

Хозяйственная и биологическая характеристика нового сорта озимой тритикале Георг

Таисия Ивановна Дьячук, Виктория Николаевна Акинина, Олеся Викторовна Хомякова,
Степан Владимирович Жилин, Екатерина Константиновна Барнашова,
Элла Вячеславовна Калашникова, Вероника Павловна Куликова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Аграрный Научный Центр Юго-Востока»,
г. Саратов, Россия, e-mail: cell_selection@list.ru

Аннотация. В статье представлены основные методы создания и изучения нового сорта озимой тритикале Георг. Селекционная работа по созданию сорта проведена в ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». Сорт выведен методом межсортовой гибридизации в пределах рода *Triticale* с последующим однократным индивидуальным отбором из межсортового гибрида F_2 Водoley/АДП-2//Modus. Дана характеристика сорта по важнейшим хозяйственно ценным признакам, который сравнивали с допущенными к возделыванию в Нижневолжском регионе сортами Зубр и Валентин 90. Направление использования зерна – зернофуражное. Разновидность – *ferrugineum*. По данным конкурсного сортоиспытания урожайность зерна нового сорта составила 6,2 т/га, что достоверно превышает сорт Зубр на 1,9 т/га и сорт Валентин 90 на 1,5 т/га. По показателю «масса 1000 зерен» сорт Георг уступает обоим стандартам. Сорт отличается более высокой продуктивной кустистостью в сравнении со стандартами – 465 шт./м², у сортов Зубр и Валентин 90 – 344 и 307 шт./м² соответственно. Сорт устойчив к полеганию. Высота соломины растений сорта – 110,7 см и достоверно не отличается от таковой у сорта Валентин 90, но ниже в сравнении с сортом Зубр в среднем на 21,3 см. Натурная масса зерна сорта Георг составляет 732 г/л. Этот показатель ниже, чем у сорта Зубр, на 9 г/л и выше, чем у сорта Валентин 90, на 31,3 г/л. Индекс прорастания зерна у нового сорта и стандартов не различался и свидетельствовал об их восприимчивости к предуборочному прорастанию зерна. По содержанию белка достоверных различий между сортами не выявлено. Объем осадка SDS-седиментации у сорта Георг ниже, чем у сорта Валентин 90, на 6,7 мл и статистически значимо не отличается от сорта Зубр. По показателю «объем хлеба, см³/100 г муки» новый сорт и стандарты не различались. Сорт допущен к возделыванию в 7 (Средневолжском) регионе Государственного реестра РФ. Главными достоинствами сорта Георг являются высокий потенциальный урожай зерна и устойчивость к полеганию, обусловленная сниженной высотой соломины растений.

Ключевые слова: тритикале; селекция; сорт; урожай зерна; элементы структуры урожая; устойчивость к предуборочному прорастанию зерна.

Для цитирования: Дьячук Т. И., Акинина В. Н., Хомякова О. В., Жилин С. В., Барнашова Е. К., Калашникова Э. В., Куликова В. П. Хозяйственная и биологическая характеристика нового сорта озимой тритикале Георг // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 23–27. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp23-27>.

AGRONOMY

Original article

Economic and biological characteristic of the new winter triticale variety Georg

Taisiya I. Dyatchuk, Victoria N. Akinina, Olesya V. Khomyakova, Stepan V. Zhilin,
Ekaterina K. Barnashova, Ella V. Kalashnikova, Veronika P. Kulikova

Federal Agricultural Research Center of the South-East Region, Saratov, Russia, e-mail: cell_selection@list

Abstract. The article presents the main methods and study of a new variety of winter triticale Georg. Selection work was carried out at the Federal State Budgetary Scientific Organization “Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region”. The variety was bred by the method of intervarietal hybridization within the Triticale genus, followed by a single selection from the hybrid F_2 Aquarius/ADP-2//Modus. The characteristic of the variety according to the most important economically valuable traits are given in comparison with the varieties Zubr and Valentin 90 admitted for cultivation in the Nizhnevolzhsky region. The direction of grain use is grain fodder. Variety - *ferrugineum*. According to the competitive variety testing the grain yield of the new variety was 6.2 t/ha, which significantly exceeds the Zubr variety by 1.9 t/ha and the Valentin 90 variety by 1.5 t/ha. In terms of “mass of 1000 grains”, the Georg variety is inferior to both standards. The variety is distinguished by a higher productive bushiness in comparison with the standards - 465 pcs/m², in the varieties Zubr and Valentin 90 - 344 and 307 pcs/m², respectively. The variety is





