1В пшеницы, показывает, что при формировании тритикале произошло полное замещение хромосомы 1В хромосомой 1R, что усиливает влияние ржаных признаков в данном сорте. Это имеет большое значение, так как в сложном локусе *Sec1*, наряду с глиадинкодирующими генами, присутствуют гены устойчивости к комплексу грибных болезней. Среди них – гены *Lr26*, *Sr31*, *Yr9*, определяющие устойчивость соответственно к бурой, стеблевой и желтой ржавчинам (Peneva et al., 2002). На дистальном плече хромосомы 1RS обнаружены гены адаптивности к неблагоприятным факторам, что также может способствовать увеличению пластичности и адаптивности сорта.

Присутствие в отдельных спектрах глиаина слабого компонента $\omega 1$ можно объяснить участием в формировании данного сорта разных биотипов ржи.

Испытание сорта 'Билинда' в полевых условиях подтвердило данные предположения. Таким образом, на основе анализа единичных зерновок методом электрофореза глиаина установлено, что 'Билинда' – однородный, оригинальный сорт, который содержит один биотип (генотип), маркированный спектром глиаина с «белковой формулой»:



Это позволит идентифицировать данный сорт, проверить подлинность и чистоту его при репродукции и на разных этапах семеноводства. «Белковый паспорт», регистрирующий новый сорт озимой тритикале 'Билинда' (рис. 2), может быть использован также для его правовой защиты.

В условиях Ленинградской области зимостойкость озимых зерновых культур является одним из основных лимитирующих факторов при внедрении сорта в про-

Характеристика сорта гексаплоидного озимого тритикале Билинда по спектрам глиаина Characterization of the hexaploid winter triticale cultivar Bilinda according to its gliadin bands

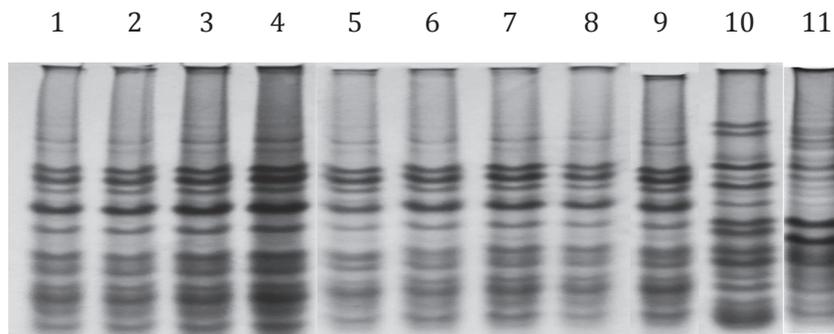
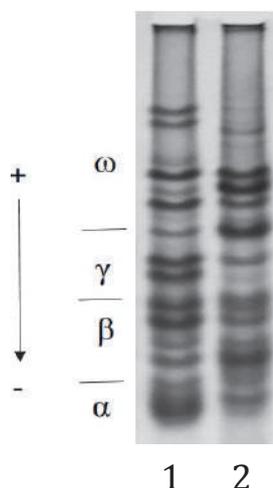


Рис. 1. Электрофоретические спектры глиаина единичных зерновок из колосьев сорта Билинда (1–3 – растения № 1; 4–6 – растение № 3; 7–8 – растение № 6; 9 – суммарная выборка) и сортов Кавказ (10), Корнет (11)

Fig. 1. Gliadin electrophoretic bands for individual kernels of cv. Bilinda (1–3 for plant No. 1; 4–6 for plant No. 3; 7–8 for plant No. 6; and 9 for the entire sample), cv. Kavkaz (10), and cv. Kornet (11)



Анализ* индивидуальных зерновок тритикале сорта Билинда показал внутрипопуляционную однородность по спектрам глинадина. Выявлены только незначительные различия в интенсивности отдельных компонентов. Для паспортизации сорта Билинда по спектру глинадина составлена его «белковая формула»:

$$\alpha \bar{6}_2 \underline{7}_1 \underline{7}_2 \quad \beta \underline{2} \underline{3}_1 \underline{4}_2 \underline{5} \quad \gamma \bar{2} \bar{3}_1 \bar{5}_2 \quad \omega (\bar{1}_1) \underline{2}_2 \underline{3}_4 \bar{7}_2 \underline{8} \bar{8}_2$$

