

УДК 664.6

Оценка качества пшеничного хлеба, обогащенного натуральным яблочным сырьемКанд. с.-х. наук **Р.Т. Тимакова**, trt64@mail.ru*Уральский государственный экономический университет
620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45*

Исследовали влияние натурального пектина яблочных выжимок, полученных после отжима сока из свежих яблок помологических сортов Ренет Платона Симиренко, Гренни смит и Глостер с различным содержанием пектиновых веществ, на формирование качества пшеничного хлеба высшего сорта. Биохимические показатели яблок свежих (массовая доля сухих веществ и сахаров, титруемая кислотность, содержание витамина С), качество клейковины муки и качество образцов хлеба пшеничного высшего сорта с добавлением в рецептуру выжимок яблок разных помологических сортов различными дозировками (2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки в тесте) изучали известными стандартными методами. Добавление выжимок из яблок разных помологических сортов различными дозировками в рецептуру хлеба приводит к изменению органолептических показателей хлеба: усилению интенсивности цвета мякиша от светло-светло-желтого до желтого и появлению вкуса сдобности при увеличении дозировки с 2,5 до 7,5% к массе муки независимо от помологического сорта яблок. Увеличение дозировки яблочных выжимок снижает влажность мякиша на 1–2% и повышает кислотность хлеба – более высокие показатели (2,9–3,1°) установлены при добавлении яблочных выжимок из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко. Показано, что обогащение пектиновыми веществами улучшает пористость хлеба, максимальные показатели (72–74%) выявлены при добавлении выжимок из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко за счет повышенного содержания пектиновых веществ в яблочном сырье. Установлено, что по органолептическим и физико-химическим показателям обогащенные натуральным яблочным сырьем опытные образцы хлеба пшеничного высшего сорта соответствуют требованиям стандартов и имеют более высокие потребительские характеристики при увеличении дозировки яблочных выжимок до 7,5% по сравнению с контрольными образцами хлеба, в рецептуре которых отсутствуют добавки яблочных выжимок. Не выявлено достоверной разности по результатам органолептической оценки в опытных образцах пшеничного хлеба в зависимости от помологического сорта яблок, в тоже время показано незначительное улучшение пористости в образцах хлеба, в рецептуру которых добавлены выжимки из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко. Полученные результаты носят практический характер при использовании переработанного яблочного сырья определенного сорта для разработки рецептуры обогащенного пектиновыми веществами хлеба пшеничного, как продукта функциональной направленности.

Ключевые слова: хлебопечение; хлеб пшеничный; яблочное сырье; помологические сорта яблок; пектиновые вещества; кислотность; пористость.

DOI: 10.17586/2310-1164-2020-10-2-21-28

Assessment of the quality of wheat bread enriched with natural Apple raw materialsPh. D. **Roza T. Timakova**, trt64@mail.ru*Ural State University of Economics
62/45, 8 March/Narodnaya Volya str., Ekaterinburg, 620144, Russia*

We have studied the effect of the pectin, which was produced from pomaceous waste of different pomological varieties of apples (Platon Simirenko Reinette, Granny Smith, and Gloster) with various range of pectin substances, on the quality of premium wheat bread. Bio-chemical indicators of fresh apples (mass fraction of dry substances and sugars, titratable acidity, and the amount of C-vitamin), the quality of gluten, and the quality of premium wheat bread samples with the addition of different doses of pomaceous waste from apples of different pomological varieties (2.5%, 5.0%, and 7.5% to the wheat mass in the dough) were analyzed by well-known standard methods. Adding different doses of pomaceous waste from apples of different pomological varieties to the recipe results in the changes in organoleptic indicators of the bread: increase of the crumb color intensity from very light yellow to yellow, and the appearance of the richness taste at the increase of the dose from 2.5% to 7.5% to the flour's weight irrespective of the apple pomological kind. With the increase of the dose of pomaceous waste there is a decrease of crumb humidity by 1–2% and the increase of the acidity inside the bread – higher indicators (2.9–3.1°) were observed when adding pomaceous waste of the Platon Simirenko Reinette pomological apples, which can happen due to the high level of acidity of the apples themselves. Pectin

