

**Ольга Львовна Вершинина**

Кубанский государственный технологический университет, доцент кафедры пищевой инженерии, кандидат технических наук, доцент, Краснодар, Россия

E-mail: vershinina1964@mail.ru

**Виктория Викторовна Гончар**

Кубанский государственный технологический университет, доцент кафедры пищевой инженерии, кандидат технических наук, доцент, Краснодар, Россия

E-mail: gonchar\_vv72@mail.ru

**Юрий Федорович Росляков**

Кубанский государственный технологический университет, профессор кафедры техники и технологии хлебопродуктов, доктор технических наук, профессор, Краснодар, Россия

E-mail: lizaveta\_ros@mfil.ru

**Марина Анатольевна Янова**

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры товароведения и управления качеством продукции АПК, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Красноярск, Россия

E-mail: yanova.m@mail.ru

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БУЛОЧНЫХ И СДОБНЫХ ИЗДЕЛИЙ Пониженной Сахароемкости

*Цель исследования – разработка способа приготовления булочных и сдобных изделий, для которых вкусовые достоинства (по сладости) соответствовали бы рецептуре, а дозировка сахара могла быть снижена в 1,5–2 раза. Это возможно при замене сахара инвертным сиропом, в котором сахароза преобразована во фруктозу и глюкозу (сладость фруктозы значительно, примерно в 1,7 раза, выше сахарозы). Объекты исследования – полуфабрикаты хлебопекарного производства, а также готовые булочные и сдобные изделия с полной и частичной заменой сахара инвертным сиропом. Инвертный сироп представлял собой вязкую жидкость желтоватого цвета. Содержание редуцирующих веществ в сиропе – 73 %. Готовые изделия по качественным показателям оценивали через 16 ч после выемки из печи по физико-химическим и органолептическим показателям. Определяли формоустойчивость (по изменению отношения высоты к диаметру – Н/Д) подового изделия, массу и объем формового изделия. Удельный объем рассчитывали по показателям массы и объема формового изделия. Влажность, кислотность и пористость изделий определяли по ГОСТ 21094-75, ГОСТ 5670-96, ГОСТ 5669-96 соответственно. Органолептическую оценку качества готовых изделий проводили по внешнему виду, цвету корок, эластичности мякиша, цвету мякиша, состоянию пористости, вкусу и аромату. Внесение инвертного сиропа и молочной сыворотки значительно улучшает качество булочных и сдобных изделий. Мякиш был более светлым с хорошо развитой пористостью, эластичным, изделия имели золотистую корочку, ярко выраженный аромат, нормальный сладкий вкус. Объем у булочных и сдобных изделий увеличился на 16–18 %; пористость – на 4–5,8; удельный объем – на 15–18,4 % по сравнению с контролем. Изделия с инвертным сиропом более длительное время сохраняют свежесть: модуль упругости, характеризующий свежесть изделий, к 24 ч хранения у них был в 1,5 раза ниже, чем в контроле.*

**Ключевые слова:** булочные и сдобные изделия, инвертный сироп, молочная сыворотка, способ приготовления, показатели качества.

**Olga L. Vershinina**

Kuban State Technological University, Associate Professor at the Department of Food Engineering, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Krasnodar, Russia

E-mail: vershinina1964@mail.ru

**Viktoriya V. Gonchar**

Kuban State Technological University, Associate Professor at the Department of Food Engineering, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Krasnodar, Russia

E-mail: gonchar\_vv72@mail.ru

**Yury F. Roslyakov**

Kuban State Technological University, Professor of the Department of Technology and Technology of Bakery Products, Doctor of Technical Sciences, Professor, Krasnodar, Russia

E-mail: lizaveta\_ros@mfil.ru

**Marina A. Yanova**

Krasnoyarsk State Agrarian University, Associate Professor, Department of Merchandizing and Quality Management of Agro-Industrial Complex, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: yanova.m@mail.ru