Спектр 1 – сорт пшеницы Кавказ (стандарт)

Спектр 2 – сорт тритикале Билинда

* Стандартный метод электрофореза ISTA (Konarev V. G. et al., 1979. International Rules for Seed Testing, 1996: 254 – 257); «Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян», ВПР. 2000)

Рис. 2. Белковый паспорт (электрофоретический) сорта гексаплоидного озимого тритикале Билинда

Fig. 2. The protein (electrophoretic) “passport” of the hexaploid winter triticale cultivar Bilinda

изводство и определении ареала его возделывания. В период изучения сорта зимы в Северо-Западном регионе России различались как по температурному режиму, так и по высоте снежного покрова.

Согласно данным, представленным в таблице 1, в 2017–2019 гг. у нового сорта ‘Билинда’ зимостойкость достоверно превышала средний показатель и состави-

ла 93,6% раскустившихся с осени растений при незначительной степени поражения снежной плесенью первых листьев (01–1 балл). У стандартного сорта ‘Корнет’ зимостойкость составила 78,0%, а поражение снежной плесенью – 3–5 баллов. Зимостойкость у обоих сортов в значительной степени (68%) зависит от метеоусловий года (табл. 2).

Таблица 1. Характеристика показателей хозяйственно ценных признаков сорта Билинда (2017–2019 гг.)

Table 1. Characterization of useful agronomic parameters in cv. Bilinda vs. the reference (2017–2019)

№ по каталогу ВПР	Сорт	Зимостойкость, %			Вегетационный период, дни			Высота, см			Устойчивость* к полеганию, балл	Устойчивость* к прорастанию на корню, балл
		lim	X _{средняя}	V, %	lim	X _{средняя}	V, %	lim	X _{средняя}	V, %		
к-3636	St. Корнет	72–84	78	10,4	325–330	327,5	0,7	110–125	117,5	0,4	5–7	5 (7)
к-4164	Билинда	89–98	93,5	7,2	328–335	331,5	0,8	112–131	121,5	0,7	9	5 (9)
НСР _{0.95}		0,8			4,0			2,6				

* 9 баллов – устойчив; 01–1 – неустойчив

* 9 points for resistance; 01–1 for non-resistance

Таблица 2. Уровни влияния факторов (сорт и метеоусловия по годам) на показатели хозяйственно ценных признаков растений, %

Table 2. Effect size levels showing the impact of the factors (cultivar, and year-by-year weather conditions) on useful agronomic characters, %

Факторы	Зимостойкость	Длительность вегетационного периода	Высота растений	Масса 1000 зерен	Число зерен в колосе	Урожайность
Сорт	14,7	35,9	9,3	43,3	47,1	19,9
Метеоусловия	68,8	53,5	64,4	41,4	27,2	77,3

Для Северо-Западного региона России лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур является продолжительность вегетационного периода, который определяет производственные сроки уборки урожая. Скороспелость сортов тритикале при продвижении этой культуры в северные широты России является главным показателем для определения ареала возделывания наряду с зимостойкостью и урожайностью. В результате фенологических наблюдений за период изучения в условиях Ленинградской области особое внимание уделено дате колошения, которая находится в тесной положительной взаимосвязи ($r = 0,85 \pm 0,03$) с общей продолжительностью вегетационного периода (Uspenskaja et al., 2018). За годы изучения, которые различались по погодно-климатическим условиям, сорт 'Билинда' созрел на 3-4 дня позже стандартного сорта 'Корнет'. Анализ данных фенологических наблюдений (см. табл. 1) у обоих сортов выявил большую зависимость вегетационного периода от метеорологических условий (53,3%), чем их межсортные различия (35,9%) по этому признаку (см. табл. 2).

Основные физиологические и хозяйственно ценные характеристики обоих сортов в большей степени зависят от метеоусловий, чем от сорта растений. В меньшей степени от метеоусловий зависят масса 1000 зерен и число зерен в колосе.