resistant to lodging. The height of the straw of the plants of the variety is 110.7 cm and does not differ from that of the Valentin 90 variety, but is lower in comparison with the Zubr variety by an average of 21.3 cm. The full-scale weight of the Georg grain is 732g/l. This indicator is lower than that of the Zubr variety by 9g/l and higher than that of the Valentin 90 variety by 31.3g/l. The grain germination index of the new variety and standards did not differ and indicated their susceptibility to pre-harvest grain germination. There were no significant differences in protein content between varieties. The volume of SDS-sedimentation in cv. Georg is lower than in cv. Valentin 90 by 6.7 ml and does not differ statistically significantly from cv. Zubr. According to the indicator "bread volume, cm³/100 g of flour", the new variety and standards did not differ. The variety is approved for cultivation in the 7th (Middle Volga) region of the state register of the Russian Federation. The main advantages of the Georg variety are a high potential grain yield and resistance to lodging, due to the reduced plant height.

Keywords: triticale; breeding; variety; grain yield; yield structure elements, preharvest sprouting.

For citation: Dyatchuk T. I., Akinina V. N., Khomyakova O. V., Zhilin S. V., Barnashova E. K., Kalashnikova E. V., Kulikova V. P. Economic and biological characteristic of the new winter triticale variety Georg. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(12):23–27. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp23-27>.

Введение. Тритикале (*×Triticosecale* Wittm.) – синтетический ботанический род семейства мятликовых (Poaceae), объединяющий в одном геноме хромосомы пшеницы и ржи. Главной задачей при создании новой культуры было объединение положительных характеристик исходных видов – продуктивности и качества зерна пшеницы с адаптивностью, жизнеспособностью и устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам ржи.

Тритикале – самоопылитель, но в зависимости от условий окружающей среды может проявлять склонность к перекрестному опылению. Первые сорта тритикале появились в 70-х годах прошлого века. Они характеризовались устойчивостью к болезням, но имели низкий урожай зерна, сморщенные зерновки, высокорослость, склонность к полеганию и чувствительность к предуборочному прорастанию зерна (ППЗ). За прошедшие 50 лет многие проблемы были успешно решены в различных селекционных программах, за исключением устойчивости к ППЗ [3, 4]. Потребовались почти столетние исследования ботаников, генетиков и селекционеров, в результате которых тритикале стало коммерческой культурой с многоцелевым использованием зерна, обладающей огромным потенциалом в качестве продукта питания человека и корма для животных [7,10].

В условиях нарастания аридизации и континентальности климата проявилась высокая конкурентная способность этого вида по сравнению с другими злаками [5]. Посевные площади тритикале в мире составляют около 4 млн га, производство зерна – более 14 млн т. Лидерами по посевным площадям являются европейские страны – Польша, Беларусь, Франция, Германия. Почти 90 % продукции тритикале сосредоточено в Европе. В РФ засеивается под культурой 135 649 га [6]. По мнению ведущих специалистов, в ближайшем будущем тритикале может стать одной из ведущих кормовых и продовольственных культур. Как отмечают А.И. Грабовец и А.В. Крохмаль «Судя по итогам применения тритикале в Польше, Беларуси и др., каких-то других причин, сдерживающих его более широкое внедрение, нет, кроме бизнеса, слабой рекламы, привычек населения, отсутствия крупных партий зерна и др.» [1].

