

УДК 633.112.9:664.6/7

DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-21-26

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ТРИТИКАЛЕ**Е. Н. Шаболкина**, кандидат сельскохозяйственных наук,

руководитель лабораторией технологического-аналитического сервиса, elenashabolkina@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

Н. В. Анисимкина, старший научный сотрудник лаборатории технологического-аналитического сервиса,

anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

М. В. Беляева, младший научный сотрудник лаборатории технологического-аналитического сервиса,

s.g.belyaev1990@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3090-9026

ФГБНУ «Самарский НИИСХ»,

446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41; тел.: 8 (84676) 2-11-40; e-mail: samniish@mail.ru

Озимая тритикале, несущая гены своих родительских видов, вобрала как положительные свойства пшеницы и ржи (значительное количество белка, наличие клейковины, содержание биологически активных ароматических веществ), так и отрицательные (большое количество растворимых белков альбуминов и глобулинов и в первую очередь это высокая активность амилотических ферментов). Большое влияние на качество зерна оказывают погодные условия вегетационного периода, а также сортовые особенности данной культуры. Поэтому актуальной проблемой в условиях Степного Заволжья, в зоне рискованного земледелия, остается выращивание озимой тритикале с высокими биохимическими и хлебопекарными свойствами. Исследования, результаты которых приведены в данной статье, проводили в течение 2007–2016 гг. на экспериментальной базе Самарского НИИСХ. Для установления объективной оценки качества озимой тритикале изучены как биохимические, так и технологические и хлебопекарные показатели. При благоприятных условиях для роста и развития растений озимая тритикале накапливает в зерне значительное количество белка (18,3–18,8%), формирует зерно с крепким крахмалом и низкой ферментативной активностью: «число падения» – 252–274 с и вязкость водно-мучной суспензии по амилографу – 300–520 е. ам. Анализ хлебопекарных достоинств тритикале показал, что необходимо учитывать все тонкости, нюансы, связанные с процессом тестоведения и рецептурой. Вследствие низкой газоудерживающей способности и разжижения теста тритикале в хлебопечении в чистом виде практически не используется. При добавлении к муке тритикале пшеничной муки в количестве 50 и 70% наблюдается существенное улучшение качества хлеба как по объемному выходу, так и по пористости, формоустойчивости и органолептическим показателям (удельный объем – 6,2 см³/г; общая хлебопекарная оценка – 4,5 балла). Результаты исследований показывают, что в условиях Степного Заволжья следует больше внимания уделять сортовым особенностям озимой тритикале.

Ключевые слова: озимая тритикале, сорта, качество, белок, биохимические показатели, хлебопекарные свойства, смеси.

**TECHNOLOGICAL AND BREAD BAKING TRAITS OF TRITICALE****E. N. Shabolkina**, Candidate of Agricultural Sciences,

head of the laboratory of technological and analytical service, e-mail: elenashabolkina@yandex.ru,

ORCID ID: 0000-0003-1090-4399;

N. V. Anisimkina, senior researcher of the laboratory of technological and analytical service,

e-mail: anisimkina.natalya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-5129-7797;

M. V. Belyaeva, junior researcher of the laboratory of technological and analytical service,

e-mail: s.g.belyaev1990@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3090-9026

FSBSI "Samarsky RIA",

446254, Samara region, v. Bezenchuk, Karl Marks Str., 41; tel.: 8 (84676) 2-11-40; e-mail: samniish@mail.ru

Winter triticale, carrying the genes of its parental forms, has taken both the positive properties of wheat and rye (a significant amount of protein, presence of gluten, content of biologically active aromatic substances) and negative (a large amount of soluble albumin and globulin proteins and especially high activity of amylolytic enzymes). The weather conditions during the vegetation, as well as the varietal characteristics of this grain crop are of great influence on the grain quality. Therefore, cultivation of winter triticale with high biochemical and baking properties is an important problem in the conditions of the Steppe Zavolzhie, in the zone of risky farming. The article presents the results of study conducted during 2007–2016 on the experimental plots of the Samarsky RIA. To establish an objective assessment of winter triticale quality, there was carried out a study of biochemical, technological and baking traits. Under favorable conditions for plant growth and development, winter triticale accumulates a significant percentage (18.3–18.8) of protein in kernels; forms grain with strong starch and low enzymatic activity (252–274 c of "falling number", 300–520 a. u. of water-flour viscosity). Analysis of the baking traits of triticale has showed that it is necessary to take into account all the subtleties related to the dough process and the recipe. Due to the low gas-holding capacity and dough thinning (dilution), triticale is almost never used in its pure baking form. When 50 and 70% of triticale is added to flour, there is a significant improvement in bread quality, namely in volume and in texture, in dimensional stability and sensory characteristics (6.2 cm³/g of specific volume; 4.5 points of baking). The study results show that more attention should be paid to the varietal characteristics of winter triticale in the conditions of the Steppe Zavolzhie.