В условиях влажного климата Ленинградской области и длительного светового дня полегание растений тритикале может привести к потере до 50% урожая, препятствуя механизированной уборке посевов, увеличивая предуборочное прорастание зерна в колосе и поражаемость растений болезнями, ухудшая технологические и семенные качества (Rubets et al., 2012). Устойчивость к полеганию тесно связана с высотой и прочностью соломины, поэтому одним из основных путей устранения этого недостатка является создание низкорослых форм озимой тритикале. Данная проблема в настоящее время успешно решается путем создания сортов с оптимальной высотой (110–115 см), прочным стеблем и хорошо развитой корневой системой.

Высокую устойчивость к полеганию (7–9 баллов) за период изучения у нового сорта показали около 95% генотипов, тогда как у стандартного сорта 'Корнет' полегание составило 5–7 баллов, или всего 55%. (см. табл. 1). В условиях избыточного увлажнения в Ленинградской области устойчивость к полеганию у изучаемых сортов в значительной степени определялась погодно-климатическими условиями (64%) (см. табл. 2) во второй половине периода вегетации, когда обилие осадков дополняется сильными продолжительными ветрами.

При оценке в 2014–2019 гг. коллекционных образцов тритикале и созданных селекционных линий на устойчивость к традиционным болезням (бурой ржавчине, мучнистой росе) были выявлены листовые пятнистости (септориоз, ринхоспороз), а также корневые гнили, в настоящее время имеющие тенденцию к широкому распространению и вредности. Развитию и распространению таких болезней в годы изучения служили погодно-климатические условия региона, которые явились провокационным фоном. Период вегетации 2016 г. характеризовался чередованием температур от +15 до +30°C с обильными продолжительными дождями, что повлекло интенсивное эпифитотийное развитие септориоза. На этом фоне сорт 'Билинда' поражен на 1–3 балла, а стандартный сорт 'Корнет' – на

7–9 баллов. Наряду с септориозом, значительное развитие получили ринхоспороз и корневые гнили. На растениях тритикале выявлен широкий спектр симптомов поражения листовых пластинок патогенами болезней, определяемых нами по аналогии с таковыми у пшеницы и ржи. В селекционном плане проблема септориоза, как и корневых гнилей является трудной задачей из-за отсутствия надежных доноров устойчивости к *Septoria tritici* (= *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schroet.) и *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker). Нет четких критериев отбора резистентных генотипов к факультативным патогенам, так как их устойчивость контролируется множеством механизмов, каждый из которых обеспечивает сопротивляемость растений на определенных этапах развития, причем эта устойчивость нестабильна, варьирует во времени и пространстве. Поэтому отбор устойчивых генотипов, выявление доноров резистентности, обладающих различными механизмами защиты, являлись одной из основных задач при работе с гибридным материалом тритикале. На фоне эпифитотийного развития септориоза впервые были отобраны генотипы, толерантные к полевой популяции *Septoria* sp., которые составили основную популяцию сорта 'Билинда', увеличив ее полевую взрослую устойчивость, наряду с бурой ржавчиной, мучнистой росой и толерантностью к возбудителям *Septoria* sp. и *Bipolaris sorokiniana*. Известно, что отбор по фенотипу является основным методом выделения источников устойчивости при поражении факультативными патогенами для использования их в селекции. Отмечено, что полевая оценка является наиболее достоверной в силу разнообразия рас патогена по составу генов вирулентности и интенсивного накопления инокулюма в поле в годы, благоприятные для распространения инфекции (Zoteyeva, 2019). В 2018 и 2019 г. на растениях тритикале были выявлены симптомы поражения ринхоспорозом. Развитие этой болезни не носило массового поражения, однако на стандартном сорте 'Корнет' генотипов с признаками поражения ринхоспорозом было значительно больше, чем у сорта 'Билинда'. В целом за годы исследования изучаемый сорт характеризовался высокой устойчивостью (1–3 балла) к листовым болезням в сравнении со стандартным сортом 'Корнет' (7–9 баллов). Устойчивость к корневым гнилям у сорта 'Билинда' в годы изучения была 01–3 балла, что характеризует сорт как устойчивый. У сорта 'Корнет' этот показатель составил 5–7 баллов, что характеризует его как сильно поражаемый сорт (табл. 3).

