

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В КОНТРАСТНЫХ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Р. Н. Ф. Абделькави¹, аспирант кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства, ramy.ra86@mail.com, ORCID ID: 0000-0002-7018-2271;

А. А. Соловьев^{2,3}, зав. лабораторией маркерной и геномной селекции растений, доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, a.soloviev70@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4480-8776

¹ФГБУ ВО «Российский ГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева»,

127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»,

127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 42;

³ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина»,

127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 4

Приведены результаты изучения образцов яровой тритикале в 2017–2018 гг., выращенных в условиях Полевой опытной станции РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева и отдела отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. Изучены 10 сортов отечественной и зарубежной селекции, а также 10 селекционных линий, полученных с участием авторов. Эксперимент и анализ результатов работы выполнены по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Представлены результаты оценки качества зерна в контрастных погодных-климатических условиях 2017–2018 гг. Погодные условия 2018 г. благоприятно сложились для формирования более качественного зерна в сравнении с 2017 г. По содержанию белка, содержанию клейковины, качеству клейковины, стекловидности зерна, числу падения и объемному выходу хлеба в основном все образцы имели значения выше в 2018 г. в сравнении с 2017 г. При этом отмечено снижение урожайности. В целом по результатам изучения за два года выделены следующие образцы яровой тритикале – сорт Dublet и селекционные линии 131/1656 и С 259 как наиболее высокоурожайные, способные давать устойчиво урожайность свыше 50 ц/га, обладающие адаптивностью и хорошими показателями качества зерна. Сорта Лана, Sandro и селекционные линии 131/7, С 259, 6-35-5 и П2-13-5-2 показали высокое содержание белка и клейковины в сравнении со стандартом Укро. Установлено отрицательное значение взаимосвязи между содержанием белка и урожайностью зерна ($r = -0,54$), содержанием клейковины и урожайностью ($r = -0,61$). Выделенные образцы могут быть использованы в селекционных программах на урожайность и хорошее качество зерна.

Ключевые слова: яровая тритикале, качество зерна, содержание белка, содержание клейковины, стекловидность, число падения, урожайность зерна.

Для цитирования: Абделькави Р. Н. Ф., Соловьев А. А. Особенности формирования качества зерна яровой тритикале в контрастных погодных-климатических условиях // *Зерновое хозяйство России*. 2020. № 2(68). С. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-3-7.



THE PECULIARITIES OF FORMATION OF SPRING TRITICALE KERNELS QUALITY IN THE CONTRAST WEATHER CONDITIONS

R. N. F. Abdelkavi¹, post-graduate of the department of genetics, biotechnology, breeding and seed production, ramy.ra86@mail.com, ORCID ID: 0000-0002-7018-2271;

A. A. Soloviev^{2,3}, head of the laboratory for marker and genome plant breeding, Doctor of biological Sciences, professor, professor of RAS, a.soloviev70@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4480-8776

¹Russian SAU – MAA named after K. A. Timiryazev,

127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49;

²All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology,

127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 42;

³Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin,

127276, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

The current paper has given the study results of spring triticale samples grown under the conditions of the field experimental station of the Russian SAU – MAA named after K. A. Timiryazev and the department of remote hybridization of the Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin in 2017–2018. There have been studied 10 varieties of domestic and foreign selection, as well as 10 breeding lines developed with the authors' participation. The trial and analysis of the results have been performed according to the method of State Variety Testing of agricultural crops. There have been presented the results of grain quality assessment in contrasting weather and climate conditions of 2017–2018. The weather conditions in 2018 were favorable for the formation of better grain in comparison with 2017. Almost all samples showed greater indices of protein and gluten content, gluten quality, kernel hardness, falling number and bread volume in 2018 than these in 2017. At the same time, there was seen productivity decrease. In general, according to the study results over two years, there were identified the spring triticale sample "Dublet" and the breeding lines "131/1656" and "С 259" as the most productive and capable to give stable yields of more than 50 kg/ha; with good adaptability and grain quality. The varieties "Lana", "Sandro" and the breeding lines "131/7", "С 259", "6-35-5" and "P2-13-5-2" showed a high protein and gluten content compared to the standard variety "Ukro". There has been identified a negative value of the correlation between the indicators of protein content and grain yield ($r = -0.54$), gluten content and yield ($r = -0.61$). The identified samples could be used in the breeding programs for better yields and good grain quality.