Keywords: winter triticale, varieties, quality, protein, biochemical characteristics, baking properties, mixture.

Введение. Зерновая культура тритикале устойчива к комплексу абиотических и биотических факторов среды и по ряду таких важнейших показателей, как урожайность и питательная ценность, ни в чем не уступает обоим родительским видам, а где-то и превосходит их. В настоящее время данная культура

нашла широкое применение в перерабатывающей промышленности многих стран: выпечка разных видов хлеба, пряников, пончиков, вафель и других кондитерских продуктов, изготовление макаронных изделий (Пашенко и др., 2003; Tsen and Hoover, 1973). В США и Канаде тритикале в связи с высокой фер-

ментативной активностью и растворимостью белков солода используют в пивоварении, а также в качестве сырья для выработки сухих завтраков (Померанц, 1978).

Зерно тритикале является хорошим источником белка с довольно высоким содержанием незаменимых аминокислот и в первую очередь лизина (Турбин и др., 1990). Данная культура объединяет хлебопекарные достоинства пшеницы и положительные свойства ржи – высокое содержание биологически активных ароматических веществ, что позволяет изготавливать специфический диетический продукт. Однако из-за высокой активности амилолитических ферментов и низкой газоудерживающей способности теста, которое в этом отношении приближается к ржаному, тесто из тритикале неустойчиво к механической обработке, поэтому применение данной культуры в чистом виде ограничено из-за сильного разжижения.

Исследования хлебопекарных достоинств озимой тритикале в Самарском НИИСХ ведутся с 2007 г. Результаты проведенных ранее исследований показали (Шаболкина, 2008), что для выпечки хлебных изделий необходимо использовать муку тритикале в смеси с мукой сильных сортов пшеницы, а хлебопекарная оценка зависит от методики тестоведения и рецептуры.

Цель данной работы – изучить биохимические, технологические и хлебопекарные свойства тритикале, оценить смесительную способность муки из зерна озимой тритикале и высококачественной пшеничной муки при разном соотношении компонентов по итогам лабораторной выпечки хлеба.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в течение 2007–2016 гг. на экспериментальной базе Самарского НИИСХ. В качестве исходного материала был использован сорт озимой тритикале Тальва 100 селекции НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева, сорта и перспективные линии селекции СНИИСХ им. Н. М. Тулайкова, предоставленные руководителем лаборатории серых хлебов А. А. Бишаревым.

В соответствии с ГОСТами Российской Федерации и методами ИСО проводили оценку: количества и качества клейковины в зерне, содержания белка, вязкости водно-мучной суспензии – на амилографе Брабендера; «числа падения» – по методу Хагберга – Пертена; пробные лабораторные выпечки хлеба – по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Качество хлеба оценивали по пятибалльной шкале: объем хлеба, внешний вид корки, пористость, цвет и эластичность мякиша. В готовых изделиях определяли физико-химические показатели: влажность, пористость и кислотность мякиша.

Результаты и их обсуждение. Качество зерна озимой тритикале, согласно литературным данным (Tsvetkov and Stoeva, 2003; Cyran and Rakowska, 1996), зависит от многих факторов: генотипа, погодных условий в период вегетации, географической зоны выращивания, технологии возделывания. Тритикале накапливает в зерне значительное количество белка, за годы исследований в зависимости от сорта и внешних условий его количество достигало 18,3–18,8%: в 2012 г. – сорт Тальва 100, в 2015 г. – перспективная линия Д 30-4/07 (табл. 1).

