

КАЧЕСТВО ЗЕРНА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ (× *TRITICOSECALE WITTMACK*)

Ержебаева Р.С., Таджибаев Д., Абуғалиева А.И.

Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства
Алматинская область, пос. Алмалыбак, Республика Казахстан

Для цитирования: Ержебаева Р.С., Таджибаев Д., Абуғалиева А.И. Качество зерна коллекционных образцов яровой тритикале (× *Triticosecale Wittmack*) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 111–121. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-12.

For citation: Yerzhebayeva R.S., Tajibaev D., Abugaliyeva A.I. Kachestvo zerna kollektсионnykh obraztsov yarovoi tritikale (× *Triticosecale Wittmack*) [Grain quality of samples of the spring triticale collection (× *Triticosecale Wittmack*)]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 111–121. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-12.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты испытания (2018, 2019 гг.) сортов и линий коллекции яровой тритикале в условиях юго-востока Республики Казахстан. Исследования проведены на 70 образцах отечественной и зарубежной селекции из различных стран мира: России, Украины, Беларуси, Польши, Молдовы, Австрии, Канады, Аргентины, Мексики. Эксперимент проводили согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Для выявления источников хозяйственно ценных признаков зерна изучены следующие показатели: натура зерна, седиментация муки, содержание протеина, крахмала и число падения. Определены наиболее ценные образцы в качестве исходного материала для создания сортов кормового и хлебопекарного направления. Выделены источники высокой натуры зерна (13 образцов), седиментации (пять), содержания протеина (шесть), крахмала (восемь образцов) как исходный материал для селекции на качество зерна. На основании оценки коллекционных образцов яровой тритикале по содержанию протеина, седиментации муки, числу падения выделены образцы Укро, Коровай харіківський, Addax, № 7 (Ровня х Лотос), МХ 107 для хлебопекарного направления. По высокому содержанию крахмала (выше 60%) выделены образцы WANAD, Pollmer 2,1,1, Fahad 8-2*2//PTP, Рубик, Л 5635, Mieszko, Л-105/08, Siskiyou для кормового направления. Выявлена положительная взаимо-

GRAIN QUALITY OF SAMPLES OF THE SPRING TRITICALE COLLECTION (× *TRITICOSECALE WITTMACK*)

Yerzhebayeva R.S.,
Tajibaev D., Abugaliyeva A.I.

Kazakh Research Institute of Agriculture and
Plant growing
Almalybak, Almaty region, Republic of
Kazakhstan

The results of testing (2018–2019) varieties and lines of the spring triticale collection in the south-east of the Republic of Kazakhstan are presented. The study was conducted on 70 samples of domestic and foreign breeding from around the world: Russia, Ukraine, Belarus, Poland, Moldova, Austria, Canada, Argentina, Mexico. The experiment was carried out according to the methodology of the state variety testing of agricultural crops. To identify sources of economically valuable traits of grain, the following indicators were studied: test weight, flour sedimentation, protein and starch content, and falling number. The most valuable samples were identified as the starting material for creating varieties for animal feed and baking. Sources of high test weight (13 samples), sedimentation (five samples), protein content (six samples), starch (eight samples) were selected as the starting material for breeding on grain quality. Based on the assessment of spring triticale collection samples for protein content, flour sedimentation and falling number, the following varieties were selected for baking: Ukro, Korovai Kharikivsky, Addax, No. 7 (Rovnya x Lotos), MX 107. Due to high starch content (above 60%) the following varieties were selected for animal feed: WANAD, Pollmer 2,1,1, Fahad 8-2*2//PTP, Rubik, L 5635, Mieszko, L-105/08, Siskiyou. A positive relationship between starch content and test weight, and a positive correlation of starch content and falling number was revealed.

связь между содержанием крахмала и натурой зерна, положительная корреляция содержания крахмала и числа падения. Все образцы сортов яровой тритикале в условиях юго-востока Казахстана формировали зерно с высоким числом падения (в пределах 192–336 с) и оценены как зерно первого класса.

Ключевые слова: коллекция, яровая тритикале, качество зерна, число падения

ВВЕДЕНИЕ

Тритикале (× *Triticosecale* Wittmack) во всем мире представляет большой интерес как культура, способная стабилизировать валовой сбор кормового и продовольственного зерна, и служить источником технического биоэтанола в сельскохозяйственном производстве [1–3]. Зеленая масса тритикале широко используется в качестве зеленого корма [4]. Этому способствует приспособленность тритикале к выращиванию на обедненных почвах, формирование более высокого урожая в сравнении с пшеницей и лучшего качества зерна, чем у ржи. Благодаря этим преимуществам тритикале позволяет значительно разнообразить и удешевить производство высококачественного кормового и продовольственного зерна, более рационально использовать имеющиеся почвенно-климатические ресурсы^{1–4} [5].

В Казахстане селекция яровой тритикале только развивается. В Государственный реестр селекционных достижений внесено восемь сортов озимой тритикале, из них четыре зернового, три кормового направления и один яровой тритикале (Даурен), допущенных к использованию на территории Республики Казахстан. Использование новой зерновой и кормовой культуры яровой тритикале имеет перспективы для стабили-

All samples of varieties of spring triticale in the south-east of Kazakhstan formed grain with high falling number in the range of 192–336 s and were rated as first-class grain.

Keywords: collection, spring triticale, grain quality, protein, falling number

зации валового сбора производимого зерна в Республике Казахстан. На юге и юго-востоке Казахстана она может быть использована как страховая культура при пересеве озимых колосовых в годы с неблагоприятной перезимовкой. Для развития селекции и создания высокопродуктивных отечественных сортов с высоким качеством зерна данной культуры необходимо изучение и обогащение генофонда, выделение источников и доноров хозяйственно ценных признаков.