Keywords: spring triticale, grain quality, protein percentage, gluten content, kernel hardness, falling number, grain productivity.

Введение. Тритикале – культура гибридного происхождения, полученная путем скрещивания пшеницы и ржи. В последние годы она становится все более популярной для продовольственного применения, производства муки, хлеба, кондитерских изделий и мюсли (Грабовец и др., 2010; Грабовец и др., 2013; Чернышова и др., 2015; Senhofa et al., 2015). Зерно и продукты его переработки находят применение в пивоваренной, крахмалопаточной, спиртовой, бумажной и других отраслях промышленности (Крохмаль и Грабовец, 2015). За последние годы в селекции этой культуры достигнуты большие успехи. Созданы коммерческие сорта, у которых преодолены многие недостатки, свойственные культуре на начальных этапах ее становления, такие как позднезрелость, высокорослость, деформированное зерно (Баженов и др., 2011; Рубец и др., 2014; Ворончихин и др., 2018). В то же время проблема повышения хлебопекарных качеств яровой тритикале остается недостаточно решенной, поскольку тритикале рекомендуется прежде всего в качестве кормовой культуры для производства комбикорма (Скатова и др., 2016). В отношении яровой тритикале следует заметить, что она, как и в случае пшеницы, дает более качественное зерно в сравнении с озимой. В пределах имеющегося разнообразия форм яровой тритикале встречаются образцы, существенно различающиеся по характеристикам качества зерна. Исходя из этого, целью данного исследования являлась оценка показателей качества зерна у сортов и селекционных линий и выделение лучших для использования в селекционном процессе.

Материалы и методы исследований. Эксперимент выполнен в 2017–2018 гг. в условиях Полевой опытной станции РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева и отдела отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН. Опыт заложен по схеме полной рандомизации с тремя повторениями. Площадь делянки – 5 м². Посев семян проведен селекционной сеялкой СН-10Ц. Норма высева – 500 всхожих семян на 1 м². Уборку опытных делянок проводили селекционным комбайном Samro 130.

Метеорологические условия в годы проведения эксперимента существенно различались. Характеризуя условия в целом, следует отметить, что вегетационный период 2017 г. характеризовался избыточным увлажнением и более низкими температурами в сравнении с 2018 г. В работе использованы 10 сортов отечественной и зарубежной селекции, а также 10 селекционных линий, полученных нами в результате селекционной работы. В качестве стандарта был использован сорт тритикале Укро.

Эксперимент и анализ результатов работы были проведены согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Статистический анализ данных осуществляли в программе SPSS. Определены коэффициенты корреляции между хозяйственно ценными признаками культуры.

Результаты и их обсуждение. Качество зерна как конечного продукта зерновой культуры определяется ее ценностью и в определенной мере востребованностью. В случае яровой тритикале, культуры недостаточно представленной на рынке, повышение ее востребованности возможно прежде всего в том случае, когда она будет превосходить другие яровые зерновые по комплексу показателей, включая содержание белка, хлебопекарные качества и т. д.

Несмотря на наличие отрицательных корреляций между качеством зерна и урожайностью, ведется поиск оптимальных сочетаний этих показателей. Во многих случаях урожайность является определяющей. В среднем за два года изучения урожайность зерна изучаемых образцов яровой тритикале варьировала от 373,0 г/м² (линия 6-35-5) до 537,0 г/м² (сорт Dublet), при этом урожайность стандарта яровой тритикале Укро составила 452,0 г/м² (табл. 1). В 2017 г. статистически достоверное превышение над стандартом по урожайности показали сорт Dublet (606,0 г/м²) и линия 131/1656 (546,0 г/м²). В 2018 г. практически все образцы имели урожайность на уровне стандарта, кроме сортов Гребешок, Ярило, Памяти Мережко и линий 131/714, 6-35-5. В целом отмечено снижение урожайности зерна в 2018 г. в сравнении с 2017 г., которое составило от 25,0 г/м² у сорта Гребешок (408,0 г/м² в 2017 г. и 383,0 г/м² в 2018 г.) до 139,0 г/м² у сорта Dublet (606,0 и 467,0 г/м² соответственно). В то же время у ряда образцов урожайность в 2018 г. была выше, чем в 2017 г., как например: сорта Ульяна, Укро, Хлебодар харьковский, Лана, Л8665 и др.