1. Биохимические показатели зерна сортов озимой тритикале (2012–2016 гг.) 1. Biochemical indicators of winter triticale varieties (2012–2016)

Сорт	Содержание белка, %	«Число падения», с	Высота амилограммы, е. ам.	Общая хлебопекарная оценка, баллы
2012 г.				
Устинья	17,9	71	60	4,2
Кроха	16,2	62	70	4,1
Василиса	17,5	79	110	3,6
Тальва 100	18,3	61	40	3,3
2013 г.				
Привада × АД М5	14,4	95	100	3,6
Кроха	13,8	105	70	4,1
Линия АД 4225	14,8	108	160	3,2
Тальва 100	14,2	74	50	3,6
2014 г.				
Устинья	13,9	295	210	3,9
Кроха	14,9	80	80	3,3
Линия Д 30-4/07	14,4	266	260	4,0
Тальва 100	14,6	66	70	3,0
2015 г.				
Устинья	17,7	159	90	4,5
Кроха	17,6	64	60	3,4
Линия Д 30-4/07	18,8	197	260	5,0
Тальва 100	17,6	67	50	3,6
2016 г.				
Устинья	10,5	269	520	3,2
Кроха	10,0	128	170	4,2
Линия Д 64-7/07	10,5	252	300	3,6
Тальва 100	10,8	168	380	3,2
Точность опыта Р, %	1,60	16,0	19,0	5,9
НСР _{0,05}	$F_t < F_t$	68,3	$F_t < F_t$	$F_t < F_t$

На содержание белка большое влияние оказывают метеорологические условия вегетационного периода. В 2012 г. весенне-летний период характеризовался аномально повышенной температурой,

что привело к сокращению фаз развития и значительному накоплению белка в зерне у всех изучаемых сортов озимой тритикале (16,2–18,3%). В 2015 г. в фазу налива и формирования зерна погодные условия

складывались аналогично: недостаток влаги в июне в сочетании с повышенным температурным режимом в значительной степени повлияли на содержание белка в зерне тритикале (17,6–18,8% – максимальные значения за годы исследований). Большие запасы продуктивной влаги в почве в начале вегетационного периода в 2016 г., обилие осадков в апреле и контрастная температура в июне способствовали формированию зерна с наименьшим содержанием белка за годы исследований (10,0–10,8%). Обобщив результаты корреляционного анализа, отмечаем, что осадки в период формирования и налива зерна имеют отрицательную связь с содержанием белка ($r = -0,56^*$), а температурный режим в этот период напротив находится в тесной положительной связи с данным показателем ($r = 0,48^*$).

Содержание клейковины в зерне тритикале более низкое, а по качеству она более слабая и крошащаяся по сравнению с пшеницей: характеризуется невысокими показателями ИДК-3М 99 (116 у. ед. или совсем не отмывается). Однако в засушливых условиях 2012 г. изучаемые сорта озимой тритикале Привада, Тальва 100, Союз × Тальва 100 и линии Д-7-3/07, Д-100-1/07 сформировали клейковину хорошего качества (93–97 у. ед. – 2-я группа качества). По показателю седиментации зерно тритикале уступает пшенице, набухаемость муки в кислоте невысокая (27–30 мл), сказывается влияние генома одного из родителей – ржи, однако в благоприятные для роста и развития годы данный показатель может повышаться до 38–40 мл.

Низкий показатель устойчивости зерна тритикале к прорастанию («число падения» – 65–90 с) и невысокая амилографическая вязкость крахмальных зерен (70–120 е. ам.) свидетельствуют о повышенной амилолитической активности. Выявлена тесная корреляционная связь между признаком «число падения» и вязкостью водно-мучной суспензии по амилографу ($r = 0,80^{**}$). Данные показатели сильно влияют на состояние крахмала и, в свою очередь, на образование хлебного мякиша при проведении лабораторной выпечки хлеба из муки тритикале. Высокая активность амилолитических ферментов способствует расщеплению крахмала и образованию декстринов, которые являются причиной «сыропеклости» и комковатости мякиша.