В селекции тритикале наряду с традиционными методами применяются современные селекционные технологии – маркер-ориентированная селекция, шаттл-бридинг, удвоенные гаплоиды, генетическая инженерия. Однако их использование в селекционной работе с культурой по сравнению с пшеницей ограничено [7]. Требования современного рынка, происходящие изменения климата, а также быстрая эволюция патогенов диктуют необходимость ускоренного создания сортов при одновременном снижении затрат на их получение. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на 2022 год, включен 101 сорт озимой тритикале, в том числе по Нижневолжскому региону – 17. Последние включают в себя 7 сортов селекции Северо-Донецкой СХОЗ (Ростовская область), 6 сортов селекции ФИЦ «ЗЕРНО» (г. Краснодар), 3 сорта селекции Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова и один сорт селекции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». Основой адаптивной селекции является создание сортов, приспособленных для конкретного региона возделывания. Юго-Восток европейской территории России относится к наиболее засушливым земледельческим районам. Для выведения сортов, дающих высокие и стабильные урожаи, селекционная работа должна проводиться в тех регионах, для которых они создаются.

Цель настоящей работы – создать высокопродуктивный, устойчивый к полеганию, засухоустойчивый сорт озимой тритикале, пригодный для возделывания в условиях Поволжья.



Методика исследований. Изучение сорта проводили в 2019–2022 гг., согласно методике государственного сортоиспытания, в сравнении с сортами, допущенными к возделыванию по 8-му региону, Зубр и Валентин 90. Нормы высева 4 млн шт. семян/га, повторность опыта – 4-кратная, расположение делянок – рендомизированное.

Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Наиболее засушливым был 2019 г. (ГТК –0,6). По количеству выпавших осадков за период вегетации (май – июль) 2020, 2021 и 2022 гг. были близки к норме (139–169 мм), гидротермический коэффициент – 0,8–0,9, что соответствовало условиям умеренного увлажнения.

Анализ различных показателей качества зерна проводили в лаборатории качества зерна ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». Число падения определяли на приборе Falling Number по Хагбергу – Пертену, показатель SDS-седиментации – по методике И.А. Кибкало и др. [2]. Содержание белка оценивали на приборе Инфратек 1241 (FOSS, Дания). Индекс прорастания определяли по формуле:

$$\text{ИП} = 7n_1 + 6n_2 + 5n_3 + 4n_4 + 3n_5 + 2n_6 + 1n_7 / \text{количество дней проращивания} \times \text{количество зерен},$$

где $n_1, \dots, n_7$ – число проросших зерен на 1-й, 2-й и последующие дни проращивания.

Индекс проращивания ранжируется от 0 до 1. К высокоустойчивым к предуборочному прорастанию зерна принято относить сорта, индекс прорастания которых на 7-е сутки не превышает 0,1–0,2 [8].

Результаты исследований. Сорт получен методом индивидуального отбора из скрещивания Водолей/АДП-2/Modus, проведенного в 2009 г. Элитное растение выделено в 2013 г. Тип развития – озимый. Колос остистый, красный, колосковые чешуи неопушенные, зерно красное. Разновидность – *ferrugineum*. Длина колоса составляет 12–13 см, число колосков в колосе 26–28 шт., озерненность колоса – 50 шт. Назначение сорта – зерно кормовое для скота и птицы. Сорт передан на Государственное сортоиспытание за более высокую зерновую продуктивность и устойчивость к полеганию. Сорт Георг допущен к возделыванию с 2022 г. по 7-му региону РФ. Правовые параметры: авторы сорта: Дьячук Таисия Ивановна, Акинина Виктория Николаевна, Хомякова Олеся Викторовна, Поминов Алексей Владимирович, Кибкало Илья Анатольевич. Патент № 12364 выдан по заявке № 8057032 с датой приоритета 09.01.2019 г. Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 31.08.2022 г. Патентообладатель: ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока» (ФАНЦ Юго-Востока).

Главными достоинствами сорта являются высокий потенциальный урожай зерна и устойчивость к полеганию, обусловленная сниженной высотой растений. По данным конкурсного сортоиспытания в среднем за годы изучения урожайность зерна нового сорта составила 6,2 т/га, что достоверно превышает сорт Зубр на 1,9 т/га и сорт Валентин 90 на 1,5 т/га (см. таблицу). Наиболее высокая урожайность зерна получена в 2020 г. – 7,8 т/га.