substances enrichment leads to the better porosity of the bread, the highest indicators (72–74%) were observed at the addition of the pomaceous waste from the Platon Simirenko Reinette pomological apples due to the high level of pectin substances in the apple raw materials. The results of the research show that organoleptic and physical-chemical indicators of premium wheat bread samples enriched with natural apple raw materials meet the requirements of the standards and have higher consumer characteristics with an increase of the dose of apple pomaceous waste to 7.5% compared to the control samples of bread, in the recipe of which there are no additives of apple pomaceous waste. According to the results of organoleptic evaluation there was no significant difference in experimental samples of wheat bread depending on the variety of apples. At the same time, a slight improvement in porosity was found in bread samples, the in the recipes of which the pomaceous waste of the Platon Simirenko Reinette was added. The obtained results can be practically used in processing apple raw materials of a certain variety to create a recipe of wheat bread enriched with pectin substances as a functional product.

Keywords: bread baking; wheat bread; apple pomace; pomological varieties of apples; pectin substances; acidity; porosity.

Введение

Вопросы качества и потребительской ценности хлеба, являющегося традиционно незаменимым пищевым продуктом на столе россиян, определяются качеством исходного сырья и применяемыми технологиями. Химический состав хлебобулочных изделий не соответствует требованиям нутрициологии из-за присутствия легкоусвояемых углеводов и незначительного содержания пищевых волокон, витаминов и макро- и микроэлементов, что определяет необходимость направленного регулирования химического состава хлебобулочных изделий с целью получения продукции высокой пищевой и биологической ценности [1].

На потребительском рынке активно формируется сегмент пищевой продукции массового потребления, в том числе хлебобулочных изделий, обогащенных разными видами пищевых добавок для улучшения функциональных свойств и повышения пищевой ценности [2]. Его емкость определяется динамикой изменения структуры рынка хлебобулочных изделий в пользу здорового хлеба [3], в том числе диабетического назначения, вырабатываемого путем применения в рецептуре нетрадиционных видов сырья с пониженным гликемическим индексом, пшеничных диетических отрубей, пшеничных зародышевых хлопьев, яблочного пектина [4].

Важным источником пищевых волокон, пектина, водорастворимых витаминов, органических кислот, дубильных веществ, эфирных масел, флавоноидов и минеральных веществ [5–7] являются яблоки, занимающие более трети в обороте плодовой продукции. Яблоки, как ценный источник витамина С, обеспечивают до 15% физиологической потребности человека [8].

Применение продуктов переработки растительного сырья позволяет улучшать качество муки, осуществлять корректировку ее хлебопекарных свойств, а также усиливать функциональную направленность и пищевую ценность готовой продукции за счет обогащения пектиновыми веществами при добавлении фитопорошков из яблок или яблочных выжимок. Яблочные выжимки содержат до 5–10% пектиновых веществ, которые обеспечивают агрегативную устойчивость и однородность дисперсных сред. Ценность пектина определяется возможностью комплексного воздействия на органы желудочно-кишечного тракта, пищеварительной и кровеносной систем, выраженными регенерирующими, вяжущими и противовоспалительными свойствами.

Важнейшим фактором для выбора источника пектиновых веществ является наличие сырьевых ресурсов. В местах произрастания яблок или их переработки целесообразно использовать яблочные выжимки. Выжимки являются остаточным продуктом при производстве соков прямого отжима [9, 10], что позволяет обеспечивать безотходность производственного цикла.

Фактор сезонности можно нивелировать за счет высушивания или замораживания ценного яблочного сырья, а также производства фитопорошков.

В России пектин не производится, и экспериментальным путем установлено, что его возможно получать из яблочного сырья в результате кислотного гидролиза протопектина и последующего осаждения пектина из раствора спиртом, обеспечивая увеличение выхода целевого продукта с 20–34% до 70–75%, по мнению [11].