Высокая продуктивность сортов тритикале обеспечивается за счет разных компонентов (табл. 4). Наиболее важный – число зерен в колосе, который зависит от числа фертильных цветков в нем. Завязываемость семян в колосе у исследуемых образцов варьировала от 65 до 88%. Самая высокая озерненность наблюдалась у сорта 'Билинда' в 2017 г. и составляла 96 зерновок в колосе, против 56 зерен у стандартного сорта 'Корнет'. По массе зерна с колоса (6,1 г.) сорт 'Билинда' выделился в 2019 г., когда он имел хорошо выполненное, неморщинистое зерно, с массой 1000 зерен 64 г. У сорта 'Корнет' эти показатели были значительно ниже (табл. 5). Высокие показатели продуктивности сорт 'Билинда' формирует за счет высокой зимостойкости и продуктивной кустистости, крупного колоса и высокой его озерненности, массы зерна с колоса и 1000 зерен, при этом отличаясь устойчивостью к основным вредоносным болезням.

Таблица 3. Устойчивость сорта Билинда к листовым болезням, балл
(Ленинградская обл., 2014–2019 гг.)

Table 3. Resistance of cv. Bilinda to leaf diseases, scores
(Leningrad Province, 2014–2019)

Сорт	Снежная плесень	Бурая ржавчина	Септориоз	Ринхоспороз	Мучнистая роса	Корневые гнили
Билинда	01–3	0	1–3	01–1	0	1–3
St Корнет	3–5	0	7–9	5–7	0	5–7

* 0 баллов – устойчив; 9 баллов – неустойчив; St – стандарт

* 0 points for resistance; 9 points for non-resistance; St means the reference

Таблица 4. Характеристика показателей элементов структуры урожая сорта Билинда (2017–2019 гг.)

Table 4. Characterization of yield structure indicators in cv. Bilinda vs. the reference (2017–2019)

№ по каталогу ВИР	Сорт	Масса 1000 зерен, г			Число зерен в колосе, шт.			Урожайность, ц/га			Оценка по зерну, балл*
		lim	X _{средняя}	V, %	lim	X _{средняя}	V, %	lim	X _{средняя}	V, %	
к-3636	St Корнет	49,8–53,6	52,1	3,5	49–56	52,5	4,8	52,3–59,9	51,7	24,5	5
к-4164	Билинда	56,6–64,2	59,8	5,0	77–96	86,5	11,8	56,1–76,3	62,1	21,5	5
НСР _{0,05}		0,4			1,0			1,0			

Примечание: достоверно различаются: масса 1000 зерен, число зерен в колосе и урожайность

* 5 баллов – высокая, 1 – низкая

Note: statistically significant differences were recorded for 1000 grain weight, number of grains per ear, and yield

* 5 points for high; 1 point for low

Таблица 5. Характеристика хозяйственно ценных признаков сорта Билинда
(Ленинградская обл., 2014–2019 гг.)

Table 5. Assessment of useful agronomic characters for cv. Bilinda
(Leningrad Province, 2014–2019)

Показатель	Билинда		St Корнет	
	min–max	S ср.	min–max	Scp.
Урожайность, ц/га	56,1–76,3	62,1	52,3–59,9	51,7
Зимостойкость, %	89–98	93,6	72–84	78,0
Вегетационный период, дни	328–335	331	325–330	327
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	4,0–7,0	5,5	3,0	3,0
Высота растений, см	112–131	118,3	110–125	115,7
Устойчивость к полеганию*, балл	9,0	9,0	5,0–9,0	7,0
Количество зерен в колосе, шт.	77–96	84,8	49–56	52,5
Масса зерна с колоса, г	4,3–6,1	5,2	2,4–3,0	2,7
Масса 1000 зерен, г	56,6–64,2	59,8	49,8–53,6	51,7
Оценка зерна, балл	5	5	3–5	4

* 0 баллов – неустойчив; 9 баллов – устойчив; St – стандарт

* 0 points for non-resistance; 9 points for resistance; St means the reference

Заключение

Созданный в Ленинградском НИИСХ «Белогорка» гексаплоидный сорт озимой тритикале 'Билинда' по результатам государственного испытания районирован по Северо-Западному (2) региону Российской Федерации. Рекомендован для выращивания в Ленинградской, Псковской, Новгородской, Ярославской областях.