Масса 1000 зерен является важным показателем структуры урожая зерна и зависит как от генотипа, так и от погодных условий в период формирования и налива зерна. По показателю «масса 1000 зерен» сорт Георг уступает обоим стандартам. Сорт отличается более высокой продуктивной кустистостью в сравнении со стандартами – 465 шт./м², у сортов Зубр и Валентин 90 – 344 и 307 шт./м² соответственно. Высота соломины растений сорта составляет 110,7 см и не отличается от таковой у сорта Валентин 90, но ниже в сравнении с сортом Зубр в среднем на 21,3 см. Показатель «натурная масса зерна» у сорта Георг ниже, чем у сорта Зубр, но выше в сравнении с сортом Валентин 90. Сорт среднеспелый – дата колошения совпадает с таковой у сорта Валентин 90. Стандартный сорт Зубр выколашивается на 3–4 дня раньше.

Хозяйственная и биологическая характеристика сортов тритикале

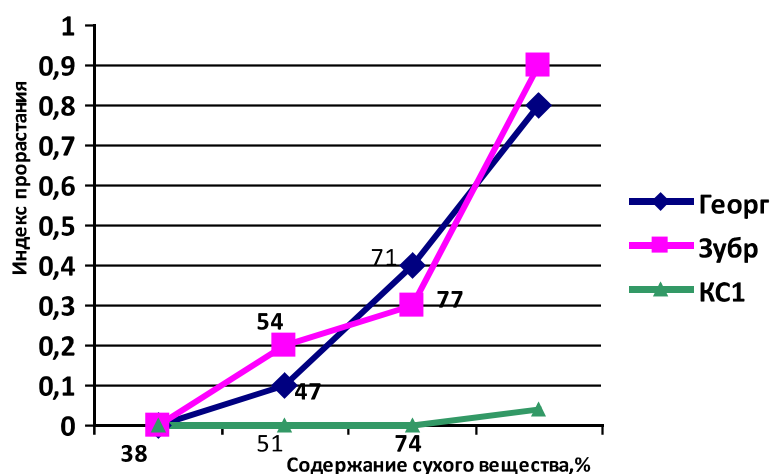
Показатель	Георг	Зубр	Валентин 90	Отклонение от		НСР ₀₅
				Зубр	Валентин 90	
Урожайность зерна, т/га	6,2	4,3	4,7	+1,9	+1,5	0,4
Длина колоса, см	9,1	10,8	9,2	-1,7	-0,1	NS
Число зерен в колосе, шт.	51,4	55,3	50,1	-3,9	+1,3	2,9
Масса зерна в колосе, г	3,5	4,9	3,8	-1,4	-0,3	0,6
Масса 1000 зерен, г	43,0	54,7	50,3	-11,7	-7,3	3,5
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	465	344	307	+121	+158	57,9
Натурная масса зерна, г/л	732	741	701	-9,0	+31	29,0
Высота растений, см	110,7	132,0	103,7	-21,3	+7,0	13,5
Число падения, с	262	181	154	+81	+108	53,8
Содержание белка, %	14,5	14,8	14,6	-0,3	-0,1	NS
Объем SDS-осадка, мм	29,3	26,0	36,0	+3,3	-6,7	4,4
Объем хлеба, см ³ /100 г муки	501	486	540	+15	-39	NS



Важной проблемой в селекции тритикале является создание сортов, устойчивых к предуборочному прорастанию зерна в колосе (ППЗ). Главными факторами, влияющими на ППЗ, являются покой семян, активность альфа амилазы, уровень эндогенных гормонов (АБК и гиббереллин), гены, условия окружающей среды [9]. Ведущую роль в устойчивости к предуборочному прорастанию играют *Vp*-гены, контролирующие развитие зародыша и покой семян. Имеются сведения о локализации трех генов-гомологов *Vp-A1*, *Vp-B1*, *Vp-D1* в длинных плечах хромосом 3-й группы (3AL, 3BL, 3DL). Здесь также находятся *Red*-аллели, контролирующие красную окраску семян. Они действуют по типу полимерии. У большинства злаков семена с красной окраской характеризуются более глубоким покоем, чем с белой. *Red*-гены находятся в одной группе сцепления с *Vp*-генами, в связи с чем полагают, что они обладают плейотропным эффектом.