Анализ содержания белка также показал варьирование этого признака по годам исследований. Условия 2017 г. были менее благоприятными для накопления белка: размах изменчивости находился в пределах от 11,1% у образца Памяти Мережко до 13,8% у сорта Лана. Погодные условия 2018 г. привели к тому, что все образцы имели более высокое содержание белка, которое составило от 14,6% у сорта Dublet до 17,5% у линии П2-13-5-2. Наиболее высоким содержанием белка в зерне в среднем за два года исследований характеризовались линия П2-13-5-2 (15,5%) и сорт Лана (15,4%). У всех изучаемых линий вне зависимости от уменьшения или увеличения урожайности в 2018 г. наблюдалось увеличение содержания белка в зерне – от 1,9% у сорта Укро (13,0% в 2017 г. и 14,9% в 2018 г.) до 5,1% у линии Л8665 (11,8 и 16,9% соответственно) (табл. 1). Среднее значение показателя содержания белка в зерне в 2018 г. составило 16,1%, что значительно больше, чем в 2017 г. – 12,5%. В некоторой мере добиться увеличения содержания белка в зерне можно технологическими приемами (Крохмаль и Грабовец, 2015).

Содержание белка, как правило, имеет отрицательную зависимость с показателем урожайности. Так и в наших исследованиях линии 6-35-5, П2-13-5-2, П2-16-20, имевшие более низкую урожайность, обладали высоким содержанием белка (табл. 1).

1. Урожайность, содержание белка и клейковины в зерне у изучаемых образцов яровой тритикале в условиях 2017–2018 гг.

1. Productivity, protein and gluten content in grain of the studied spring triticale samples in 2017–2018

Образцы	Урожайность, г/м ²			Содержание белка, %			Содержание клейковины, %		
	годы		средняя	годы		средняя	годы		средняя
	2017	2018		2017	2018		2017	2018	
Укро, ст.	406	497	452	13,0	14,9	14,0	16,2	20,7	18,5
Гребешок	408	383	396	12,0	16,6	14,3	13,1	26,2	19,7
Ульяна	407	577	492	12,8	15,4	14,1	15,9	21,0	18,5
Хлебодар харьковский	390	500	445	12,2	15,0	13,6	14,7	20,7	17,7
Ярило	457	377	417	12,9	16,8	14,9	14,4	25,2	19,8

Sandro	420	403	412	13,1	16,6	14,9	16,5	25,6	21,1
Памяти Мережко	480	380	430	11,1	15,6	13,4	11,8	24,6	18,2
Лана	429	460	445	13,8	17,0	15,4	18,4	25,6	22,0
Dublet	606	467	537	11,5	14,6	13,1	11,9	20,5	16,2
Legalo	477	447	462	12,6	15,9	14,3	14,5	24,1	19,3
131/7	403	413	408	13,3	15,7	14,5	18,3	23,5	20,9
131/714	431	390	411	11,7	16,6	14,2	12,2	26,3	19,3
C259	497	433	465	13,0	16,3	14,7	16,2	25,6	20,9
C238	431	440	436	12,2	16,0	14,1	15,0	24,3	19,7
6-35-5	369	377	373	13,0	16,2	14,6	16,4	24,6	20,5
Л8665	381	500	441	11,8	16,9	14,4	13,3	26,4	19,9
131/1656	546	497	522	11,2	15,1	13,2	11,9	22,3	17,1
П2-13-5-2	458	410	434	13,5	17,5	15,5	17,7	27,3	22,5
ПЛ-13-5-13	412	413	413	12,5	15,9	14,2	15,0	24,6	19,8
П2-16-20	382	393	388	12,3	16,9	14,6	14,8	25,7	20,3
НСР ₀₅	97	95	94	0,4	0,5	0,5	0,7	0,4	0,6

Однако особую ценность представляют генотипы, имеющие хорошую урожайность и высокое содержание белка. Среди изученных выделились сорта Ульяна и Legalo, линия C259.