**TECHNOLOGICAL ASPECTS OF COOKING BAKERY  
AND PASTRY PRODUCTS OF REDUCED SUGAR CAPACITY**

*The aim of the study is to develop a method for preparing bakery and pastry products, for which the taste (in terms of sweetness) would correspond to the formulation, and the dosage of sugar could be reduced by 1.5–2 times. This is possible when replacing sugar with invert syrup, in which sucrose is converted into fructose and glucose (the sweetness of fructose is significantly, about 1.7 times higher than sucrose). The objects of research are semi-finished products of bakery production, as well as finished bakery and pastry products with full and partial replacement of sugar with invert syrup. Invert syrup was a viscous yellowish liquid. The content of reducing substances in the syrup is 73 %. The finished products were evaluated in terms of quality indicators 16 hours after removal from the oven in terms of physico-chemical and organoleptic indicators. Shape stability (by changing the ratio of height to diameter – N/A) of the hearth product, weight and volume of the molded product were defined. The specific volume was calculated from the parameters of the mass and volume of the molded product. The moisture, acidity and porosity of the products were determined according to GOST 21094-75, GOST 5670-96, GOST 5669-96, respectively. The organoleptic assessment of the quality of the finished products was carried out according to the appearance, color of the crusts, elasticity of the crumb, color of the crumb, the state of porosity, taste and aroma. The introduction of invert syrup and milk whey significantly improves the quality of baked goods and pastries. Crumb was lighter with a well-developed porosity, elastic, the products had a golden crust, a pronounced aroma, and a normal sweet taste. The volume of baked goods and pastries increased by 16–18 %; porosity – by 4–5.8; specific volume – by 15–18.4 % in comparison with the control. Products with invert syrup retain freshness for a longer time: the modulus of elasticity, which characterizes the freshness of products, by 24 hours of storage was 1.5 times lower than in the control.*

**Keywords:** bakery and pastry products, invert syrup, milk whey, preparation method, quality indicators.

**Введение.** Для придания продукции определенных вкусовых достоинств и повышения энергетической ценности в булочные и сдобные изделия обычно добавляется сахар.

Однако сенсорная оценка сладости имеет порог, а увеличение дозировки сахара в изделиях не оправдано с позиций рационального питания [3–8].

**Цель исследования:** разработка способа приготовления булочных и сдобных изделий, для которых вкусовые достоинства (по сладости) соответствовали бы рецептуре, а дозировка сахара могла быть снижена в 1,5–2 раза.

Это возможно при замене сахара инвертным сиропом, в котором сахароза преобразована во фруктозу и глюкозу (сладость фруктозы значительно, примерно в 1,7 раза, выше сахарозы).

**Объекты и методы исследования.** Объектами исследования являлись полуфабрикаты хлебопекарного производства, а также готовые булочные и сдобные изделия с полной и частичной заменой сахара инвертным сиропом. Для замены сахара использовали инвертный сироп. Инвертный сироп представлял собой вязкую жидкость желтоватого цвета. Содержание редуцирующих веществ в сиропе было 73 %.

*Физико-химические исследования.* Титруемую кислотность теста определяли методом титрования. На технических весах в чашке взвешивали пробу полуфабриката массой  $5,00 \pm 0,01$  г. Навеску переносили в фарфоровую ступку и растирали с  $50 \text{ см}^3$  дистиллированной воды, не отмывая клейковину. Прибавляли от 3 до 5 капель спиртового раствора фенолфталеина и титровали раствором гидроксида натрия концентрацией  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин [9].

Кислотность полуфабриката  $K_{\text{пф}}$ , град, рассчитывали по формуле

$$K_{\text{пф}} = \frac{V \cdot 100}{M_{\text{пф}} \cdot 10},$$

где  $V$  – объем раствора гидроксида натрия концентрацией  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ ,  $\text{см}^3$ ;  $M_{\text{пф}}$  – масса навески полуфабриката, г;  $1/10$  – коэффициент пересчета концентрации раствора гидроксида натрия  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  на концентрацию  $1 \text{ моль/дм}^3$ ;  $100$  – коэффициент пересчета на  $100 \text{ г}$  продукта [9].

Готовые изделия по качественным показателям оценивали через 16 ч после выемки из печи по физико-химическим и органолептическим показателям. Определяли формоустойчивость (Н/Д) подового изделия, массу и объем формового изделия. Удельный объем рассчитывали по показателям массы и объема формового изделия.

Влажность, кислотность и пористость изделий определяли по ГОСТ 21094-75, ГОСТ 5670-96, ГОСТ 5669-96 соответственно.

Органолептическую оценку качества готовых изделий проводили по внешнему виду, цвету корок, эластичности мякиша, цвету мякиша, состоянию пористости, вкусу и аромату.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Были проведены исследования по полной

замене сахара инвертным сиропом, но при 5 % и более сахара по рецептуре полная замена оказалась невозможной, так как резко ухудшились физические свойства теста и качество готовых изделий.