Погодные условия в период вегетации оказывают значительное влияние на биохимические показатели зерна тритикале. В 2014 г. при благоприятных условиях для роста и развития растений сорт Устинья и линии Д30-4/07, Д30-4/13 показали высокие значения «числа падения», определяемого по методу Хагберга – Пертена (159–295 с), и амилографической

вязкости (190–260 е. ам.). Данные сорта и в 2015 г. имели биохимические показатели на уровне средних, и с учетом максимального содержания белка в зерне за годы исследований общая хлебопекарная оценка была выше среднеевропейских значений (4,5–5,0 балла и максимальный объем хлеба 525–580 см³). В 2016 г. избыточное увлажнение в весенней период и высокая температура в июне способствовали формированию зерна озимой тритикале с крепким крахмалом и низкой ферментативной активностью. Все изучаемые сорта при сложившихся погодных условиях вегетационного периода отличались высокими биохимическими показателями: «число падения» составило у сорта Устинья и линий Д-64-7/07, Закл. × Варвара 252–274 с, а вязкость водно-мучной суспензии по амилографу у всех сортов была довольно высокой (300–520 е. ам. – максимальная вязкость у сорта Устинья). Сильная тритикалевая мука с низкой ферментативной активности часто при хлебопечении дает хлеб не лучшего качества, поэтому ее лучше использовать в смеси с мукой высокой амилолитической активности или в смеси с пшеничной мукой, что и подтвердили наши исследования в 2016 г.

Обобщив результаты дисперсионного анализа, отмечаем, что различий между сортами озимой тритикале по показателям качества, кроме «числа падения», не наблюдалось. Большое влияние на качество зерна оказали температурный режим и осадки в период формирования и налива зерна. Для установления объективной оценки качества зерна озимой тритикале чрезвычайно важным является общее состояние белково-протеазного комплекса (содержание белка и клейковины, качество клейковины, «число падения», вязкость крахмального клейстера), на которое оказывают влияние геномы обоих родительских видов – пшеницы и ржи. Для более глубоких исследований по улучшению технологических и хлебопекарных показателей зерна тритикале необходимо, подчеркивают ученые (Щипак и др., 2013; Marciniak and Obuchowski, 2008; Lekgari et al., 2008), больше внимания уделять сортам особенностям тритикале, так как и в нашей стране, и за рубежом эксперименты проводятся с ограниченным числом сортов. В большинстве публикаций отмечается, что новые сорта обладают улучшенными хлебопекарными качествами.

В настоящее время отдается предпочтение здоровому питанию, в связи с чем возрастает потребление населением хлеба из обдирной муки или ее смеси с сеяной (с большей долей обдирной муки). Изучение химического состава тритикалевой муки показало (табл. 2), что сеяная мука, вырабатываемая практически из чистого эндосперма, богаче крахмалом (61,5–63,9%).

2. Химический состав сеяной и обдирной муки озимой тритикале (2007–2009 гг.) 2. Chemical composition of white and medium flour made from winter triticale (2007–2009)

Сорт	Белок, %	Крахмал, %	Жир, %	Клетчатка, %	Зольность, %
Сеяная мука (выход – 60%)					
Тальва 100	14,6	63,6	0,93	4,41	0,63
Устинья	14,6	61,6	1,07	4,00	0,88
Варвара	15,0	61,5	0,98	4,04	0,74
Василиса	14,2	63,3	1,07	4,64	0,44
Кроха	13,9	63,9	0,93	4,88	0,67
Обдирная мука (выход – 85%)					
Тальва 100	15,8	54,1	1,51	5,39	1,38
Устинья	15,3	53,5	1,58	6,25	1,75
Варвара	15,8	52,6	1,40	4,79	1,42
Василиса	14,6	56,1	1,62	4,92	1,15
Кроха	14,5	56,5	1,53	5,51	1,59

* – достоверно на 5% уровне; ** – достоверно на 1% уровне

Обдирная мука, содержащая определенное количество отрубей, отличается высоким содержанием белка (14,5–15,8%), жира (1,40–1,62%) и клетчатки (4,79–6,43%). Несмотря на высокую пищевую ценность (по содержанию витаминов и минеральных веществ), эта мука обладает невысокими потребительскими достоинствами, а усвояемость ее несколько снижена из-за значительного содержания клетчатки.