В хлебопечении вместо яблочных выжимок часто применяются фитопорошки из разных плодов, количество добавок определяется разработанными рецептурами и технологичностью процесса, что

подтверждается экспериментальными данными разных исследователей. Так, для обогащения ржано-пшеничного хлеба микронутриентами, пектином и витаминами, а также улучшения технологических свойств муки рекомендуется использовать фитопорошки из яблок в количестве до 5,0%, для пшеничного хлеба – 2,5%. При этом отмечается улучшение качества клейковины до 75,6 ед., повышается биологическая активность дрожжей, происходит сокращение продолжительности активации прессованных дрожжей до 85 мин и увеличение их подъемной силы на 5% по сравнению с контрольными образцами без внесения фитопорошков, при этом происходит незначительное увеличение кислотности до 4,8° [12]. Добавление многокомпонентной смеси яблочного пюре с патокой при соотношении компонентов в массовых долях 8:1-10:1 в количестве 3–6% к массе муки улучшает органолептические показатели ржано-пшеничного хлеба [13]. По другим данным, качество хлеба улучшается уже при добавлении 2,5% яблочного пектинового экстракта (ЯПЭ) к массе муки, что повышает кислотность теста и интенсифицирует процесс газообразования [14]. По утверждению [15], при внесении 7,5% яблочного порошка к массе муки качество клейковины имеет лучшие показатели (до 80 ед.) по сравнению с контрольными образцами без добавок (69 ед.), следовательно, для выпечки хлеба можно рекомендовать муку I и II сорта для улучшения ее технологических свойств. Однако комплексная оценка готового хлеба с разным содержанием яблочного порошка показала, что добавление порошка из яблок в дозировках свыше 2,5% отрицательно сказывается на качестве готовых изделий из пшеничной муки, что выражается в резком снижении показателей влажности и пористости мякиша изделий, цвет мякиша становится серовато-коричневым с вкраплениями частиц яблочного порошка. Внесение яблочного порошка в количестве 2,5% к массе муки оказало положительное влияние на химический состав: в готовом хлебе установлено увеличение содержания пищевых волокон на 64%, органических кислот в 25 раз и углеводов на 1%. По мнению автора, результаты исследователей заслуживают внимания в каждом конкретном случае. Несхожесть результатов может быть обусловлена способом получения содержащих пектин добавок и свойствами сырья, так как содержание пектина в яблоках зависит от помологического сорта. Рядом авторов предлагается применение дробленых и резанных сухих яблок [16].

На основании изложенного установлено, что исследовательские работы [10, 14–16] формируют технологический подход и рассматриваются в контексте изменения рецептуры хлеба за счет варьирования количественных показателей, то есть количества содержащих пектин добавок к массе муки, при этом не исследуется влияние биохимических показателей (кислотность, содержание пектиновых веществ) яблок разных помологических сортов на качество хлеба. Это определяет цель данного исследования – изучить влияние содержащих пектин яблочных выжимок, полученных из яблок разных помологических сортов с различным содержанием пектиновых веществ, на формирование качества пшеничного хлеба высшего сорта.

Материалы и методы

Были сформированы десять групп хлеба пшеничного высшего сорта. Первая группа – хлеб стандартной рецептуры: мука пшеничная высшего сорта – 300 г, дрожжи прессованные – 4,5 г, соль поваренная – 3,9 г (контрольная) и девять опытных групп хлеба, в стандартную рецептуру, которого добавлены свежие яблочные выжимки (после отжима сока прессованием яблок свежих разных помологических сортов с содержанием сухих веществ до 23–25%). В рецептуру хлеба второй, третьей и четвертой опытных групп добавлены выжимки из яблок свежих помологического сорта Ренет Платона Симиренко (Россия) в количестве 2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки соответственно; в рецептуру хлеба пятой, шестой и седьмой опытных групп – выжимки из яблок сорта Гренни смит (Республика Сербия) в количестве 2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки соответственно; в рецептуру хлеба восьмой, девятой и десятой опытных групп – выжимки из яблок сорта Глостер (Республика Сербия) в количестве 2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки соответственно.