Высокая пластичность сорта обеспечивается наличием на дистальном плече ржаной хромосомы 1RS генов адаптивности к неблагоприятным факторам, а устойчивость к основным грибным болезням тем, что в сложном локусе *Sec1*, наряду с глиадинокодирующими генами, присутствуют гены устойчивости к комплексу

грибных болезней: среди них гены *Lr26*, *Sr31*, *Yr9*, определяющие устойчивость соответственно к бурой, стеблевой и желтой ржавчинам.

'Билинда' – однородный, оригинальный сорт, содержащий один биотип (генотип); определен его «белковый паспорт», регистрирующий новый сорт озимой тритикале 'Билинда' (см. рис. 2), маркированный спектром глиадина с «белковой формулой:

$$\alpha \bar{6}_2 \bar{7}_1 \bar{7}_2 \beta \bar{2} \bar{3}_1 \bar{4}_2 \bar{5} \gamma \bar{2} \bar{3}_1 \bar{5}_2 \omega (\bar{1}_1) \bar{2}_2 \bar{3} \bar{4} \bar{7}_2 \bar{8} \bar{8}_2.$$

Это позволит идентифицировать данный сорт, проверять подлинность и чистоту его при репродукции и на разных этапах семеноводства, а также может оказать полезным для его правовой защиты.

Исследование выполнено в рамках государственного задания согласно тематическим планам:

Ленинградского НИИСХ «Белогорка – филиала ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» по проекту № 0672-2019-0011 «Фундаментальные основы управления селекционным процессом по созданию новых генотипов озимой тритикале с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам и получение новых знаний по агротехнологии выращивания получаемого оригинального семенного материала на основе современных методов диагностики и защиты растений, обеспечивающих получение высококачественного семенного материала для условий Северо-Запада России»);

Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) по проекту № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизнеспособности и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».

The study was performed within the framework of the State Task according to the theme plans of:

Leningrad Research Institute for Agriculture "Belogorka", branch of the A.G. Lorch Russian Potato Research Center, Project No. 0672-2019-0011 "Fundamental Principles of Breeding Process Management in the Development of Plant Genotypes with Economically Useful Traits of High Productivity, Resistance to Bio- and Abiostressors, and Obtaining New Knowledge on Agricultural Practices to Produce Original Seed Material by Modern Plant Diagnostics and Protection Methods that Secure the Yield of High-Quality Seeds in the Environments of the Russian Northwest"; and

the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Project No. 0662-2019-0006 "Search for and Viability Maintenance, and Disclosing the Potential of Hereditary Variation in the Global Collection of Cereal and Groat Crops at VIR for the Development of an Optimized Genebank and Its Sustainable Utilization in Plant Breeding and Crop Production".

References / Литература

- Bekish L.P., Chikida N.N., Chashin D.O., Uspenskaja V.A., Okhotnikova T.V. Assessment of winter triticale for resistance to *Septoria* leaf blotch under epiphytotic disease conditions (Otsenka ozimoy tritikale po ustoychivosti k septoriozu v usloviyakh razvitiya epifitotii bolezni). In: *Development of Agriculture in the Non-Black-Earth Region: Problems and Their Solution (Razvitiye zemledeliya v Nechernozemye: problemy i ikh resheniye). Scientific Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. St. Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University; 2016. p.47-53. [in Russian] (Бекиш Л.П., Чикида Н.Н., Чашин Д.О., Успенская В.А., Охотникова Т.В. Оценка озимой тритикале по устойчивости к септориозу в условиях развития эпифитотии болезни. В кн.: *Развитие земледелия в Нечерноземье: проблемы и их решение. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции*. Санкт-Петербург: СПбГАУ; 2016. С.47-53).
- Divashuk M.G., Beshpalova L.A., Vasilyev A.V., Fesenko I.A., Puzyrnaya O.Y., Reduced height genes and their importance in winter wheat cultivars grown in southern Russia. *Euphytica*. 2013;190(1):137-144. DOI: 10.1007/s10681-012-0789-7
- Dospekhov B.A. Methodology of field trial (Metodika polevogo opyta). Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат; 1985).
- Geshele E.E. Fundamentals of phytopathological evaluation in plant breeding (Osnovy fitopatologicheskoy otsenki v selektsii rasteniy). 2nd ed. Moscow; 1978. [in Russian] (Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. 2-е изд. Москва; 1978).
- Horlein A.J., Valentine J. Triticale (\times Triticosecale). In: J.T. Williams (ed.). *Cereals and Pseudocereals*. London: Chapman and Hall; 1995. p.187-221.
- Kobylyansky V.D., Fadeeva T.S. (eds). Genetics of cultivated plants: Cereal crops (Genetika kulturnykh rasteniy: zernovye kul'tury). Leningrad: Agropromizdat; 1986. [in Russian] (Генетика культурных растений: зерновые культуры / под ред. В.Д. Кобылянского, Т.С. Фадеевой. Ленинград: Агропромиздат; 1986).
- Konarev A.V. Use of molecular markers in solving problems of plant genetic resources and breeding (Ispol'zovaniye molekulyarnykh markerov v reshenii problem geneticheskikh resursov rasteniy i selektsii). *Agrarian Russia*. 2006;(6):4-22. [in Russian] (Конарев А.В. Использование молекулярных маркеров в решении проблем генетических ресурсов растений и селекции. *Аграрная Россия*. 2006;(6):4-22).
- Konarev V.G. (ed.). Identification of varieties and registration of crop genetic diversity according to seed proteins