Клейковина – основная часть муки, которая определяет технологические свойства готового хлеба (Крохмаль и Грабовец, 2015; Чернышова, 2015). На содержании клейковины, как и белка, сказались погодные условия. Отмечено снижение содержания клейковины в 2017 г. в сравнении с 2018 г., которое составило от 4,5% у сорта Укро (16,2% в 2017 г. и 20,7% в 2018 г.) до 14,1% у линии 131/714 (12,2% и 26,3% соответственно) (табл. 1). В 2018 г. все изучаемые образцы по данному показателю достоверно превысили стандарт, кроме сортов Ульяна, Хлебодар харьковский, Dublet, в то время как в 2017 г. содержание клейковины было достоверно выше стандарта у линий 131/7, П2-13-5-2 и сорта Лана.

Рассматривая качество клейковины, следует отметить, что не у всех образцов урожая 2017 г. удалось отмыть клейковину. Среди тех, у которых удалось отмыть, были как образцы с высоким качеством клейковины, так и с низким. Сорт Памяти Мережко и линии ПЛ-13-5-13, 131/714 имели клейковину первой группы качества, а сорт Legalo – третьей (табл. 2). В 2018 г. все образцы, за исключением линий 131/1656 и ПЛ-13-5-13, имели клейковину первой группы качества.

Анализируя значения стекловидности зерна, следует отметить, что погодные условия также сильно сказались на проявлении этого признака. В условиях 2018 г. все изученные образцы имели более высокую стекловидность, чем в 2017 г., и она варьировала от 74% у линии Л8665 до 91,7% у сорта Хлебодар харьковский (табл. 2). Наиболее высокой стекловидностью (более 65%) за два года исследований характеризовались сорта Укро, Хлебодар харьковский, Лана, Sandro и линия C 259.

2. Качество клейковины, стекловидность зерна и число падения у изучаемых образцов яровой тритикале в условиях 2017–2018 гг.

2. Gluten quality, kernel hardness and falling number of the studied spring triticale samples in 2017–2018

Образцы	Качество клейковины, ед. ИДК		Стекловидность, %			Число падения, с		
	годы		годы		средняя	годы		средняя
	2017	2018	2017	2018		2017	2018	
Укро, ст.	23,9	54,5	70,0	84,3	77,2	49,0	126,0	87,5
Гребешок	–*	56,8	57,0	82,0	69,5	45,0	129,7	87,4
Ульяна	–*	50,6	62,0	80,3	71,2	47,0	97,7	72,4
Хлебодар харьковский	33,6	54,3	67,0	91,7	79,4	48,0	201,3	124,7
Ярило	40,9	70,7	55,0	82,3	68,7	46,0	58,0	52,0
Sandro	–*	59,8	65,0	84,3	74,7	46,0	83,0	64,5
Памяти Мережко	55,5	69,3	50,0	79,7	64,9	48,0	50,0	49,0
Лана	29,9	42,3	71,0	88,3	79,7	46,0	116,0	81,0
Dublet	–*	61,4	33,0	78,7	55,9	45,0	65,7	55,4
Legalo	15,0	42,6	38,0	85,7	61,9	46,0	65,3	55,7
131/7	–*	66,2	63,0	84,3	73,7	47,0	48,3	47,7
131/714	43,6	43,8	28,0	82,0	55,0	48,0	55,3	51,7
C259	–*	57,8	66,0	78,7	72,4	48,0	47,3	47,7
C238	25,0	67,7	57,0	90,7	73,9	46,0	47,0	46,5
6-35-5	–*	54,0	58,0	87,7	72,9	47,0	53,0	50,0
Л8665	26,8	54,4	59,0	74,0	66,5	48,0	90,7	69,4
131/1656	35,1	39,7	32,0	84,7	58,4	47,0	87,7	67,4
П2-13-5-2	31,5	54,2	37,0	84,0	60,5	47,0	101,3	74,2
ПЛ-13-5-13	45,0	38,8	44,0	90,0	67,0	47,0	91,3	69,2
П2-16-20	22,0	57,7	44,0	90,3	67,2	46,0	57,7	51,9
Среднее	–	–	52,8	84,2	68,5	46,9	83,6	65,2
НСР ₀₅ по годам	–	–	4,5	5,8	–	1,1	6,3	–
НСР ₀₅ АБ	–	–	–	5,1	–	–	7,5	–

*клейковина данных образцов не отмывалась.