Результаты исследований показали, что по содержанию белка (15,3–15,8%) в обдирной муке выделились сорта озимой тритикале Тальва 100, Устинья и Варвара. В сеяной и обдирной муке практически у всех изучаемых сортов наблюдался повышенный показатель клетчатки. Сорт Устинья отличился наиболее высоким содержанием минеральных веществ – 0,88–1,75% (зольность), а сорт озимой тритикале Кроха был богаче крахмалом в обоих типах муки – 56,5–63,9%.

С целью изучения хлебопекарного качества сеяной и обдирной муки из зерна озимой тритикале и улучшения процесса тестоведения нами проведена серия пробных лабораторных выпечек. Лабораторные выпечки проводили с использованием безопасного мето-

да применительно к пшеничной муке, разработанного Центральной лабораторией Госкомиссии, с добавлением аскорбиновой кислоты (0,006%) и бромата калия (0,001%). Улучшители окислительного действия оказывают благоприятное влияние на реологические свойства теста: при механическом воздействии липкость теста и степень разжижения значительно снижаются.

Высокая амилотическая активность муки из зерна тритикале и длительное брожение разрушают структуру тритикалевого теста и уменьшают количество меланоидов (реакция Майера), которые при выпечке отвечают за карамелизацию и золотистую окраску поверхности хлебцев. Поэтому после замеса теста, перед его разбивкой, время брожения в термостате свели до минимума, так как при перестое теста хлеб выпекается с надломленной поверхностью и бледной корочкой.

Результаты пробных выпечек показали, что хлебопекарные качества хлебных изделий из сеяной муки озимой тритикале выше, чем из обдирной муки (табл. 3).

3. Хлебопекарная оценка сеяной и обдирной муки озимой тритикале (2007–2009 гг.) 3. Bakery evaluation of white and medium flour made from winter triticale (2007–2009)

Сорт	2007 г.		2008 г.		2009 год	
	Объем хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл	Объем хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл	Объем хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл
Сеяная мука						
Тальва 100	370	3,0	335	3,4	370	3,4
Степанида	450	3,7	415	3,4	440	3,6
Кроха	325	3,2	420	3,8	505	3,8
Василиса	325	3,2	415	3,3	350	3,4
Обдирная мука						
Тальва 100	210	3,0	225	3,0	280	3,0
Степанида	275	3,7	240	3,2	280	3,2
Кроха	200	2,8	240	3,5	280	3,0
Василиса	260	3,0	250	3,2	330	3,2

Наиболее высокие показатели по объемному выходу хлеба и хлебопекарной оценке показали сорта Степанида (450 см³ и 3,7 балла) в 2007 г. и сорт Кроха (505 см³ и 3,8 балла) в 2009 г. Отличительной особенностью хлеба из сеяной муки являются более светлый и эластичный мякиш, более низкая кислотность. Из обдирной муки объем выпеченных хлебцев и качество мякиша были удовлетворительными. Максимальный объемный выход (280–330 см³) наблюдался в 2009 г. по всем сортам. По органолептическим показателям выпеченный хлеб имел низкие показатели качества: поверхность хлеба неровная с незначительными трещинами, мякиш плотный и немного комкующийся, пористость крупная. Объемный выход и общая хлебопекарная оценка хлеба из двух типов муки свидетельствуют о преимуществе сеяной муки, а коэффициент усвояемости хлеба из нее выше, чем из обдирной, но он менее богат белками, клетчаткой, жирами и минеральными веществами.

С целью улучшения хлебопекарного достоинства тритикале использовали ее в смеси с высококачественной пшеничной мукой. Добавление к тритикалевой муке более 40% сильной пшеничной муки (Бебякин и др., 2005) достоверно повышает стойкость теста, валориметрическую оценку и снижает существенно показатель разжижения теста. Хлебопекарный

анализ позволил установить, что хлеб из тритикале, по сравнению с пшеницей, имеет меньший объем, более плотный и слипающийся мякиш с толстостенной структурой и характерным слегка сладким вкусом. Использование высококачественной пшеничной муки (показания ИДК – 65–72 у. ед.) в смеси с мукой из зерна тритикале при проведении выпечки существенно улучшило качество хлеба как по объемному выходу, так и по пористости, формоустойчивости и органолептическим показателям.