Цель исследования – изучить образцы коллекции яровой тритикале по качеству зерна и определить наиболее ценные как исходный материал для создания сортов кормового и хлебопекарного направления.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом исследований послужили 70 образцов рабочей коллекции яровой тритикале Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР). Коллекция состоит из сортов и линий, полученных из мировой коллекции СИММУТ (Турция, Мексика), а также в результате обмена генетическим материалом с Институтом растениеводства им. В.Я. Юрьева Национальной академии аграрных наук и Донского зонального Научно-исследовательского института сельского хозяйства.

¹Погонец Е.В. Технологические достоинства зерна тритикале продовольственного назначения и разработка направлений его использования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Уфа, 2015. 158 с.

²Волкова Н.А. Технологические и биохимические показатели качества зерна сортов озимых культур в Северном Зауралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». Тюмень, 2015. 198 с.

³Андреев Н.Р., Филиппова Н.И., Носовская Л.А. Зерно тритикале – перспективное зерно для получения крахмала // Тез. докл. XII Междунар. конф. по крахмалу, М., 2008. С. 82.

⁴Мерезко А.Ф. Генетические ресурсы тритикале – важный фактор диверсификации зерно – и кормопроизводства // Зерно и хлеб России (II Международный конгресс). СПб. 2006. С. 144–145.

Растения яровой тритикале для анализа технологического качества зерна выращены в 2018, 2019 гг. на научном полевом стационаре КазНИИЗиР. Стационар находится в предгорной зоне Алматинской области на высоте 740 м над уровнем моря. По данным метеостанции КазНИИЗиР, за вегетационный период яровой тритикале (апрель – июль) выпало в 2018 г. 267,5 мм, в 2019 г. 320,7 мм осадков при среднемноголетнем значении для этого периода 198,6 мм. Максимальное количество осадков пришлось на весенние месяцы – апрель – май (81,6–124,9 мм) в 2018 г. и в 2019 г. – на апрель (183 мм).

Закладку опытов и уборку урожая проводили согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур⁵. Закладку опыта проводили в I декаду апреля. Уборка урожая проведена в I декаду августа. Посев осуществлен сеялкой ССФК-7 с нормой высева 450 всхожих семян на 1 м². Площадь делянок 3,5 м².

Содержание протеина в зерне определяли методом Кьельдаля⁶ и БИК-спектроскопией по разработанным калибровочным уравнениям⁷. Определение показателя седиментации – по методу Зелени⁸, крахмала – по ГОСТ 10845-98⁹, натуре зерна – по ГОСТ 10840-64¹⁰, активность фермента α-амилазы по числу падения, согласно ГОСТ 27676-88¹¹.

Статистическая обработка данных выполнена в программной среде R (R version 3.6.1 (2019-07-05) "Action of the Toes") с открытым исходным кодом. Рассчитаны матрицы линейных коэффициентов корреля-

ции Пирсона (`cor(..., method = "pearson")`) из встроенного пакета `{stats}`, графики для них (`corrplot`) построены с применением пакета `{corrplot}`. Среднее значение (\bar{x}) и стандартное отклонение (σ) вычислены с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований проведена оценка качества зерна коллекционных образцов яровой тритикале по натуре зерна, содержанию протеина, крахмала, седиментации и числу падения.

Зерно тритикале характеризуется щуплостью и недовыполненностью. В связи с этим показатели натуры зерна очень важны для отбора в селекции тритикале. Изучение этого признака в 2018, 2019 гг. показало, что почти все изучаемые образцы имели натуру в пределах 597–745 г/л. Большая часть коллекции согласно ГОСТу отнесена к третьему классу¹². По натуре зерна к первому классу (не менее 700 мл) отнесены 23 сорта (см. табл. 1). По высокой натуре зерна выделены следующие образцы: Whale (745 г/л), MX 31 (736), MX 30 (732), Tarasca 87_1/Yogut_1 (731), Zebra 357 (732), Праг 501 (728), № 11 (728), Полесье (724 г/л).

Суммарное количество белка в зерновке тритикале может колебаться в широких пределах (от 9,8 до 25,8%) в зависимости от генотипа и условий выращивания [6, 7]. Исследователи отмечают высокое содержание белка (10,5–14,7%) в зернах яровой тритикале, выращенных в условиях Владимирской области Российской Федерации (РФ) [8], нечерноземной зоны РФ (до 15,8%) [9]

⁵Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: Калининская обл. типография, 1989. Вып. 2. 194 с.

⁶ГОСТ 10846-91 Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. М.: Стандартинформ, 2009.

⁷Перуанский Ю.В., Аbugалиева А.И., Савин В.Н. Методы биохимической оценки коллекционного и селекционного материала / Под ред. Ю.В. Перуанского. Алматы, 1996. 123 с.

⁸ГОСТ Р 51403-99 (ИСО 5529-2009) Определение показателя седиментации по методу Зелени. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.

⁹ГОСТ 10845-98 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала // Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

¹⁰ГОСТ 10840-64 Зерно. Методы определения натуры // Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

¹¹ГОСТ 27676-88 Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения // Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

¹²ГОСТ 34023-2016 Тритикале. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017.

и в условиях Красноярской лесостепи РФ (14,0–20,5%)¹³.

Белок тритикале по содержанию незаменимых аминокислот более полноценный, чем белок пшеницы [10], и в этом отношении тритикале как зернофуражная культура имеет преимущества перед пшеницей, кукурузой, ячменем и сорго.

Зерно тритикале нормируется государственным стандартом как кормовое (см. сноску 12). В настоящее время в классификации зерна мягкой пшеницы хлебопекарного направления, которую использовали в исследованиях, по содержанию белка выделяют семь классов [11].

Оценка качества зерна яровой тритикале по содержанию протеина показала, что среднее значение за два года данного показателя колебалось в пределах 12,3–16,5%. По высокому содержанию белка (не менее 16%) выделено шесть сортообразцов яровой тритикале: Lince (16,5%), Укро (16,4), Addax (16,4), Коровай харіківський (16,2), № 7 (Ровня × Лотос) (16,2), Fawn (16,1%) (см. табл. 1).