Причина снижения физических свойств теста при полной замене сахара инвертным сиропом заключается в том, что энергия гидратации образованных сахаров примерно в 2,5 раза больше, чем белка. В связи с этим в тесте резко растет содержание свободной влаги, т. е. влаги, не связанной с белками теста, за счет чего оно разжижается [3, 4].

Для получения теста для булочных и сдобных изделий готовили жидкий полуфабрикат, включавший 35 кг от общего количества по рецептуре муки, соль, молочную сыворотку (взамен воды), инвертный сироп (взамен 50 % сахара по рецептуре). Для получения тонкодисперсной смеси жидкий полуфабрикат (ЖП) замешивали на многофункциональном планетарном смесителе-гомогенизаторе серии PL в течение 5 мин.

Инвертный сироп получали следующим образом: из 100 кг сахара-песка готовили сахарный сироп с массовой долей сухих веществ от 78 до 80 %, охлаждали. При температуре от 95 до 100 °С вносили 300 мл 10 %-го раствора соляной кислоты, тщательно перемешивали. Продолжительность инверсии – от 1 до 5 мин. Затем инвертный сироп быстро охлаждали и нейтрализовали 10 %-м раствором пищевой соды. Массовая доля сухих веществ в инвертном сиропе от 80 до 82 %, содержание редуцирующих веществ – от 70 до 75 %.

На приготовленном ЖП с влажностью 60 % замешивали тесто, добавив оставшуюся муку, пресованные дрожжи, жир и сырье по рецептуре для батона нарезного и сдобы витой. Влажность теста принимали для батона нарезного 42,5 %, сдобы – 38 %. Контролем служило тесто, приготовленное на ЖП по унифицированной рецептуре, без замены сахара инвертным сиропом.

Исследование проводили с тестом, в одном случае заменяя все количество сахара (4 % по рецептуре) инвертным сиропом и в другом (7 % по рецептуре) уменьшая дозировку сахара в тесто на 50 % от рецептуры при замене его сиропом, при этом исследовали изменение основных параметров теста: вязкости, активной и титруемой кислотности, объема в процессе

брожения и формоустойчивости тестовых заготовок при расстойке, а также качество готовых изделий и изменение его при хранении.

Совместное внесение инвертного сиропа и молочной сыворотки положительно влияет на физические свойства теста. Так, вязкость теста

(рис. 1), в котором сахар заменен полностью инвертным сиропом, почти в 3 раза выше по сравнению с вязкостью контрольного теста ( $0,68 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}$  и  $0,23 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ). Молочная сыворотка, вносимая с ЖП, быстро вовлекается в окислительный процесс.