Работы по улучшению хлебопекарных свойств муки из зерна тритикале, согласно литературным данным, ведут в разных направлениях: введение пектина в рецептуру для повышения начальной кислотности теста, применение различного количественного соотношения компонентов в смесях, добавление к тритикалевой муке муки из зерна яровой твердой пшеницы. Нами отмечено (Шаболкина, 2010), при проведении исследований на качество хлеба оказывают большое влияние рецептура и методика тестоведения.

Для выяснения смесительной способности тритикале по результатам хлебопекарного анализа к тритикалевой муке сорта Кроха добавляли в количестве от 15 до 70% сильной (ИДК – 62 у. ед.) пшеничной муки (табл. 4).

4. Оценка качества хлеба при различном количественном соотношении компонентов в смесях

4. Bread quality estimation at different ratio of mixed components

Хлебопекарная оценка	Тритикале	Пшеница	Доля пшеничной муки в смесях, %				
			15	30	40	50	70
Объем хлеба на 100 г муки, см ³	515	785	595	625	675	815	788
Форма, балл	3,5	4,0	3,5	3,5	3,5	4,5	4,0
Поверхность, балл	3,5	4,0	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0
Цвет корки, балл	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5
Цвет мякиша, балл	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
Пористость, балл	3,0	4,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0
Эластичность, балл	3,0	4,0	3,0	3,5	4,0	4,5	4,5
Вкус хлеба, балл	4,0	5,0	4,0	4,0	4,5	5,0	5,0
Общая хлебопекарная оценка, балл	3,5	4,2	3,5	3,7	4,0	4,5	4,4
Удельный объем, см ³ /г	3,7	5,9	4,4	4,6	4,8	6,2	5,8

В работе использовали безопасный метод с интенсивным замесом теста применительно к пшеничной муке, разработанный Центральной лабораторией Госкомиссии. Применение улучшителей окислительного действия (аскорбиновая кислота и бромат калия) укрепляет тесто и в процессе его разделки, что очень важно, делает его стойким к механическому и ручному воздействию.

Объемный выход хлеба из высококачественной пшеничной муки был недостаточным из-за сильной упругой клейковины (показания ИДК – 65 у. ед. – 1-я группа) и ее способности крепко удерживать газ в порах. Небольшой выход хлеба с плотным мякишем из муки высокобелковых сортов, согласно литературным данным (Мартьянова и Пищугина, 2001), объясняется недостаточной сахарообразующей, но хорошей газодерживающей способностью мягкой пшеницы. Добавление муки тритикале с высокой сахарообразующей способностью способствовало росту объемного выхода хлеба и улучшило хлебопекарную оценку.

Представленные в таблице 4 результаты показывают, что при добавлении к муке тритикале пшеничной муки в количестве 15% положительного эффекта не наблюдается: мякиш «сыропеклый», комкующийся, а на поверхности хлебцев неровности. С увеличением в смеси доли высококачественной пшеничной муки до 30 и 40% улучшаются реологические свойства теста, повышается объемный выход хлеба, мякиш хлеба становится более эластичным и менее упругим, поверхность хлебцев выравнивается.

При соотношении компонентов в смесях 50 : 50% и 30 : 70% значительно увеличился объем хлеба (788–815 см³), что оказалось больше объема выпеченного хлеба из чистой муки мягкой пшеницы. Улучшилась существенно и хлебопекарная оценка: форма (правильная), поверхность (гладкая), цвет корки (золотистый), структура мякиша (эластичная и хорошо восстанавливающаяся) и пористость (нежная и мелкая). Сочетание муки с высокой упругостью пшеничной клейковины и муки из зерна тритикале, богатой растворимыми белками (альбумины и глобулины), с большой растяжимостью, дает при выпечке объемный румяный хлеб. В данном случае отчетливо прослеживается эффект компенсации недостающих компонентов, когда учитывается смешительная сила пшеницы и соблюдается оптимальное количественное соотношение компонентов в смесях.

Более высокие хлебопекарные качества отмечены в варианте 50 : 50% (общая хлебопекарная оценка – 4,5 балла; удельный объем – 6,2 см³/г). Хлебный мякиш светлый, мелкопористый, с хорошей сжимаемостью и упругостью. При органолептической оценке хлеба важными показателями являются вкус и аромат. Тритикалево-пшеничный хлеб, выпекаемый безопасным методом, обладает приятным ароматом и по вкусу близок к пшеничному. Удельный объем хлеба в варианте 50 : 50% достаточно высокий, практически равный объему хлеба из высококачественной пшеничной муки.