Среднее значение седиментации муки образцов коллекции яровой тритикале в условиях юго-востока Республики Казахстан варьировало в пределах 29,1–64,9 мл. По седиментации муки установлена шкала для пшеницы (см. сноску 8). В связи с тем, что подобная шкала до конца не разработана для тритикале, ее применяли для характеристики яровой тритикале. Зерно с высоким показателем седиментации – это зерно, которое идет на производство муки для получения гарантированно качественных хлебобулочных изделий. Из коллекции выделено пять образцов с седиментацией выше 60 мл, относящейся к категории «сильная» (60–69 мл): Укро (64,9), Коровай харіківський

(63,3), Addax (62), № 7 Ровня × Лотос (61,3), МХ 107 (60,0 мл) (см. табл. 1).

Корреляционный анализ показал высокий уровень корреляции содержания белка и седиментации муки (0,979) (см. рисунок, табл. 2).

Крахмал – один из самых распространенных компонентов зерновых культур, является важным запасным полисахаридом в зерне [12]. По его содержанию зерно зерновых культур сильно различается между собой. Так, в зернах озимой пшеницы, выращенной в Тюменской области, его содержание составляет 44,3–57,7%, озимой ржи – 58,7–60,4, озимой тритикале 58,3–62,3% (см. сноску 2), озимой тритикале, выращенной в Ростовской области, 62,6–66,9% [13]. Многие авторы отмечают в зерне тритикале высокое содержание крахмала 62,3–70,9% (см. сноски 2, 3)¹⁴ [13]. По данным Бочарниковой О.Г. и др. [9], содержание крахмала в зерне ярового тритикале в условиях Центрально-черноземного района РФ составило 53,6–65,8%. Установлено, что содержание крахмала в зерне тритикале в значительной мере зависит от условий окружающей среды и генотипа [15, 16]. Разработаны методы выделения крахмала из зерна тритикале [17].

По данным исследования, размах варьирования содержания крахмала у изучаемых образцов яровой тритикале находился в пределах 56,4–60,7%. Из коллекции выделены образцы с содержанием крахмала выше 60%: WANAD (60,4%), Pollmer 2,1,1 (60,7), Fahad 8-2*2//PTR (60,1), Рубик (60,2), Л 5635 (60,4), Mieszko (60,2), Л-105/08 (60), Siskiyou (60,2%).

Для зерна тритикале характерна повышенная активность фермента α -амилазы¹⁵ [18]. Существует проблема получения качественного хлеба из тритикале, связанная с

¹³Худенко М.А. Сравнительная характеристика образцов яровой тритикале коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: ВАК РФ 06.01.05 / ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет». Красноярск, 2014. 170 с.

¹⁴Андреев Н.Р., Носовская Л.П., Адижаева Л.В. О разработке исходных требований для селекции высококрахмалистых сортов и гибридов тритикале на основе их технологической оценки // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности сырья и продуктов в условиях ВТО». Углич, 2013. С. 28–31.

¹⁵Гриб С.И. Селекция тритикале в Беларуси: результаты, проблемы и пути их решения // Материалы Междунар. практ. конф. «Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов». Ростов-на-Дону: ДЗНИИСХ, 2010. С. 74–78.

Табл. 1 Результаты технологического анализа зерен яровой тритикале, среднее значение урожая 2018, 2019 гг. ($\bar{x} \pm \sigma$)

Table 1. The results of the technological analysis of spring triticale grains, the average value of the 2018, 2019 crop ($\bar{x} \pm \sigma$)