Биохимические показатели в яблоках свежих и свежих яблочных выжимках были исследованы стандартными методами: содержание общего количества сухих веществ – высушиванием до постоянной массы; массовая доля растворимых сухих веществ – рефрактометрическим методом; массовая доля сахаров – перманганатным; титруемая кислотность – потенциометрическим; содержание пектиновых веществ – фотометрическим методом на основе реакции карбазола с отдельными фракциями пектина в присутствии концентрированной серной кислоты, с последующим измерением поглощения света;

содержание витамина С – вольтамперметрическим методом. Массовую долю и качество клейковины муки определяли по ГОСТ 27839-2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины»; упруго-эластичные свойства клейковины – по показаниям измерителя деформации клейковины ИДК-7; кислотность муки – по ГОСТ 27493-87 «Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке».

Выпечку хлеба проводили безопасным способом. Оценка качества хлеба пшеничного осуществлялась по органолептическим и физико-химическим показателям согласно ГОСТ 31805-2018 «Изделия хлебобулочные из пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия»; пористость хлеба – в соответствии с требованиями с ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости»; кислотность – по ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности», влажность – по ГОСТ 21094-75 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности».

Исследования проводили в пятикратной повторности. Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики путем группировки количественных показателей выборок по средним значениям с использованием коэффициента Стьюдента (одновыборочного t-критерия).

Результаты и обсуждение

На первом этапе проведено исследование биохимических показателей яблок разных помологических сортов. Установлено, что яблоки помологического сорта Ренет Платона Симиренко отличаются более высоким содержанием пектиновых веществ по сравнению с яблоками помологических сортов Гренни смит и Глостер на 0,20 и 0,47% соответственно, в том числе по содержанию протопектина – на 0,01 и 0,29% соответственно (таблица 1).

Таблица 1. Исследование биохимических показателей яблок разных помологических сортов ($M \pm m$; $n = 5$)
 Table 1. Biochemical parameters of apples of different pomological varieties

Биохимические показатели	Помологические сорта		
	Ренет Платона Симиренко	Гренни смит	Глостер
массовая доля сухих веществ, %	15,9 ± 0,19	13,5 ± 0,17	18,9 ± 0,22
массовая доля растворимых сухих веществ, %	13,5 ± 0,20	11,4 ± 0,10	16,9 ± 0,20
массовая доля сахаров, %	9,71 ± 0,11	10,26 ± 0,19	12,90 ± 0,11
массовая доля титруемых кислот, %	0,73 ± 0,01	0,63 ± 0,02	0,45 ± 0,01
массовая доля витамина С, мг на 100 г	6,13 ± 0,12	5,32 ± 0,13	5,03 ± 0,09
пектиновые вещества, %, в том числе	1,79 ± 0,03	1,59 ± 0,02	1,32 ± 0,02
– растворимый пектин, %	0,60 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,42 ± 0,01
– протопектин, %	1,19 ± 0,02	1,18 ± 0,02	0,90 ± 0,01

На втором этапе исследовали хлебопекарные свойства муки. По массовой доле и качеству сырой клейковины, кислотности и белизне муки установлено, что мука пшеничная хлебопекарная соответствует требованиям ГОСТ Р 52189-2003 «Мука пшеничная. Общие технические условия к муке высшего сорта» (таблица 2).

Таблица 2. Хлебопекарные свойства пшеничной муки высшего сорта
 Table 2. Baking properties of premium wheat flour ($M \pm m$; $n = 5$)

Наименование показателя	Характеристика
массовая доля сырой клейковины, %	28,5 ± 0,3
качество сырой клейковины (ИДК-7), усл. ед.	75,0 ± 3
кислотность, град	2,6 ± 0,1
белизна (РЗ-БПЛ), усл. ед.	74,3 ± 1,7

После замеса теста и добавления яблочных выжимок в количестве 2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки согласно рецептуре, расстойки и обминки теста осуществлялась выпечка хлеба.

После выпечки и остывания хлеба проводили органолептическую оценку (таблица 3).