Важным показателем хлебопекарных качеств муки является число падения, характеризующее активность фермента α -амилазы. Чем выше активность фермента, тем быстрее крахмал распадается на простые сахара и меньше значение числа падения. Изученные образцы имели низкие значения числа падения в оба года исследования, кроме сорта Хлебодар харьковский урожая 2018 г., когда значение этого показателя составило 201 с (табл. 2). В целом отмечено увеличение этого показателя в 2018 г. в сравнении с 2017 г. Изученные образцы характеризуются высокой активностью α -амилазы, что свидетельству-

ет о возможности их использования для производства кондитерских изделий, спирта, пива и напитков в качестве несоложенного сырья.

Рассматривая взаимосвязи между изучаемыми признаками, следует отметить, что на яровой тритикале подтверждена отрицательная взаимосвязь между содержанием белка и урожайностью зерна ($r = -0,54$), содержанием клейковины и урожайностью ($r = -0,61$). В то же время имеется положительная взаимосвязь между содержанием клейковины и содержанием белка ($r = 0,95$) (табл. 3).

3. Взаимосвязь между урожайностью и показателями качества зерна яровой тритикале 3. Correlation between productivity and quality indicators of spring triticale

Показатели	Урожайность, г/м ²	Стекловидность, %	Число падения, с	Белок, %
Урожайность, г/м ²	–	–	–	–
Стекловидность, %	–0,32	–	–	–
Число падения, с	0,11	0,39	–	–
Белок, %	–0,54*	0,34	–0,07	–
Клейковина, %	–0,61**	0,33	–0,16	0,95**

* – достоверность при НСР_{0,05}; ** – достоверность при НСР_{0,01}.

Выводы. На изучаемые показатели качества зерна существенным образом оказали влияние контрастные погодные условия 2017 и 2018 гг. В большей степени это отразилось на качестве клейковины, стекловидности, числе падения.

В результате изучения образцов яровой тритикале в условиях 2017–2018 гг. выделены образцы, имеющие показатели на уровне или выше стандарта сорта Укро: урожайность – сорт Dublet и линия 131/1656; содержание белка – сорта Лана, Ульяна, линия П2-13-5-2; содержание клейковины – сорт Лана, линии 6-35-5 и П2-13-5-2.

Показана высокая статистически значимая отрицательная взаимосвязь между содержанием белка и клейковины в зерне, с одной стороны, и урожайностью – с другой ($r = -0,54$, $r = -0,61$ соответственно). Между содержанием белка и клейковины в зерне отмечен коэффициент корреляции $r = 0,95$.

В качестве исходного материала для формирования качественного зерна по содержанию белка и содержанию клейковины следует использовать сорт Лана и линию П2-13-5-2.

Библиографические ссылки

1. Баженов М. С., Дивашук М. Г., Пыльнев В. В., Карлов Г. И., Рубец В. С. Изучение образцов озимой тритикале на наличие хромосомных замещений и их связь с устойчивостью к прорастанию на корню // Известия ТСХА. 2011. Вып. 2. С. 20–25.
2. Беспалова Л. А., Романенко А. А., Колесников Ф. А. и др. Сорта пшеницы и тритикале Краснодарского НИИСХ имени П. П. Лукьяненко // Каталог КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко. Краснодар, 2017.
3. Ворончихин В. В., Пыльнев В. В., Рубец В. С., Ворончихина И. Н. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой гексаплоидной тритикале в центральном районе Нечерноземной зоны // Известия ТСХА. 2018. Вып. 1. С. 69–81.
4. Грабовец А. И., Крохмаль А. В., Копусь М. М. Некоторые аспекты селекции хлебопекарных тритикале // Роль тритикале в стабилизации и увеличении производства зерна и кормов: мат. междунар. науч.-практ. конференции. Ростов н/Д., 2010. С. 57–65.
5. Грабовец А. И., Крохмаль А. В., Дремучева Г. Ф., Карчевская О. Е. Селекция тритикале для хлебопекарных целей // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2. С. 3–8.
6. Крохмаль А. В., Грабовец А. И. Формирование качества зерна тритикале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2(52). С. 46–48.
7. Рубец В. С., Игонин В. Н., Пыльнев В. В. Селекция озимой тритикале в РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева: история, особенности, достижения // Известия ТСХА. 2014. Вып. 1. С. 115–124.
8. Скатова С. Е., Васильев В. В., Тысленко А. М., Зуев Д. В. Новые кормовые сорта ярового тритикале для адаптивного земледелия России // Владимирский земледелец. 2016. № 2(76). С. 18–20.
9. Чернышова Э. А., Мьякинков А. Г., Соловьев А. А. Сравнительная характеристика технологических качеств зерна сортов озимой тритикале // Известия ТСХА. 2015. Вып. 3. С. 16–24.
10. Senhofa S., Straumite E., Sabovics M., Klava D., Galoburda R., Rakcejeva T. The effect of packaging type on quality of cereal muesli during storage. Agronomy Research. 2015. No. 13(4). Pp. 1064–1073.