Образец коллекции	Страна происхождения / мировая коллекция	Натура, г/л	Протеин, %	Крахмал, %	Седиментация, мл	Число падения, с
1	2	3	4	5	6	7
Рубик	Беларусь	682,5 ± 61,7	12,5 ± 1,9	60,3 ± 3,2	34,6 ± 14,9	300,5 ± 60,1
Русло	»	667 ± 60,8	14,0 ± 2,0	58,0 ± 2,6	45,3 ± 13,2	291,5 ± 54,4
Ульяна	»	700 ± 62,9	14,2 ± 2,5	58,8 ± 3,5	44,4 ± 17,5	286 ± 48,1
Инесса	»	695,5 ± 70,7	13,9 ± 1,8	58,7 ± 2,3	44,3 ± 11,7	329 ± 12,7
Полесье	»	724 ± 88,4	14,1 ± 1,8	58,1 ± 1,6	46,2 ± 17,2	214,5 ± 80,4
Лотос	»	675,5 ± 82,0	14,2 ± 3,9	59,0 ± 4,8	46,8 ± 26,5	323,5 ± 23,3
Немига 2	»	708 ± 48,1	13,4 ± 0,4	59,1 ± 3,5	41,1 ± 19,9	281 ± 26,9
Укро	Россия/ Украина	681 ± 41,0	16,4 ± 0,1	56,4 ± 0,1	64,9 ± 1,6	357 ± 33,9
№ 7 (Ровня × Лотос)	Россия	674 ± 50,2	16,2 ± 1,6	55,9 ± 0,4	61,3 ± 2,4	244,5 ± 64,3
№ 11 (Гребешок × Т722)	»	728,5 ± 51,4	14,4 ± 0,9	57,5 ± 2,0	46,8 ± 9,6	266 ± 36,8
№ 15 (Память Мережко × Амиго)	»	709,5 ± 71,4	14,5 ± 1,4	57,2 ± 1,3	50,9 ± 5,4	261 ± 56,6
№ 20 (Prado × Матейка)	»	678 ± 26,9	12,9 ± 3,1	58,7 ± 1,8	33,1 ± 10,0	246,5 ± 71,4
Дагво	»	668 ± 90,5	13,9 ± 1,7	58,9 ± 3,5	43,0 ± 21,2	283,5 ± 48,8
Золотой гребешок	»	715 ± 42,4	14,2 ± 2,0	58,0 ± 2,0	50,8 ± 11,0	245,5 ± 12,0
Хайкар	»	685 ± 43,8	14,6 ± 1,2	58,1 ± 2,5	50,1 ± 14,3	332,5 ± 23,3
Саур	»	693 ± 53,7	14,2 ± 1,1	58,4 ± 1,6	46,8 ± 3,9	287,5 ± 48,8
Праг 499	»	705,5 ± 47,4	13,8 ± 1,8	59,0 ± 1,6	44,7 ± 10,9	284 ± 39,6
Праг 501	»	728 ± 66,5	13,8 ± 2,2	59,2 ± 2,8	40,3 ± 14,6	290,5 ± 91,2
Праг 503	»	680,5 ± 79,9	15,1 ± 2,5	57,8 ± 3,0	55,6 ± 10,7	300,5 ± 10,6
Л 5635	»	677 ± 80,6	12,7 ± 3,0	60,4 ± 3,5	34,5 ± 16,2	358 ± 116,0
Л 2118	»	692 ± 90,5	14,3 ± 1,1	58,9 ± 3,8	47,8 ± 20,9	192 ± 73,5
Л 2226	»	688 ± 52,3	15,9 ± 3,5	56,8 ± 1,7	61,8 ± 5,4	304 ± 17,0
Мыкола	Украина	699,5 ± 46,0	13,9 ± 2,4	58,8 ± 2,1	43,0 ± 8,4	276 ± 22,6
Коровай харіківський	»	671 ± 53,7	16,2 ± 0,4	56,6 ± 1,4	63,3 ± 1,8	262 ± 55,2
Соловей харіківський	»	701 ± 75,0	14,4 ± 3,3	58,7 ± 3,6	48,4 ± 24,5	322 ± 38,2
Легінь харіківський	»	674,5 ± 64,3	15,2 ± 0,5	57,8 ± 3,0	52,6 ± 10,7	298 ± 41,0
Виктория	»	688,5 ± 65,8	14,8 ± 1,9	58,3 ± 0,9	51,5 ± 0,8	320,5 ± 27,6
ЯТХ-42	»	695,5 ± 44,5	14,3 ± 2,7	58,6 ± 3,3	48,7 ± 23,6	273,5 ± 33,2
Крупильский	»	692,5 ± 38,9	13,3 ± 1,7	59,3 ± 2,5	41,3 ± 10,3	289 ± 28,3
Muiz	Австрия	678,5 ± 33,2	15,2 ± 0,1	57,5 ± 0,8	55,8 ± 6,0	286 ± 28,5
Mieszko	Польша	659,5 ± 53,0	12,6 ± 3,3	60,3 ± 4,7	36,5 ± 21,8	305,5 ± 14,8
Дуплет	»	655 ± 46,7	15,5 ± 0,5	56,8 ± 0,4	57,3 ± 6,6	299,5 ± 21,9
Л-105/08	КНИИСХ	695 ± 53,7	13,2 ± 1,9	60,0 ± 2,7	38,5 ± 12,0	339 ± 8,5
АС Certa	Канада	694,5 ± 71,4	14,1 ± 2,7	58,7 ± 3,1	49,1 ± 18,5	335 ± 21,2
Rapion	Аргентина	684,5 ± 77,2	14,3 ± 2,1	58,1 ± 2,5	49,0 ± 18,4	304,5 ± 61,5
Peura 5-1	»	707 ± 75,0	14,2 ± 2,8	58,1 ± 3,0	51,0 ± 17,0	285 ± 4,2

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Примэвара 5	Молдова	668,5 ± 62,5	13,9 ± 2,7	58,4 ± 2,9	43,0 ± 21,2	322 ± 33,9
ЭС 1008	Казахстан	655,5 ± 57,3	12,4 ± 1,6	59,9 ± 3,0	30,9 ± 12,5	280,5 ± 46,0
Указ	»	703 ± 42,5	15,2 ± 2,1	57,3 ± 2,1	58,8 ± 11,5	275,5 ± 26,4
Dahbi /3/ Fahad 8-2 U-3886	СИММУТ, Мексика	704 ± 65,1	14,5 ± 0,1	57,3 ± 0,6	46,4 ± 1,9	265 ± 96,2
MX 30	»	732,5 ± 70,0	14,2 ± 2,3	57,5 ± 2,3	47,6 ± 15,0	239 ± 152,7
MX 31	»	736,5 ± 58,7	14,2 ± 1,1	58,1 ± 1,1	43,7 ± 8,0	195,5 ± 57,3
MX 58	»	716,5 ± 41,7	14,1 ± 1,7	57,6 ± 1,7	45,2 ± 7,4	262,5 ± 108
MX 72	»	691,5 ± 57,3	14,7 ± 2,6	58,1 ± 2,8	51,6 ± 16,4	274,5 ± 41,7
MX 107	»	697 ± 50,9	15,6 ± 0,2	56,8 ± 1,1	60,0 ± 0,2	291,5 ± 60,1
Dakold 97	»	659,5 ± 78,5	15,5 ± 2,0	57,0 ± 2,4	56,1 ± 11,5	250,5 ± 63,6
MX 101 Caniero/Zilo	»	681,5 ± 75,7	14,1 ± 2,5	58,4 ± 3,0	46,4 ± 17,5	257,5 ± 50,2
U 3879	»	669,5 ± 70,0	14,6 ± 2,8	57,6 ± 3,2	48,7 ± 16,5	273 ± 65,1
Passi 4/NIMIR	»	684,5 ± 55,9	14,4 ± 2,6	58,8 ± 3,6	48,5 ± 19,1	274,5 ± 77,1
Caborca 79	»	668 ± 58,0	14,4 ± 1,9	58,4 ± 2,8	51,7 ± 15,1	336 ± 9,9
Tiga	»	689,5 ± 61,5	13,8 ± 3,3	59,1 ± 4,1	45,9 ± 22,4	307 ± 59,4
WANAD	»	686,5 ± 72,8	12,3 ± 2,0	60,5 ± 3,3	29,1 ± 12,8	319 ± 29,7
Pollmer 2,1,1	»	684 ± 77,8	12,6 ± 3,5	60,7 ± 4,5	35,7 ± 2,5	279 ± 52,3
Fahad 8-2*2//PTP	»	717 ± 31,1	13,7 ± 1,1	60,1 ± 1,1	45,3 ± 7,4	268,5 ± 51,6
Fahad 8-2 U 3878	»	709,5 ± 81,3	13,2 ± 3,0	59,8 ± 4,0	38,9 ± 21,1	310 ± 36,8
Coorong	»	715,5 ± 70,0	13,8 ± 2,7	58,5 ± 3,0	41,8 ± 20,9	242,5 ± 4,9
Addax	»	635 ± 61,5	16,4 ± 1,9	55,6 ± 3,2	62,0 ± 14,9	–
Anteater	»	702 ± 41,0	14,2 ± 1,9	57,9 ± 3,0	44,0 ± 12,5	–
Bruin	»	646 ± 37,1	13,8 ± 2,3	58 ± 4,3	42,0 ± 11,4	–
Cheetah	»	685 ± 31,5	14,3 ± 1,4	56,8 ± 3,3	50,0 ± 10,5	–
Ningadhu	»	638 ± 32,6	13,7 ± 2,7	57 ± 3,0	34,0 ± 12,5	–
Fawn	»	674 ± 41,1	16,1 ± 0,9	55,4 ± 2,3	57,0 ± 9,3	–
Gazelle	»	672 ± 31,5	14,5 ± 1,9	57,3 ± 3,5	48,0 ± 12,5	–
Tarasca 87_1/YOGUI_1	»	731 ± 51,2	14,1 ± 1,9	58,2 ± 3,4	42,0 ± 12,5	–
Siskiyou	»	702 ± 32,7	12,6 ± 2,8	60,2 ± 1,3	35,0 ± 19,7	–
Toort	»	597 ± 45,3	14,2 ± 1,9	57,2 ± 3,1	45,0 ± 10,5	–
Lince	»	638 ± 36,1	16,5 ± 1,1	55 ± 2,3	58,0 ± 7,5	–
Whale	»	745 ± 38,8	13,4 ± 1,6	59 ± 3,3	39,0 ± 16,9	–
Wombat	»	685 ± 51,1	15,1 ± 1,0	56,1 ± 3,7	54,0 ± 6,5	–
Zebra 357	»	732 ± 38,5	14,2 ± 1,3	57,8 ± 2,3	44,0 ± 17,8	–