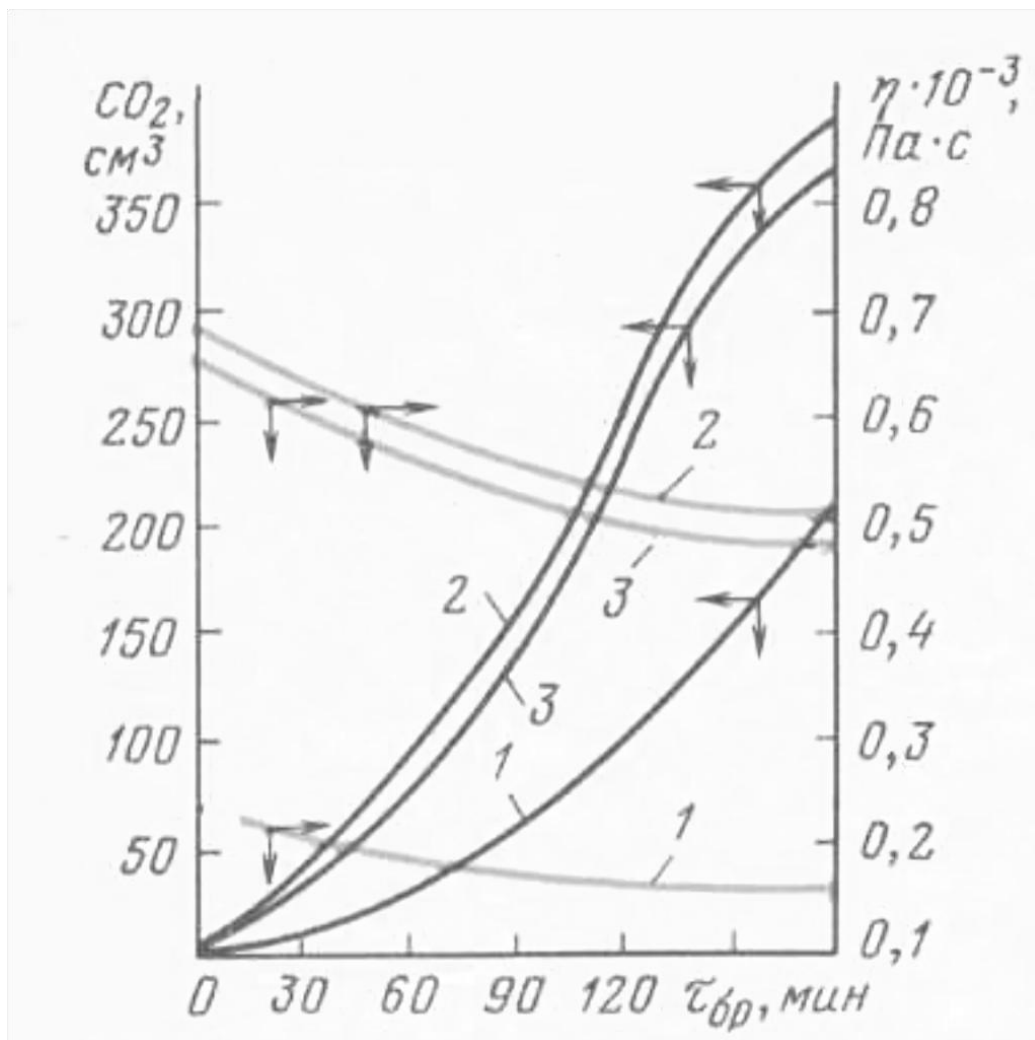


Рис. 1. Изменение газообразования и вязкости теста, приготовленного на ЖП, в процессе брожения: 1 – контроль; 2 – с инвертным сиропом взамен всего (4%) сахара по рецептуре батона нарезного; 3 – с инвертным сиропом взамен 50% сахара по рецептуре сдобы витой

В результате происходит окисление SH-групп и образование – S – S- связей, а также возникают многочисленные водородные связи, способствующие укреплению клейковины, улучшению физических свойств теста, упрочнению связи влаги с составными частями теста.

Как видно из рисунка 1, при 50%-й замене сахара инвертным сиропом газообразование

увеличивается к 180 мин брожения на 79 и на 85% – при полной замене сахара по сравнению с контролем.

Молочная сыворотка способствует повышению начального значения титруемой кислотности теста по сравнению с контролем (рис. 2).

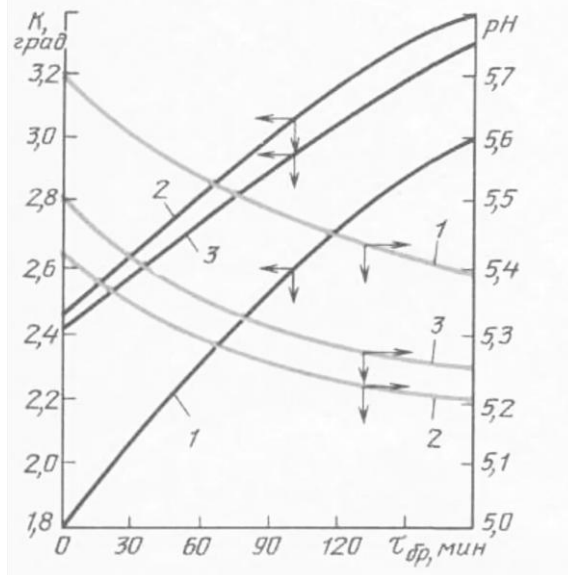


Рис. 2. Изменение титруемой кислотности и pH в процессе брожения теста, приготовленного на ЖП: 1 – контроль; 2 – с инвертным сиропом взамен всего (4 %) сахара по рецептуре батона нарезного; 3 – с инвертным сиропом взамен 50 % сахара по рецептуре сдобы витой

Так, если начальная кислотность для контроля  $1,8^{\circ}$ , то для теста с инвертным сиропом при 50 %-й и полной замене сахара почти одинакова и равна  $2,4^{\circ}$ . В тесте с полной заменой сахара кислотность достигает  $3^{\circ}$  к 90 мин, с 50 %-й заменой – к 120 мин, в контрольном тесте достигает этого значения только к 180 мин брожения. Это свидетельствует о возможности сокращения цикла брожения теста, приготовленного на ЖП.

Повышение кислотности теста на ЖП по сравнению с контролем можно объяснить, во-первых, внесением молочной сыворотки, во-вторых, более интенсивным протеканием окислительных процессов в тесте. О поведении теста в расстойке судили по изменению отношения высоты к диаметру (Н/Д) тестовых заготовок во времени (рис. 3).