Устойчивость к ППЗ тритикале была повышена переносом из мягкой пшеницы гена *TaPHS1*, локализованного на коротком плече хромосомы 3A [8]. Тритикале является самой чувствительной культурой среди зерновых к предуборочному прорастанию. ППЗ – одна из главных причин снижения урожайности зерна, посевных и технологических свойств. Снижение качества зерна может происходить не только при появлении видимого прорастания. При неблагоприятных метеоусловиях и влажности зерна 20–25 % резко возрастает активность ферментов, особенно альфа амилаз, что приводит к декстринизации крахмала, нарушению его гидратации и делает зерно дефектным в хлебопекарном отношении. Даже в условиях Нижнего Поволжья бывают годы, когда количество осадков за период вегетации в 2–3 раза превышает среднееголетние нормы, что приводит к предуборочному прорастанию зерна в колосках.

Селекционные программы по тритикале включают в себя выявление устойчивых генотипов, однако селекция на этот признак затруднена по причине комплекса генетических факторов, влияющих на устойчивость и их взаимосвязи с факторами окружающей среды. Изучение устойчивости сортов к ППЗ по определению индекса прорастания зерна показало, что новый сорт Георг, так же как и сорта-стандарты, имеет высокий индекс прорастания зерна. При отборе проб в различные стадии развития зерновки индекс прорастания сортов изменялся от 0,4 до 0,9. В то же время у нового устойчивого сорта лаборатории КС1 индекс прорастания не изменялся даже при отборе проб зерновок в стадии физиологической зрелости и составлял 0–0,04 (см. рисунок).



Индекс прорастания и содержание сухого вещества в зерновках тритикале

Для оценки устойчивости к предуборочному прорастанию зерна часто используют косвенный показатель «число падения» (ч.п.), отражающий активность альфа амилазы. В 2020 г. этот показатель не отражал в полной мере устойчивость сортов и линий к предуборочному прорастанию зерна. Так, у сортов Зубр и Георг, не устойчивых к предуборочному прорастанию зерна (индексы прорастания 0,9 и 0,8), ч.п. составило 219 и 227 с, а устойчивый сорт КС1 (индекс прорастания 0,02) имел сходный показатель – 218 с. В то же время средние значения ч.п. у высоко устойчивого к предуборочному прорастанию зерна нового сорта лаборатории КС1 составили 261 с (изменчивость по годам 218–283 с,) а у неустойчивого сорта Зубр – 181 с. Сорт Георг обладает комплексной устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам, мучнистой росе и в слабой степени поражается пятнистостями.

Заключение. Новый сорт озимой тритикале Георг допущен к возделыванию в 7 (Средневолжском) регионе Государственного реестра РФ. Направление использования зерна – зернокомовое.

Основными достоинствами сорта являются высокий потенциал урожая зерна и устойчивость к полеганию. По данным конкурсного сортоиспытания, урожайность зерна нового сорта составила 6,2 т/га, что достоверно превышает сорт Зубр на 1,9 т/га и сорт Валентин 90 на 1,5 т/га. По показателю «масса 1000 зерен» сорт Георг уступает обоим стандартам. По числу падения, как косвенному показателю устойчивости к предуборочному прорастанию зерна, новый сорт превышает стандарты Зубр и Валентин 90: значения этого показателя в среднем составили 262, 181 и 154 с соответственно.