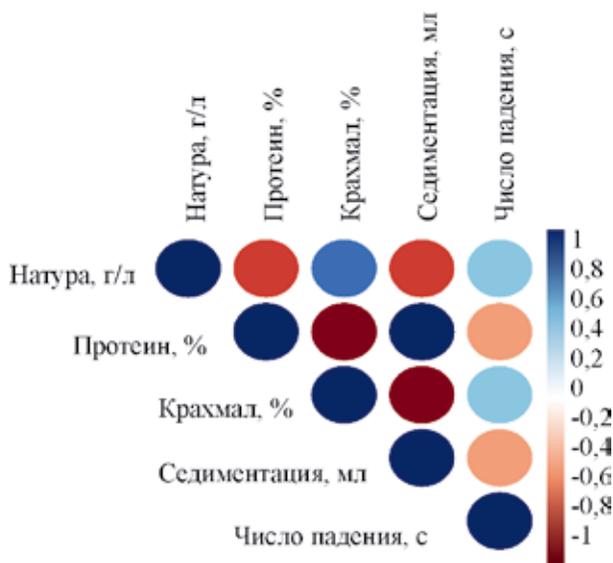
тем, что в зерне этой культуры содержится большое количество α-амилазы. Действие ее вызывает гидролиз крахмала, потерю водоудерживающих свойств в веществе. Это препятствует формированию нормального мякиша хлеба [19, 20]. По сравнению с пше-

ничным, хлеб из зерна тритикале с высокой активностью фермента α-амилазы (вязкость по амилографу 110–150 е. ам.) имеет меньший объем, грубую корку, плотный и слипающийся мякиш с характерным слегка сладковатым вкусом [21]. Одним из рас-

пространенных методов оценки активности фермента α-амилазы является определение по числу падения¹⁶ [22, 23].

По данным исследователей, активность фермента α-амилазы по числу падения у сортов озимой пшеницы составляет 386–425 с, что свидетельствует о низкой активности этого фермента, у сортов озимой тритикале этот показатель на уровне 195 с [22]. Высокая активность фермента α-амилазы связана со слабой устойчивостью зерна к прорастанию на корню [24]. При прорастании зерен часть крахмала преобразуется в сахар, при этом хлебопекарные свойства муки из такого зерна резко ухудшаются. Известно, что в процессе образования эндосперма активность α-амилазы у тритикале возрастает, в то время как у пшеницы и ржи она падает¹⁷ [25]. Повышенная активность α-амилазы в эндосперме тритикале вызывает гидролиз крахмала и нарушение формирования алейронового слоя, что приводит к недовыполненности, морщинистости и прорастанию зерна на корню, причем вероятность этих явлений значительно возрастает с продолжительностью вегетационного периода и поздним созреванием [26].

Классификацию значений числа падения тритикале определяли по ГОСТ 34023-2016 (см. сноску 12). Результаты исследований в 2018, 2019 гг. показали, что сорта яровой



Коэффициенты корреляций значений качества зерна

Correlation coefficients of grain quality values

тритикале в условиях юго-востока Казахстана формировали зерно с высоким числом падения – в пределах 192–336 с. Зерно сортов яровой тритикале по указанной классификации отнесено к зерну первого класса. Выделены следующие сорта с высоким числом падения и, следовательно, с низкой амилазной активностью: Л-105/08 (339 с), Saborca 79 (336), AC Certa 9335), Хайкар (332,5), Инесса (329), Лотос (323), Соловей харківський (322), Виктория (320,5 с).