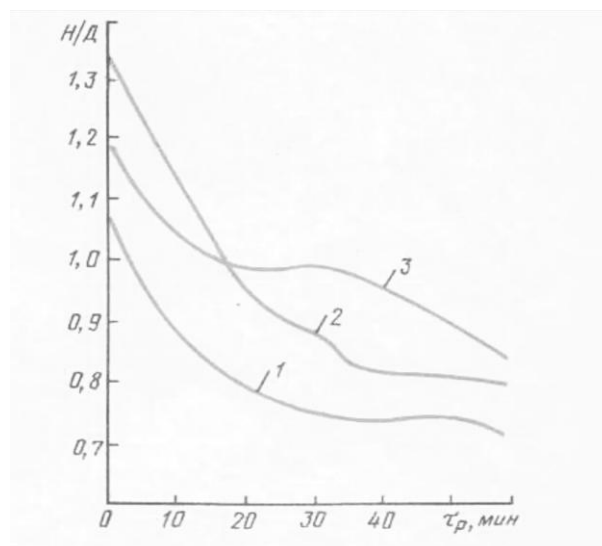


Рис. 3. Изменение формоустойчивости в процессе расстойки тестовых заготовок на ЖП: 1 – контроль; 2 – с инвертным сиропом взамен всего (4 %) сахара по рецептуре батона нарезного; 3 – с инвертным сиропом взамен 50 % сахара по рецептуре сдобы витой

Как видно из рисунка 3, формоустойчивость в процессе расстойки изменяется неравномерно. В начальный период расстойки преобладает увеличение диаметра над высотой тестовых заготовок, Н/Д меньше 1. Расплываемость тестовых заготовок с инвертным сиропом оказывается несколько больше, чем у контроля, в результате того, что инвертный сироп более гигроскопичен по сравнению с сахаром. Но, начиная с 25–30 мин расстойки, уже преобладает увеличение высоты тестовой заготовки над диаметром. Так, в конце процесса расстойки Н/Д для контроля – 0,71; для теста с 50 %-й заменой сахара – 0,84; с заменой сахара – 0,80. Молочная сыворотка способствует улучшению его формоудерживающей способности.

Выработка сдобы витой на инвертном сиропе при содержании сахара 7 кг на 100 кг муки по ре-

цептуре показала возможность производства сдобных изделий с заменой 50 % сахара в тесте инвертным сиропом, уменьшая при этом вдвое его количество по сравнению с обычной рецептурой. Выработка батона нарезного на инвертном сиропе при содержании сахара 4 кг на 100 кг муки по рецептуре показала возможность производства булочных изделий с полной заменой сахара в тесте инвертным сиропом. Все свойства теста и качество готовых изделий были выше контроля, сладость при органолептической оценке практически не отличалась от сладости изделий, приготовленных обычным способом.

О влиянии инвертного сиропа и молочной сыворотки на качество изделий судили по пробной выпечке. Оценка проводилась по органолептическим и физико-химическим показателям качества (табл. 1).

Таблица 1

Показатели качества готовых булочных и сдобных изделий с полной и частичной заменой сахара инвертным сиропом

Показатель качества готовых изделий	Тесто, приготовленное на ЖП			
	Контроль		с инвертным сиропом взамен 50 % сахара по рецептуре сдобы витой	с инвертным сиропом взамен всего сахара по рецептуре батона нарезного
	по рецептуре батона нарезного	по рецептуре сдобы витой		
Влажность, %	42,0	37,0	36,5	41,5
Кислотность, град.	2,3	2,8	3,0	2,5
Пористость, %	73,0	70,0	74,0	76,0
Объем, см <sup>3</sup>	1250	1100	1300	1450
Удельный объем на 100 г, см <sup>3</sup>	3,78	3,32	3,93	4,38
Формоустойчивость (Н/Д)	0,64	0,58	0,66	0,69

По всем характеристикам лучшими были булочные и сдобные изделия, приготовленные на ЖП с заменой сахара инвертным сиропом.

Мякиш был более светлым, с хорошо развитой пористостью, эластичным, изделия имели золотистую корочку, ярко выраженный аромат, нормальный сладкий вкус.

**Выводы.** Сравнивая основные физико-химические показатели полученной продукции, можно сделать вывод о том, что внесение инвертного сиропа и молочной сыворотки значи-

тельно улучшает качество булочных и сдобных изделий.