Селекционная работа по созданию сорта проведена в рамках выполнения государственного задания (FSNM-2019-0001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабовец А. И., Крохмаль А. В. Озимое зерновое тритикале на Дону. Итоги и перспективы // ТРИТИКАЛЕ. Селекция, агротехника и технология использования зерна и кормов: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 7–8 июня 2022. Ростов н/Д., 2022. С. 5–16. DOI: 10.34924/FRARC.2022.62.51.005.
2. Дифференциация сортов и линий тритикале по объему осадка SDS-седиментации / И. А. Кибкало [и др.] // Зерновое хозяйство России. 2013. № 4(28). С. 12–15.
3. Ковтуненко В. Я., Панченко В. В., Калмыш А. П. Этапы селекции тритикале в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко / ТРИТИКАЛЕ. Селекция, агротехника и технология использования зерна и кормов: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 7–8 июня 2022. Ростов н/Д., 2022. С. 29–41. DOI: 10.34924/FRARC.2022.44.62.011.
4. Arseniuk E. Triticale Abiotic Stress – an Overview // Triticale. Eudes F. (ed.). Springer International Publishing Switzerland, 2015. P. 69–91. DOI: 10.1007/978-3-319-22551-7_4.
5. Blum A. The Abiotic Stress Response and Adaptation of Triticale- A Review. Cereal Research Communication. 2014. V. 42(3). P. 359–375. DOI:10.1556/CRC.42.2014.3.1.
6. <http://www.fao.org/faostat2020>.
7. Triticale (× Triticosecale Wittmack) Breeding / M. Mergoum et al.; J.M. Al-Khayri et al. (eds.). Advances in Plant Breeding Strategies, 2019. P. 405–451. DOI: 10.1007/978-3-030-23108-8_11.
8. Pyramiding wheat pre-harvest sprouting resistance genes in triticale breeding / O. Moullet et al. // Mol Breeding. 2022. Vol. 42. P. 60. DOI:10.1007/s11032-022-01327-3.
9. Pre-harvest sprouting in cereals: genetic and biochemical mechanisms / L. Tai et al. // J. Exp. Bot. 2021. Vol. 72(8). P. 2857–2876. DOI:10.1093/jxb/erab024.
10. Wos H., Brzezinski W. Triticale For Food – The Quality driver // Triticale. Eudes (ed.). Switzerland International Publishing. 2015. P. 213–232. DOI:10.1007/978-3-319-22551-7_11.

REFERENCES

1. Grabovets A. I., Krohmal A. V. Winter grain triticale on the Don. Results and prospect. TRITICALE. Selection, agricultural technology and technology of grain and feed use: materials of the international scientific and practical conference, 7–8 June 2022. Rostov on Don; 2022. P. 5–16. DOI: 10.34924/FRARC.2022.62.51.005. (In Russ.).
2. Differentiation of varieties and triticale lines according to the volume of sediment SDS-sedimentation / I. A. Kibkalo et al. *Grain Economy of Russia*. 2013;4(28):12–15. (In Russ.).
3. Kovtunen V. Ya., Panchenko V. V., Kalmysh A. P. Stages of selection of triticale in the NCG to name after P.P. Lukyanenko. TRITICALE. Selection, agricultural technology and technology of grain and feed use: materials of the international scientific and practical conference, 7–8 June 2022. Rostov on Don; 2022. P. 29–41. DOI: 10.34924/FRARC.2022.44.62.011. (In Russ.).
4. Arseniuk E. Triticale Abiotic Stress – an Overview. Triticale. Eudes F. (ed.). Springer International Publishing Switzerland, 2015. P. 69–91. DOI: 10.1007/978-3-319-22551-7_4.
5. Blum A. The Abiotic Stress Response and Adaptation of Triticale-A Review. Cereal Research Communication. 2014;42(3):359–375. DOI:10.1556/CRC.42.2014.3.1.
6. <http://www.fao.org/faostat2020>.
7. Triticale (× Triticosecale Wittmack) Breeding / M. Mergoum et al.; J.M. Al-Khayri et al. (eds.). Advances in Plant Breeding Strategies; 2019. P. 405–451. DOI: 10.1007/978-3-030-23108-8_11.
8. Pyramiding wheat pre-harvest sprouting resistance genes in triticale breeding / O. Moullet et al. *Mol Breeding*. 2022;42:60. DOI:10.1007/s11032-022-01327-3.
9. Pre-harvest sprouting in cereals: genetic and biochemical mechanisms / L. Tai et al. *J. Exp. Bot*. 2021. Vol. 72(8). P. 2857–2876. DOI:10.1093/jxb/erab024.
10. Wos H., Brzezinski W. Triticale For Food – The Quality driver // Triticale. Eudes (ed.). Switzerland International Publishing. 2015. P. 213–232. DOI:10.1007/978-3-319-22551-7_11.

*Статья поступила в редакцию 18.03.2023; одобрена после рецензирования 28.04.2023; принята к публикации 04.05.2023.
The article was 18.03.2023; approved after 28.04.2023; accepted for publication 04.05.2023.*