References

1. Bazhenov M. S., Divashuk M. G., Pylynev V. V., Karlov G. I., Rubets V. S. Izuchenie obrazcov ozimoy tritikale na nalichie hromosomnyh zameshchenij i ih svyaz' s ustojchivost'yu k prorastaniyu na kornyu [Study of winter triticale samples for the presence of chromosomal substitutions and their relationship with resistance to root germination] // Izvestiya TSKHA. 2011. Vyp. 2. S. 20–25.
2. Bepalova L. A., Romanenko A. A., Kolesnikov F. A. i dr. Sorta pshenitsy i tritikale Krasnodarskogo Luk'yanenko [The wheat and triticale varieties of the Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P. P. Lukyanenko] // Katalog KNIISKH im. P. P. Luk'yanenko. Krasnodar, 2017.
3. Voronchikhin V. V., Pylynev V. V., Rubets V. S., Voronchikhina I. N. Urozhajnost' i elementy struktury urozhaya kollekci ozimoy geksaploidnoj tritikale v central'nom rajone nechernozemnoj zony [Productivity and yield structural

elements of the collection of winter hexaploid triticale in the central region of the Non-chernozem zone] // Izvestiya TSKHA. 2018. Vyp. 1. S. 69–81.

4. Grabovets A. I., Krokhal' A. V., Kopus' M. M. Nekotorye aspekty selektsii khlebopekarnykh tritikale [Some breeding aspects of bread triticale] // Rol' tritikale v stabilizatsii i uvelichenii proizvodstva zerna i kormov: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii. Rostov n/D., 2010. S. 57–65.

5. Grabovets A. I., Krokhal' A. V., Dremucheva G. F., Karchevskaya O. E. Seleksiya tritikale dlya khlebopekarnykh tselej [Triticale breeding for baking purposes] // Doklady Rossijskoj akademii sel'skokhozyajstvennykh nauk. 2013. № 2. S. 3–8.

6. Krokhal' A. V., Grabovets A. I. Formirovanie kachestva zerna tritikale [Formation of triticale grain quality] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 2(52). S. 46–48.

7. Rubets V. S., Igonin V. N., Pylnev V. V. Seleksiya ozimoi tritikale v RGAU – MSKHA imeni K. A. Timiryazeva: istoriya, osobennosti, dostizheniya [Winter triticale breeding in the Russian SAU – MAA named after K. A. Timiryazev: history, features, achievements] // Izvestiya TSKHA. 2014. Vyp. 1. S. 115–124.

8. Skatova S. E., Vasiliev V. V., Tyslenko A. M., Zuev D. V. Novye kormovye sorta yarovogo tritikale dlya adaptivnogo zemledeliya Rossii [New forage varieties of spring triticale for adaptive farming in Russia] // Vladimirskij zemledec. 2016. № 2(76). S. 18–20.

9. Chernyshova E. A., Myakin'kov A. G., Soloviev A. A. Sravnitel'naya kharakteristika tekhnologicheskikh kachestv zerna sortov ozimoi tritikale [Comparative characteristics of the technological qualities of winter triticale varieties] // Izvestiya TSKHA. 2015. Vyp. 3. S. 16–24.

10. Senhofs S., Straumite E., Sabovics M., Klava D., Galoburda R., Rakcejeva T. The effect of packaging type on quality of cereal muesli during storage. *Agronomy Research*. 2015. No. 13(4). Pp. 1064–1073.

Поступила: 16.07.19; принята к публикации: 16.01.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Соловьев А. А. – концептуализация исследования; Абделькави Р. Н. Ф. – выполнение полевых и лабораторных опытов и сбор данных; Соловьев А. А., Абделькави Р. Н. Ф. – подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.