Хлебные изделия из тритикале характеризовались следующими физико-химическими показателями: кислотность – 1,8–2,0 град.; влажность – 45,2% и пористость – 60,6%. Добавление 50% пшеничной муки к муке тритикале способствовало повышению кислотности хлеба до 3,0–3,3 град. и пористости до 69–72%, снижению влажности до 39,0%, что в свою очередь улучшило структурно-механические свойства мякиша – пропала заминаемость и липкость.

Выводы. Отмечено, что на биохимические, технологические и хлебопекарные свойства зерна тритикале большое влияние оказывают погодные условия вегетационного периода, а также сортовые особенности данной культуры. В благоприятные для роста и развития годы озимая тритикале накапливает в зерне значительное количество белка (18,3–18,8%), формирует зерно с крепким крахмалом и низкой ферментативной активностью: «число падения» – 252–274 с и вязкость водно-мучной суспензии по амилографу – 300–520 е. ам. За 2014–2016 гг. отличились высокими биохимическими показателями сорт Устинья и перспективные линии Д 30-4/07, Д-64–7/07. Результаты исследований показали, что высокая ферментативная активность влияет на реологические свойства теста, поэтому вследствие низкой газодерживающей способности и разжижения теста использование тритикале в чистом виде нежелательно. При добавлении к муке тритикале пшеничной муки в количестве 50 и 70% наблюдается положительный эффект: удельный объем хлеба достаточно высокий – 6,2 см³/г, общая хлебопекарная оценка – 4,5 балла. Тритикалево-пшеничный хлеб, выпекаемый безопасным методом, обладает приятным ароматом и по вкусу близок к пшеничному.

Библиографические ссылки

1. Бебякин В. М., Кулеватова Т. Б., Великанова Н. М., Цетва И. С. О качестве зерна тритикале, ржи и пшеницы на генотипическом уровне, методах и критериях его оценки // Повышение эффективности использования агробиоклиматического потенциала Юго-Восточной зоны России: сб. науч. трудов, посвящ. 95-летию ГНУ НИИСХ Юго-Востока. Саратов, 2005. С. 193–203.

2. Мартыанова А. И., Пищугина Е. П. Пробная лабораторная выпечка хлеба – прямой и надежный способ оценки качества зерна пшеницы // Зерновые культуры. 2001. № 2. С. 28–30.
3. Пашченко Л. П., Странадко Г. Г., Любарь А. В. и др. Продукты переработки зерна тритикале в технологии хлебобулочных изделий // Вестник РАСХН. 2003. № 2. С. 84–86.
4. Померанц Й. Соложение тритикале // Тритикале – первая зерновая культура, созданная человеком / пер. с англ. М. Б. Евгеньева; под ред. и с предисловием Ю. Л. Гужова. М.: Колос, 1978. С. 255–265.
5. Турбин Н. В., Еркинбаева Р. К., Налеев О. Н. и др. Хлебопекарные качества зерна новых сортов // Доклады ВАСХНИЛ. 1990. № 6. С. 6–8.
6. Шаболкина Е. Н. Разработка методов оценки зерна тритикале по хлебопекарным свойствам // Известия ОГАУ. 2010. № 4(28). С. 33–34.
7. Шаболкина Е. Н. Хлебопекарные качества тритикале в смеси с пшеничной мукой // Агро-Информ. 2008. Апрель. № 114. С. 56.
8. Щипак Г. В., Ципко Ю. В., Щипак В. Г. Хлебопекарные качества сортов озимого гексаплоидного тритикале // Доклады РАСХН. 2013. № 1. С. 3–7.
9. Cyran M., Rakowska M. Relationship between the pentosans of triticale flour and bread loaf volume // Triticale: Today and Tomorrow. 1996. Pp. 771–777.
10. Lkgari L. A., Baenziger P. S., Voger K. P., Baltensperger D. D. Identifying Winter Forage Triticale (×Triticosecals Wittmack) Strains for the Central Great Plains // Crop Science. 2008. Vol. 48. Pp. 2040–2048.
11. Marciniak A., Obuchowski W., Makowska A. Technological and nutritional aspects of utilization of triticale for extruded food production // Food Science and Technologi. 2008. Vol. 11. Pp. 3–7.
12. Tsen C. C., Hoover W. J., Farrell E. P. Baking quality of triticale floer // Cereal Chem. 1973. No. 50. P. 16.
13. Tsvetkov S. M., Stoeva I. Bread Making Quality of Winter Hexaploid Triticale (×Triticosecals Wittmack) in Bulgaria // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2003. No. 9. Pp. 203–208.