Таблица 3. Органолептические показатели хлеба из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта с добавками и без добавок яблочных выжимок ($M \pm m$; $n = 5$)

Table 3. Organoleptic indicators of bread from wheat baking flour of the highest grade with and without additives of apple pomace ($M \pm m$; $n = 5$)

Наименов. показателя	Контроль	Опытные группы с добавлением выжимок из яблок разных помологических сортов								
		Ренет Платона Симиренко			Гренни смит			Глостер		
		2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я	9-я	10-я
форма и поверхность хлеба	Соответствует виду изделия									
цвет мякиша	бледно-желтый	светло-светло-желтый	светло-желтый	желтый	светло-светло-желтый	светло-желтый	желтый	светло-светло-желтый	светло-желтый	желтый
состояние мякиша	пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса, пористость равномерная, свойственная виду изделия									
вкус	свойственный, без постороннего привкуса		Свойственный, сдобный, без постороннего привкуса	свойственный, без постороннего привкуса		Свойственный, сдобный, без постороннего привкуса	свойственный, без постороннего привкуса		Свойственный, сдобный, без постороннего привкуса	
запах	свойственный, без постороннего запаха									

В образцах хлеба контрольной и опытных групп форма и поверхность соответствуют виду изделия; мякиш пропеченный, не влажный на ощупь, без следов непромеса; пористость равномерная, свойственная виду изделия; запах – свойственный, без постороннего запаха; цвет мякиша бледно-желтый в контрольных образцах и от светло-светло-желтого (опытные образцы групп 2,5 и 8) до желтого (опытные образцы групп 4, 7 и 10), вкус – свойственный, без постороннего привкуса, в опытных образцах опытных групп 4,7 и 10 – сдобный.

Физико-химические показатели хлеба пшеничного высшего сорта контрольной и опытных групп представлены в таблице 4.

Таблица 4. Физико-химические показатели хлеба из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта с добавками и без добавок яблочных выжимок ($M \pm m$; $n = 5$)

Table 4. Physico-chemical parameters of bread from wheat baking flour of the highest grade with and without additives of apple pomace ($M \pm m$; $n = 5$)

Наименов. показателя	Контроль	Опытные группы с добавлением выжимок из яблок разных помологических сортов								
		Ренет Платона Симиренко			Гренни смит			Глостер		
		2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я	9-я	10-я
влажность, %	42 ± 2	42 ± 1	41 ± 2	40 ± 2	42 ± 1	41 ± 2	40 ± 2	42 ± 1	41 ± 2	40 ± 2
кислотность, °	2,6 ± 0,1	2,9 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,1 ± 0,1	2,8 ± 0,1	2,9 ± 0,1	3,0 ± 0,1	2,7 ± 0,1	2,8 ± 0,1	2,9 ± 0,1
пористость, %	69 ± 1	72 ± 1	73 ± 1	74 ± 1	71 ± 1	72 ± 1	73 ± 1	70 ± 1	71 ± 1	72 ± 1

По физико-химическим показателям опытные образцы хлеба пшеничного высшего сорта с добавками выжимок от яблок разных помологических сортов разными дозировками (2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки в тесте) соответствуют требованиям ГОСТ 31805–2018 при незначительном снижении влажности – на 1,0% при добавлении 5,0% яблочных выжимок и на 2,0% при добавлении 7,5% яблочных выжимок по сравнению с контрольными образцами. Установлено незначительное повышение кислотности мякиша (на 0,2°) при добавлении в рецептуру хлеба 7,5% яблочных выжимок по сравнению с образцами хлеба, в рецептуру которых было добавлено 2,5% выжимок. Выявлена определенная закономерность по изменению кислотности мякиша хлеба в зависимости от сорта яблок. Так, более высокие показатели кислотности зафиксированы в опытных образцах хлеба второй, третьей и четвертой групп, в рецептуру которых добавлены выжимки из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко, что может быть обусловлено более высокой кислотностью самих яблок. Аналогичным образом улучшается пористость хлеба с увеличением количества яблочных выжимок до 7,5% – на 3,0; 4,0 и 5,0% в опытных образцах хлеба второй, третьей и четвертой групп при добавлении выжимок из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко по сравнению с контрольными образцами;

на 2,0; 3,0 и 4,0% в опытных образцах хлеба пятой, шестой и седьмой групп при добавлении яблочных выжимок из яблок сорта Гренни смит и на 1,0; 2,0 и 3,0% в опытных образцах хлеба восьмой, девятой и десятой групп при добавлении выжимок из яблок помологического сорта Глостер, что может быть обусловлено более высоким содержанием пектиновых веществ, взаимодействующих с белками клейковины с образованием белково-полисахаридных комплексов сложного состава, в яблоках помологического сорта Ренет Платона Симиренко.