Табл. 2. Результаты корреляционного анализа

Table 2. Results of correlation analysis

Параметры качества зерна	Натура зерна, г/л	<i>p</i>	Протеин, %	<i>p</i>	Крахмал, %	<i>p</i>	Седиментация, мл	<i>p</i>	Число падения, с	<i>p</i>
Натура зерна, г/л	1	–	-0,737	< 2.2e-16	0,738	< 2.2e-16	-0,677	< 2.2e-16	0,427	1.489e-06
Протеин, %	-0,737	< 2.2e-16	1	–	-0,968	< 2.2e-16	0,979	< 2.2e-16	-0,461	1.747e-07
Крахмал, %	0,738	< 2.2e-16	-0,968	< 2.2e-16	1	–	-0,932	< 2.2e-16	0,518	2.858e-09
Седиментация, мл	-0,677	< 2.2e-16	0,979	< 2.2e-16	-0,932	< 2.2e-16	1	–	-0,409	4.053e-06
Число падения, с	0,427	1.489e-06	-0,461	1.747e-07	0,518	2.858e-09	-0,409	4.053e-06	1	–

Примечание. *p* – значение уровня значимости коэффициента корреляции.

¹⁶Мироненко Н.Н. Хлебопекарная оценка и биологические ценности сортов тритикале // Научные основы повышения устойчивости современного земледелия: сб. науч. тр. Воронеж: ВГАУ, 2002. С. 225–228.

¹⁷Спиридович Е.В. Биохимическая характеристика α-амилазной системы зерновок тритикале и родительских форм (пшеницы и ржи): автореф. дис ... канд. биол. наук: 03.01.04. Минск, 1990. 20 с.

Корреляционный анализ значений содержания крахмала в зерне тритикале и натуре зерна показал высокий уровень корреляции – 0,738. Число падения показало положительную корреляцию с содержанием крахмала (0,518) (см. табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в условиях юго-востока Республики Казахстан изучена мировая коллекция яровой тритикале по качеству зерна.

На основании оценки коллекционных образцов яровой тритикале по содержанию протеина, седиментации муки, числу падения выделены пять образцов (Укро, Коровай харківський, Addax, № 7 (Ровня × Лотос), МХ 107 для хлебопекарного направления).

По высокому содержанию крахмала (выше 60%) выделены семь образцов: WANAD (60,4%), Pollmer 2,1,1 (60,7), Fahad 8-2*2//PTR (60,1), Рубик (60,2), Л 5635 (60,4), Mieszko (60,2), Л-105/08 (60), Siskiyou (60,2%) для кормового направления.

Установлена высокая положительная взаимосвязь между содержанием крахмала и натурой зерна ($r = 0,738$), положительная корреляция содержания крахмала и числа падения ($r = 0,518$). Это свидетельствует о важной роли крахмала в формировании и достижении выполненности зерновки яровой тритикале.

Все образцы сортов яровой тритикале в условиях юго-востока Казахстана формировали зерно с высоким числом падения (в пределах 192–336 с) и оценены как зерно первого класса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Wrigley C., Bushuk W.* Chapter 8 – Triticale: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements // *Cereal Grains (Second Edition) Assessing and Managing Quality Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition.* 2017. P. 179–194. DOI: 10.1016/B978-0-08-100719-8.00008-5.
2. *Mcgoverin C., Snyders F., Muller N., Botes W., Fox G.P., Manley M.* A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain

quality // *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2011. Vol. 91 (7). P. 1155–1165. DOI: 10.1002/jsfa.4338.

3. *Бирюков К.Н., Крохмаль А.В., Глуховец Т.В.* Роль тритикале в стабилизации производства кормов на Дону // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* 2013. Т. 4 (42). С. 68–71.
4. *Грабовец А.И., Крохмаль А.В.* Селекция тритикале на зеленый корм // *Достижения науки и техники АПК.* 2018, Т. 32. № 12. С. 40–42. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11211.
5. *Корячкина С.Я., Кузнецова Е.А., Черепнина Л.В.* Технология хлеба из целого зерна тритикале: монография. Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПУ», 2012. 177 с.
6. *Сечняк Л.К., Сулима Ю.Г.* Тритикале: монография. М.: Колос, 1984. 317 с.
7. *Васильев М.* Тритикале – перспективная культура по фуражным и хлебопекарным качествам // *Сельское хозяйство Молдовы.* 1991. № 5. С. 14–16.
8. *Тысленко А.М., Зуев Д.В., Чарушникова Е.А.* Продуктивность и технологические качества зерна образцов яровой тритикале // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* 2019. Т. 2–1. С. 64–68. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10534.
9. *Бочарникова О.Г., Горбунов В.Н., Шевченко В.Е.* Оценка сортов яровой тритикале по продуктивности и качеству зерна // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета.* 2017. № 2 (53). С. 23–30. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2017.2.23.
10. *Сухова О.В.* Исследование химического состава зерна тритикале как основного белковосодержащего сырья // *Вестник НГИЭИ,* 2013. № 8 (27). С. 85–90.
11. *Белоусова Е.М.* Классификация сортов пшеницы по хлебопекарной силе // *Селекция и семеноводство.* 1990. № 4. С. 16–19.
12. *Mikulikova D., Horvathova V., Žofajová A.* Starch level and composition of wheat, rye and triticale grains // *Chemicke Listy.* 2008. Vol. 102 (9). P. 822–828.
13. *Крохмаль А.В., Грабовец А.И.* Формирование качества зерна тритикале // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета.* 2015. № 2 (52). С. 46–48.
14. *Buresova I., Sedlackova I., Faměra O., Lipavský J.* Effect of growing conditions on starch and protein content in triticale grain and amylose content in starch // *Plant Soil and*