References

1. Bebyakin V. M., Kulevatova T. B., Velikanova N. M., Cetva I. S. O kachestve zerna tritikale, rzi i pshenicy na genotipicheskom urovne, metodah i kriteriyah ego ocenki [About the quality of triticale, rye and wheat grains at the genotypic level, methods and criteria for its assessment] // Povyshenie ehffektivnosti ispol'zovaniya agrobioklimaticheskogo potentsiala Yugo-Vostochnoj zony Rossii: sb. nauch. trudov, posvyashch. 95-letiyu GNU NII SKH Yugo-Vostoka. Saratov, 2005. S. 193–203.
2. Mart'yanova A. I., Pishchugina E. P. Probnaya laboratornaya vypechka hleba – pryamoj i nadezhnyj sposob ocenki kachestva zerna pshenicy [Experimental laboratory bread baking is a direct and reliable way to assess the quality of wheat grain] // Zernovye kul'tury. 2001. № 2. S. 28–30.
3. Pashchenko L. P., Stranadko G. G., Lyubar' A. V. i dr. Produkty pererabotki zerna tritikale v tekhnologii hlebobulochnyh izdelij [Triticale products processing in bakery technology] // Vestnik RASKHN. 2003. № 2. S. 84–86.
4. Pomeranc J. Solozhenie tritikale // Triticale – pervaya zernovaya kul'tura, sozdannaya chelovekom [Triticale malting] / per. s angl. M. B. Evgen'eva; pod red. i s predisloviem Yu. L. Guzhova. M.: Kolos, 1978. S. 255–265.
5. Turbin N. V., Erkinbaeva R. K., Naleev O. N. i dr. Hlebopekarnye kachestva zerna novyh sortov [Baking qualities of new grain varieties] // Doklady VASKHNIL. 1990. № 6. S. 6–8.
6. Shabolkina E. N. Razrabotka metodov ocenki zerna tritikale po hlebopekarnym svojstvam [Development of methods to assess the grain triticale according to their baking properties] // Izvestiya OGAU. 2010. № 4(28). S. 33–34.
7. Shabolkina E. N. Hlebopekarnye kachestva tritikale v smesi s pshenichnoj mukoj [Triticale baking qualities mixed with wheat flour] // Agro-Inform. 2008. April'. № 114. S. 56.
8. Shchipak G. V., Cipko Yu. V., Shchipak V. G. Hlebopekarnye kachestva sortov ozimogo geksaploidnogo tritikale [Baking qualities of winter hexaploid triticale varieties] // Doklady RASKHN. 2013. № 1. S. 3–7.
9. Cyran M., Rakowska M. Relationship between the pentosans of triticale flour and bread loaf volume // Triticale: Today and Tomorrow. 1996. Pp. 771–777.
10. Lkgari L. A., Baenziger P. S., Voger K. P., Baltensperger D. D. Identifying Winter Forage Triticale (×Triticosecals Wittmack) Strains for the Central Great Plains // Crop Science. 2008. Vol. 48. Pp. 2040–2048.
11. Marciniak A., Obuchowski W., Makowska A. Technological and nutritional aspects of utilization of triticale for extruded food production // Food Science and Technologi. 2008. Vol. 11. Pp. 3–7.
12. Tsen C. C., Hoover W. J., Farrell E. P. Baking quality of triticale floer // Cereal Chem. 1973. No. 50. P. 16.
13. Tsvetkov S. M., Stoeva I. Bread Making Quality of Winter Hexaploid Triticale (×Triticosecals Wittmack) in Bulgaria // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2003. No. 9. Pp. 203–208.

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.