Заключение

Добавление яблочных выжимок из яблок разных помологических сортов различными дозировками (2,5; 5,0 и 7,5% к массе муки в тесте) приводит к изменению органолептических показателей хлеба и появлению более интенсивного желтого цвета и вкуса сдобности при увеличении дозировки с 2,5 до 7,5% к массе муки независимо от помологического сорта яблок. Обогащение пектиновыми веществами приводит к улучшению пористости хлеба в опытных группах хлеба пшеничного на 2,0–5,0% по сравнению с контрольными образцами, а также к снижению влажности мякиша на 1,0–2,0% при незначительном повышении кислотности на 0,2–0,5°. Выявлено незначительное изменение физико-химических показателей мякиша хлеба в зависимости от применения яблочных выжимок разных помологических сортов яблок: более высокие показатели кислотности на 0,1–0,2° и пористости на 1,0–2,0% по хлебу, в рецептуру которого добавляли выжимки из яблок помологического сорта Ренет Платона Симиренко. Полученные результаты имеют практическое технологическое значение при разработке и оптимизации рецептуры обогащенного пектиновыми веществами хлеба пшеничного, исходя из количества добавленных яблочных выжимок и помологического сорта яблок.

Литература

1. Шмайлова Т.А., Сидельникова Н.А. Мониторинг технологических свойств муки различных производителей // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 1650–1657.
2. Науменко Н.В., Потороко И.Ю., Калинина И.В., Малинин А.В., Цатуров А.В. Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. № 81(2). С. 108–113.
3. Косован А.П., Шапошников И.И. Состояние и перспективы развития инновационного потенциала хлебопекарной промышленности // Хлебопечение России. 2016. № 6. С. 14–18.
4. Тюрина О.Е., Шлеленко Л.А. Перспективные технологии диабетических хлебобулочных изделий [Разработка рецептуры и технологий] // Хлебопечение России. 2008. № 2. С. 12–13.
5. Скрипникова М.К., Скрипникова Е.В., Федулова Ю.А. Семечковые культуры средней полосы России – доступный источник биологически активных веществ для обеспечения функционального питания школьников // Вопросы питания. 2014. Т. 83, № S3. С. 197–198.
6. Sardarodiyani M., Sani A.M. Natural antioxidants: sources, extraction and application in foods systems. *Nutrition and Food Science*. 2016, V. 46, no. 3, pp. 363–373.
7. Быкова Т.О., Макарова Н.В., Азаров О.И., Кузнецов А.А. Химический состав и показатели антиоксидантной активности сортов яблок Самарской области // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2016. № 2–3. С. 21–24.
8. Тимакова Р.Т. Влияние ионизирующего излучения на изменение антиоксидантного потенциала свежих яблок // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 3. С. 250–257.
9. Гайдукова О.П., Сокол Н.В., Чаусов В.М. Растительные сырьевые ресурсы для производства функциональных продуктов питания // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: сб. тр. Краснодар: Изд-во Кубанского гос. техн. ун-та, 2009. С. 130–133.
10. Перфилова О.В. Яблочные выжимки как источник биологически активных веществ в технологии продуктов питания // Новые технологии. 2017. № 4. С. 65–71.
11. Кукин М.Ю. Усовершенствование технологии получения пектина из яблок // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2017. № 2. С. 9–17.
12. Шмайлова Т.А., Сидельникова Н.А. Изучение влияния фитопорошков на технологические свойства муки // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-3. С. 278–286.
13. Корчагин В.И., Магомедов Г.О., Дерканосова Н.М., Столярова Л.И., Карпенко В.И. Многокомпонентный порошкообразный полуфабрикат в производстве ржано-пшеничного хлеба // Хлебопечение России. 1999. № 4. С. 25–26.