- (Identifikatsiya sortov i registratsiya genofonda kulturnykh rasteniy po belkam semyan). St. Petersburg: VIR; 2000. [in Russian] (Идентификация сортов и регистрация генотипа культурных растений по белкам семян / под ред. В.Г. Конарева. Санкт-Петербург: ВИР; 2000).
- Lebedeva T.V., Zuev E.V., Brykova A.N. Prospects of employing modern European cultivars of spring bread wheat in the breeding for powdery mildew resistance in the Northwestern region of Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;180(4):170-176. [in Russian] (Лебедева Т.В., Зуев Е.В., Брыкова А.Н. Перспективность использования современных европейских сортов яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к мучнистой росе в Северо-Западном регионе РФ. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;180(4):170-176). DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-170-176
- Merezhko A.F. Genetic diversity of triticale in the morphological features of the ear (Geneticheskoye raznoobraziye tritikale po morfologicheskim priznakam kolosa). In: *Breeding, Seed Production and Cultivation of Field Crops (Selektsiya, semenovodstvo i vozdelnyaniye polevykh kultur)*. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, June 7–9, 2004, Rostov-on-Don, Russia*. Rostov-on-Don; 2004. p.76-85. [in Russian] (Мережко А.Ф. Генетическое разнообразие тритикале по морфологическим признакам колоса. В кн.: *Селекция, семеноводство и возделывание полевых культур. Материалы международной научно-практической конференции, 7–9 июня 2004 г., Ростов-на-Дону, Россия*. Ростов-на-Дону; 2004. С.76-85).
- Merezhko A.F. (ed.). Replenishment, preservation *in vivo* and study of the world collection of wheat, *Aegilops* and triticale: Methodological guidelines (Popolneniye, sokhraneniye v zhivom vide i izucheniye mirovoy kolleksii pshenitsy, egilopsa i tritikale: Metodicheskiye ukazaniya). St. Petersburg: VIR; 1999. [in Russian] (Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: Методические указания / под ред. А.Ф. Мережко. Санкт-Петербург: ВИР; 1999).
- Methods for state crop variety trials. Second issue. Cereals, groats, grain legumes, maize, and fodder crops (Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. Vypusk vtoroy. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kultury). Moscow; 1989. [in Russian] (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Москва; 1989). URL: <https://docplayer.ru/28203913-Metodika-gosudarstvennogo-sortoispytaniya-selskokozyaystvennykh-kultur.html> [дата обращения: 25.08.2020].
- Peneva T.I., Merezhko A.F., Konarev A.V. The dynamics of the gliadin biotype composition during the spring triticale Zolotoy grebeshok breeding. *Russian Agricultural Sciences*. 2009;(1):3-5. [in Russian] (Пенева Т.И., Мережко А.Ф., Конарев А.В. Динамика состава спектров глиадина в процессе создания сорта яровой тритикале Золотой Гребешок. *Доклады РАСХН*. 2009;(1):3-5).
- Peneva T.I., Mitrofanova O.P., Konarev A.V. Protein markers in the analysis of genetic stability of wheat varieties containing rye 1R chromatin. *Agrarian Russia*. 2002;(3):35-40. [in Russian] (Пенева Т.И., Митрофанова О.П., Конарев А.В. Белковые маркеры в анализе генетической стабильности сортов пшеницы, содержащих хроматин 1R ржи. *Аграрная Россия*. 2002;(3):35-40).
- Rigin B.V. Main directions of research at the Genetics Department of VIR. *Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant Breeding*. 2007;164:286-302. [in Russian] (Ригин Б.В. Основные направления исследований в отделе генетики ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2007;164:286-302).