- Environment. 2010. Vol. 56 (3). P. 99–104. DOI: 10.17221/123/2009-PSE.
15. Hurkman W.J., McCue K.F., Altenbach S.B., Korn A., Tanaka C.K., Kotharia K.M., Johnson E.L., Bechtel D.B., Wilson J.D., Anderson O.D., DuPont F.M. Effect of temperature on expression of genes encoding enzymes for starch biosynthesis in developing wheat endosperm // *Plant Science*, 2003. Vol. 164 (5). P. 873–881. DOI: 10.1016/S0168-9452(03)00076-1.
16. Liu P., Guo W., Iang Z.J., Pu H., Feng C., Zhu X., Peng Y., Kuang A., Little C.R. Effects of high temperature after anthesis on starch granules in grains of wheat (*Triticum aestivum* L.) // *Journal of Agricultural Science*. 2011. Vol. 149. P. 159–169. DOI:10.1017/S0021859610001024.
17. Костенко В.Г., Андреев Н.Р., Кривицун Л.В., Ладыгина Е.А., Носовская Л.П., Адикаева Л.В. Выделение крахмала из зерна тритикале // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. Т. 28. № 12. С. 70–71.
18. Сокол Н.В., Гриценко С.А., Храмова Н.С., Гайдукова О.П., Ковтуненко В.Я. Исследование технологических особенностей муки тритикале для производства мучных кондитерских изделий функционального назначения // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2008. № 10. С. 27–30.
19. Еркинбаева Р.К. Технологии хлебобулочных изделий из тритикалевой муки // *Хлебопечение России*. 2004. № 4. С. 14–15.
20. Тертычная Т.Н., Кречетова С.В., Дерканосова Н.М. Оптимизация рецептуры хлеба повышенной пищевой ценности на основе тритикале // *Хлебопечение России*. 2003. № 1. С. 16–18.
21. Шаболкина Е.Н. Разработка методов оценки зерна тритикале по хлебопекарным свойствам // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2010. № 28–1. С. 33–34.
22. Каракулев В.В., Иванова Л.В., Шустер Д.В. Сравнительная оценка качества зерна озимых зерновых культур // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2013. № 1 (39). С. 49–50.
23. Козлов А.А., Титаренко А.В., Титаренко Л.П., Вертий Н.С. Некоторые показатели качества зерна самоопыленных линий аллополиплоидной озимой ржи // *Зерновое хозяйство России*. 2012. № 3 (21). С. 52–55.
24. Данилкин Н.М., Соловьев А.А. Устойчивость линий и гибридов яровой тритикале к прорастанию зерна на корню // *Известия ТСХА*. 2008. Вып.1. С. 81–85.
25. Сергеев А.В., Беркутова Н.С., Чичкин С.Н. Развитие зерновки тритикале и способность её к прорастанию по фазам созревания. Совершенствование селекционно-генетических методов при выведении сортов зерновых и кормовых культур для Нечерноземья. М., 1984. С. 74–80.
26. Гордей И.А. Тритикале. Генетические основы создания: монография. Минск: Наука и техника, 1992, 285 с.

REFERENCES

1. Wrigley C., Bushuk W. Chapter 8 - Triticale: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements Cereal Grains (Second Edition) Assessing and Managing Quality Woodhead. *Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 2017, pp. 179–194. DOI: 10.1016/B978-0-08-100719-8.00008-5.
2. McGoverin C., Snyders F., Muller N., Botes W., Fox G.P., Manley M. A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2011, vol. 91, no. 7, pp. 1155–1165. DOI: 10.1002/jsfa.4338.
3. Biryukov K.N., Krokmal' A.V., Glukhovets T.V. Rol' tritikale v stabilizatsii proizvodstva kormov na Donu [The role of triticale in forage production stabilization in the Don region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], 2013, vol. 4, no. 42, pp. 68–71. (In Russian).
4. Grabovets A.I., Krokmal' A.V. Selektsiya tritikale na zelenyi korm [Triticale breeding for green fodder]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2018, vol. 32, no. 12, pp. 40–42. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11211.
5. Koryachkina S.Ya., Kuznetsova E.A., Cherepnina L.V. *Tekhnologiya khleba iz tselogo zerna tritikale* [The technology of bread from whole grain triticale]. Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet-UNPU», 2012, 177 p. (In Russian).
6. Sechnyak L. K., Sulima Yu.G. *Tritikale* [Triticale]. M.: Kolos, 1984, 317 p. (In Russian).
7. Vasil'ev M. Triticale – perspektivnaya kul'tura po furazhnym i khlebopekarnym kachestvam