14. Сокол Н.В., Донченко Л.В., Мисливский Б.В., Кружлякова С.А. Применение культуры тритикале и яблочного пектинового экстракта в производстве хлеба функционального назначения // *Хлебопечение России*. 2003. № 1. С. 14–15.
15. Сидельникова Н.А., Шмайлова Т.А. Перспективы использования фитопорошков для улучшения технологических свойств муки // *Успехи современной науки и образования*. 2016. Т. 9. № 12. С. 91–96.
16. Троицкий Б.Н., Письменный В.В., Солодовник А.В., Черкашин А.И. Производство хлеба с применением дробленых и резаных сухих яблок // *Хлебопечение России*. 2005. № 5. С. 34–35.

References

1. Shmaylova T.A., Sidelnikova N.A. Monitoring technological properties of flour from different manufacturers. *Modern Problems of Science and Education*. 2014, no. 6, pp. 1650–1657 (In Russian).
2. Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Kalinina I.V., Malinin A.V., Tsaturov A.V. Improving the production technology of bakery products obtained using ingredients of plant origin. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019, no. 81(2), pp. 108–113 (In Russian).
3. Kosovan A.P., Shaposhnikov I.I. Development status and prospects of innovative potential of the baking industry. *Baking in Russia*. 2016, no. 6, pp. 14–18 (In Russian).
4. Tyurina O.E., Shlelenko L.A. Perspective technologies of diabetic bakery products [Creation of the recipe and technologies]. *Baking in Russia*. 2008, no. 2, pp. 12–13 (In Russian).
5. Skripnikova M.K., Skripnikova E.V., Fedulova Yu.A. Seed-based cultures of Central Russia as an available source of biologically active substances for arranging functional nutrition of the pupils. *Problems of Nutrition*. 2014, V. 83, no. 83, pp. 197–198 (In Russian).
6. Sardarodiyani M., Sani A.M. Natural antioxidants: sources, extraction and application in food systems. *Nutrition and Food Science*. 2016, V. 46, no. 3, pp. 363–373.
7. Bykova T.O., Makarova N.V., Azarov O.I., Kuznetsov A.A. Chemical compound and antioxidant activity index of apple varieties of Samara region. *Food Technologies*. 2016, no. 2–3, pp. 21–24 (In Russian).
8. Timakova R.T. The effect of ionizing radiation on the changes of antioxidant capacity of fresh apples. *Development Problems of Regional Agro-industrial Complex*. 2019, no. 3, pp. 250–257 (In Russian).
9. Gaidukova O.P., Sokol N.V., Chausov V.M. Plant-based raw material sources for functional food products production. *Baked Goods, Confectionery and Pasta of XXI Century*. Collection of works. Krasnodar. 2009, pp. 130–133 (In Russian).
10. Perfilova O.V. Apple extractions as a source of biologically active substances in food technology. *New Technologies*. 2017, no. 4, pp. 65–71 (In Russian).
11. Kukin M.Yu. Improvement of pectin production technology from apples. *Processes and Food Production Equipment*. 2017, no. 2, pp. 9–17 (In Russian).
12. Shmaylova T.A., Sidelnikova N.A. Study of the effect fito program on the technological properties of flour. *Modern problems of Science and Education*. 2015, no. 2-3, pp. 278–286 (In Russian).
13. Korchagin V.I., Magomedov G.O., Derkanosova N.M., Stolyarova L.I., Karpenko V.I. Multicomponent powdery semifinished material in the production of rye-wheat bread. *Baking in Russia*. 1999, no. 4, pp. 25–26 (In Russian).
14. Sokol N.V., Donchenko L.V., Mislivsky B.V., Kruglyakova S.A. Utilizing the culture of triticale and apple pectine extract in making functional bread. *Baking in Russia*. 2003, no. 1, pp. 14–15 (In Russian).
15. Sidelnikova N.A., Shmaylova T.A. Prospects for the use fitoprogram to improve the technological properties of flour. *Success of Modern Science and Education*. 2016, V. 9, no. 12, pp. 91–96 (In Russian).
16. Troitsky B.N., Pribisky V.V., Solodovnik A.V., Cherkashin A.I. Bread production with the use of shredded and cut dry apples. *Baking in Russia*. 2005, no. 5, pp. 34–35 (In Russian).

Статья поступила в редакцию 16.03.2020