- Rsaliev A.S., Gulyaeva E.I., Shaydayuk E.L., Kovalenko N.M., Moldazhanova R.A., Pahratdinova Z.U. Characteristic of perspective common spring wheat accessions for resistance to foliar diseases. *Plant Biotechnology and Breeding*. 2019;2(2):14-23. [in Russian] (Рсалиев А.С., Гулыяева Е.И., Шайдаюк Е.Л., Коваленко Н.М., Молдажанова Р.А., Пахратдинова Ж.У. Характеристика устойчивости перспективных образцов яровой мягкой пшеницы к листовостебельным болезням. *Биотехнология и селекция растений*. 2019;2(2):14-23). DOI: 10.30901/2658-6266-2019-2-14-23
- Rubets V.S., Nguen T.T.L., Pylnev V.V. A breeding assessment system for winter triticale resistance to root germination (Sistema selektsionnoy otsenki ustoychivosti ozimoy tritikale k prorastaniyu na kornyu). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2012;(1):132-141. [in Russian] (Рубец В.С., Нгуен Т.Т.Л., Пыльнев В.В. Система селекционной оценки устойчивости озимой тритикале к прорастанию на корню. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2012;(1):132-141).
- Turyshkin L.G., Kolesova M.A. The use of molecular-genetic and phytopathological methods to identify genes for effective leaf rust resistance in *Aegilops* accessions. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;181(2):87-95. [in Russian] (Тырышкин Л.Г., Колесова М.А. Использование молекулярно-генетического и фитопатологического методов для идентификации генов эффективной устойчивости к листовой ржавчине у образцов эгилопсов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(2):87-95). DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-87-95
- Uspenskaja V. A., Bekish L.P., Chikida N.N. Sources of economically valuable traits for breeding winter triticale in the northwest of the Russian Federation. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2018;179(3):85-94. [in Russian] (Успенская В.А., Бекиш Л.П., Чикида Н.Н. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции озимой тритикале на Северо-Западе РФ. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2018;179(3):85-94). DOI: 10.30901/2227-8834-2018-3-85-94
- Vavilov N.I. Genetics at the service of socialist agriculture. In: *N.I. Vavilov. Selected Works. Vol. 5*. Moscow; Leningrad; 1965. p.262-287. [in Russian] (Вавилов Н.И. Генетика на службе социалистического земледелия. В кн.: *Н.И. Вавилов. Избранные труды. Т. 5*. Москва; Ленинград; 1965. С.262-287).
- Worland A.J. The influence of flowering time genes on environmental adaptability in European wheats. *Euphytica*. 1996;89:49-57. DOI: 10.1007/BF00015718
- Zoteyeva N.M. Late blight resistance of wild potato species under field conditions in the Northwest of Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2019;180(4):159-169. [in Russian] (Зотеева Н.М. Устойчивость диких видов картофеля к фитофторозу в полевых условиях Северо-Запада РФ. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019;180(4):159-169). DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-159-169

Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

Для цитирования / How to cite this article

Бекиш Л.П., Успенская В.А., Пенева Т.И., Чикида Н.Н. Характеристика морфобиологических и хозяйственно ценных признаков озимой гексаплоидной тритикале сорта 'Билинда', районированного по Северо-Западному региону РФ. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020;181(4):102-111. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-102-111

Bekish L.P., Uspenskaja V.A., Peneva T.I., Chikida N.N. Biomorphological and useful agronomic traits of the hexaploid winter triticale cultivar 'Bilinda' approved for cultivation in the Northwestern Region of the Russian Federation. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2020;181(4):102-111. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-102-111

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-109-111>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

ORCID

Bekish L.P. <https://orcid.org/0000-0001-6777-309x>
Uspenskaja V.A. <https://orcid.org/0000-0001-9282-2957>
Peneva T.I. <https://orcid.org/0000-0001-5935-0685>
Chikida N.N. <https://orcid.org/0000-0002-9698-263X>