Объем у булочных и сдобных изделий увеличился соответственно на 16 % (18 %), пористость – на 4 % (5,8 %), удельный объем – на 15 % (18,4 %).

Изделия, приготовленные с использованием инвертного сиропа, сохраняют более длительное время свежесть, о которой судили по изменению структурно-механических свойств мякиша в процессе хранения в течение 24 ч. Так, модуль упру-

гости, характеризующий свежесть изделий, к 24 ч хранения для изделий с инвертным сиропом был в 1,5 раза ниже, чем в контроле.

Разработанный способ приготовления теста для булочных и сдобных изделий позволяет сократить расход сахара без уменьшения сладости изделий, ускорить технологический процесс приготовления теста, увеличить выход изделий, продлить срок хранения свежести. Данный способ не требует дополнительного оборудования и может быть внедрен на любом хлебопекарном предприятии.

### Литература

1. Blum M. Food Fortification – An important Tool in Designing Foods for Better Health. F1 Europe, 1995. P. 192.
2. Functional foods. Ed. By / Goldberd Chapman & Hall, NY, 1994. 572 p.
3. Росляков Ю.Ф., Вершинина О.Л., Гончар В.В. Хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия нового поколения: учеб. пособие. Изд. 2-е, переработ. и доп. / под ред. Ю.Ф. Рослякова. Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2014. 188 с.
4. Росляков Ю.Ф., Вершинина О.Л., Гончар В.В. Научные основы разработки хлебобулочных изделий функционального назначения // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2009. № 8 (95). С. 34–35.
5. Росляков Ю.Ф., Вершинина О.Л., Гончар В.В. Создание хлебобулочных изделий функционального назначения // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2007. № 10 (73). С. 24–25.
6. Росляков Ю.Ф., Вершинина О.Л., Гончар В.В. Перспективные исследования технологий хлебобулочных изделий функционального назначения // Известия вузов. Пищевая технология. 2010. № 1 (313). С. 123–124.
7. Ермош Л.Г., Присухина Н.В., Казина В.В. Использование порошка из ягод ирги в качестве заменителя сахара в производстве мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. 2019. № 12. С. 131–138.
8. Чеботарева Е.Ю., Янова М.А., Мучкина Е.Я. Разработка композитных смесей с использованием пшеничной и ячменной муки зерна для хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. 2015. № 11 (110). С. 125–130.
9. ГОСТ 5898-87. Методы определения кислотности и щелочности. М., 1987.

### Literatura

1. Blum M. Food Fortification - An important Tool in Designing Foods for Better Health. F1 Europe, 1995. P. 192.
2. Functional foods. Ed. By / Goldberd Chapman & Hall, NY, 1994. 572 p.
3. Roslyakov Yu.F., Vershinina O.L., Gonchar V.V. Hlebobulochnye, makaronnye i konditerskie izdeliya novogo pokoleniya: ucheb. posobie. Izd. 2-e, pererabot. i dop. / pod red. Yu.F. Roslyakova. Krasnodar: Izd-vo KubGTU, 2014. 188 s.
4. Roslyakov Yu.F., Vershinina O.L., Gonchar V.V. Nauchnye osnovy razrabotki hlebobulochnyh izdelij funkcional'nogo naznacheniya // Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo. 2009. № 8 (95). S. 34–35.
5. Roslyakov Yu.F., Vershinina O.L., Gonchar V.V. Sozdanie hlebobulochnyh izdelij funkcional'nogo naznacheniya // Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo. 2007. № 10 (73). S. 24–25.
6. Roslyakov Yu.F., Vershinina O.L., Gonchar V.V. Perspektivnye issledovaniya tehnologij hlebobulochnyh izdelij funkcional'nogo naznacheniya // Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2010. № 1 (313). S. 123–124.
7. Ermosh L.G., Prisuhina N.V., Kazina V.V. Ispol'zovanie poroshka iz yagod irgi v kachestve zamenitelya sahara v proizvodstve mучnyh konditerskih izdelij // Vestnik KrasGAU. 2019. № 12. S. 131–138.
8. Chebotareva E.Yu., Yanova M.A., Muchkina E.Ya. Razrabotka kompozitnyh smesey s ispol'zovaniem pshenichnoj i yachmennoj muchki zerna dlya hlebobulochnyh izdelij // Vestnik KrasGAU. 2015. № 11 (110). S. 125–130.
9. GOST 5898-87. Metody opredeleniya kislotnosti i shelochnosti. M., 1987.