- [Triticale is a promising crop for feed and baking qualities]. *Sel'skoe khozyaistvo Moldovy* [Agriculture of Moldova], 1991, no. 50, pp. 14–16. (In Russian).
8. Tyslenko A.M., Zuev D.V., Charushnikova E.A. Produktivnost' i tekhnologicheskie kachestva zerna obraztsov yarovoi triticale [Productivity and technological qualities of grains of specimen spring Triticale]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [International Journal of Humanities and Social Science], 2019, vol. 2–1, pp. 64–68. (In Russian). DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10534.
 9. Bocharnikova O.G., Gorbunov V.N., Shevchenko V.E. Otsenka sortov yarovogo tritikale po produktivnosti i kachestvu zerna [Varieties of spring triticale rating of productivity factor and grain quality]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Voronezh State Agrarian University], 2017, vol. 2, no. 53, pp. 3–30. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2071-2243.2017.2.23.
 10. Sukhova O.V. Issledovanie khimicheskogo sostava zerna tritikale kak osnovnogo belkovosoderzhashchego syr'ya [Research of the chemical composition of triticale grain as main raw materials containing proteins]. *Vestnik NGIEI* [Bulletin of Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute], 2013, vol. 8, no. 27, pp. 85–90. (In Russian).
 11. Belousova E.M. Klassifikatsiya sortov pshenitsy po khlebopekarnoi sile [Classification of wheat varieties by baking power]. *Selektsiya i semenovodstvo* [Breeding and Seed Production], 1990, no. 4, pp. 16–19. (In Russian).
 12. Mikulikova D., Horvathova V., Žofajová A. Starch level and composition of wheat, rye and triticale grains. *Chemické Listy*, 2008, vol. 102, no. 9, pp. 822–828.
 13. Krokhal' A.V., Grabovets A.I. Formirovanie kachestva zerna tritikale [Formation of triticale grain quality]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], 2015, no. 52, pp. 46–48. (In Russian).
 14. Buresova I., Sedlackova I., Faměra O., Lipavský J. Effect of growing conditions on starch and protein content in triticale grain and amylose content in starch. *Plant Soil and Environment*, 2010, vol. 56, no. 3, pp. 99–104. DOI: 10.17221/123/2009PSE.
 15. Hurkman W.J., McCue K.F., Altenbach S.B., Korn A., Tanaka C.K., Kotharia K.M., Johnson E.L., Bechtel D.B., Wilson J.D., Anderson O.D. DuPont F.M. Effect of temperature on expression of genes encoding enzymes for starch biosynthesis in developing wheat endosperm. *Plant Science*, 2003, vol. 164, no. 5, pp. 73–881. DOI: 10.1016/S0168-9452(03)00076-1.
 16. Liu P., Guo W., Iang, Z.J., Pu H., Feng C., Zhu X., Peng Y., Kuang A., Little C. R. Effects of high temperature after anthesis on starch granules in grains of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science*, 2011, vol. 149, pp. 159–169. DOI: 10.1017/S0021859610001024.
 17. Kostenko V.G., Andreev N.R., Krivtsun L.V., Ladygina E.A., Nosovskaya L.P., Adikayeva L.V. Vydelenie krakhmala iz zerna tritikale [Extraction of starch from triticale grain]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, vol. 28, no. 12, pp. 70–71. (In Russian).
 18. Sokol N.V., Gritsenko S.A., Khramova N.S., Gaidukova O.P., Kovtunenkov V.Ya. Issledovanie tekhnologicheskikh osobennosti muki tritikale dlya proizvodstva muchnykh konditerskikh izdelii funktsional'nogo naznacheniya [Research of technological features of triticale flour for manufacture of flour confectionery products of functional purpose]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2008, no. 10, pp. 27–30. (In Russian).
 19. Erkinbaeva R.K. Tekhnologii khlebobulochnykh izdelii iz tritikalevoi muki [Technology of bakery products from triticale flour]. *Khlebopechenie Rossii* [Bread Making in Russia], 2004, no. 4, pp. 14–15. (In Russian).
 20. Tertychnaya T.N., Krechetova S.V., Derkanosova N.M. Optimizatsiya retseptury khleba povyshennoi pishchevoi tsennosti na osnove tritikale [Optimizing recipe of bread of higher nutritive value based on triticale]. *Khlebopechenie Rossii* [Bread Making in Russia], 2003, no. 1, pp. 16–18. (In Russian).
 21. Shabolkina E.N. Razrabotka metodov otsenki zerna tritikale po khlebopekarnym svoistvam [Development of methods of triticale wheat grain evaluation according to its bread baking qualities]. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta* [Izvestiya of Orenburg State Agrarian University], 2010, no. 28–1, pp. 33–34. (In Russian).

22. Karakulev V.V., Ivanova L.V., Shuster D.V. Sravnitel'naya otsenka kachestva zerna ozimnykh zernovykh kul'tur [Comparative evaluation of winter wheat grain crops quality]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya Orenburg State Agrarian University], 2013, vol. 1, no. 39, pp. 49–50. (In Russian).
23. Kozlov A.A., Titarenko A.V., Titarenko L.P., Vertii N.S. Nekotorye pokazateli kachestva zerna samoopylennykh linii allopoliploidnoi ozimoi rzhi [Some grain quality indicators of self-pollinated lines of allopolyploid winter rye]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain Economy of Russia], 2012, vol. 3, no. 21, pp. 52–55. (In Russian).
24. Danilkin N.M., Solov'eva A.A. Ustoichivost' linii i gibridov yarovoi tritikale k prorastaniyu zerna na kornyu [Spring triticale lines and hybrids resistance to germination of seeds on root]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy], 2008, vol. 1, pp. 81–85. (In Russian).
25. Sergeev A.V., Berkutova N.S., Chichkin S.N. Razvitie zernovki tritikale i sposobnost' ee k prorastaniyu po fazam sozrevaniya. *Sovershenstvovanie selektsionno-geneticheskikh metodov pri vyvedenii sortov zernovykh i kormovykh kul'tur dlya Nechernozem'ya* [Development of triticale caryopsis and its ability to germinate in ripening phases. Improving breeding and genetic methods in the cultivation of varieties of cereals and fodder crops for the Non-Chernozem region], Moscow, 1984, pp. 74–80.
26. Gordei I.A. *Tritikale. Geneticheskie osnovy sozdaniya* [Triticale. Genetic basis of its creation]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1992, 285 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Ержебаева Р.С., кандидат биологических наук, руководитель группы; **адрес для переписки:** Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, пос. Алмалыбак, ул. Ерлепесова, 1; e-mail: raushan_2008@mail.ru

Таджибаев Д., младший научный сотрудник
Аbugалиева А.И., доктор биологических наук, профессор, заведующая аналитической лабораторией

Финансовая поддержка

Работа выполнена в рамках финансирования Комитета науки МОН РК по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований» проекту № AP05132430 «Внедрение ДНК-маркеров и андрогенной технологии в селекцию яровой тритикале».

AUTHOR INFORMATION

✉ Yerzhebayeva R.S., Candidate of Science in Biology, Head of the Group; **address:** 1, Yerlepesov St., Almalybak, Karasay District, Almaty region, Republic of Kazakhstan, 040909; e-mail: raushan_2008@mail.ru

Tajibaev D., Junior Researcher
Abugaliev A.I., Doctor of Science in Biology, Professor, Laboratory Head

Дата поступления статьи 23.03.2020
Received by the editors 23.03.2020