

Формирование качества и антиоксидантных свойств хлебобулочных изделий с порошком морошки

| | | |
|-------------------------|--------------|--|
| Людмила П. Нилова | ¹ | nilova_l_p@mail.ru |
| Светлана М. Малютенкова | ¹ | malutesha66@mail.ru |
| Мария С. Кайгородцева | ¹ | mary.kaygorotseva@gmail.com |
| Аркадий А. Евграфов | ¹ | arkadiy.evgrafov@gmail.ru |

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия

Реферат. В статье рассмотрена возможность использования порошка из выжимок морошки в рецептуре хлебобулочных изделий из пшеничной муки, выработанных по традиционной технологии и с использованием технологии отложенной выпечки. Порошок получали сушкой и измельчением выжимок морошки, собранной в Ленинградской области. В качестве базовой рецептуры использовали рецептуру хлебобулочных изделий с 5% сахара и 4% растительного масла, в которой производили замену муки порошком из выжимок морошки в количестве от 1 до 7%. Установлено, что в рецептуре хлебобулочных изделий из пшеничной муки может содержаться 5% порошка из выжимок морошки при использовании безопасного способа производства. При опарном способе происходит интенсификация брожения, приводящие к возрастанию кислотности хлебобулочных изделий выше допустимых значений. Тестовые полуфабрикаты высокой степени готовности замораживали при температуре минус 18°C и хранили в этих условиях в течение 2-х недель. Порошок морошки способствовал лучшему сохранению удельного объема хлебобулочных изделий. В порошке морошки и хлебобулочных изделиях определяли антиоксидантную активность методом FRAP с ортофенантролином, танин - титрованием марганцевокислым калием в присутствии индигокармина. Использование порошка морошки повысило антиоксидантную активность хлебобулочных изделий, чему способствует гидролиз эллаготанина, в процессе замораживания тестовых полуфабрикатов и выпечки. По сравнению с изделиями традиционной рецептуры хлебобулочные изделия с порошком из выжимок морошки повысили антиоксидантную активность в 1,17 и 1,36 раза с одновременным увеличением танина на 9,8 и 13,7%, соответственно, для традиционной технологии и технологии отложенной выпечки.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, технология отложенной выпечки, морошка, качество, антиоксидантная активность, танин

The formation of quality and antioxidant properties of bakery products with cloudberry powder

| | | |
|--------------------------|--------------|--|
| Lyudmila P. Nilova | ¹ | nilova_l_p@mail.ru |
| Svetlana M. Malyutenkova | ¹ | malutesha66@mail.ru |
| Mariya S. Kaigorodtseva | ¹ | mary.kaygorotseva@gmail.com |
| Arkadii A. Evgrafov | ¹ | arkadiy.evgrafov@gmail.ru |

¹ Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia

Summary. This article discusses the possibility of using the powder from scrap cloudberry in the recipe of bakery products from wheat flour. Bakery products produced using traditional technology and using the freezing baking technology. The powder obtained by drying and chopping cloudberry scrap collected in the Leningrad region. The main recipe used a bakery recipe with 5% sugar and 4% vegetable oil, which replaced flour powder from scrap cloudberry in an amount of 1 to 7%. It was established that the recipe for bakery products made of wheat flour contain 5% of cloudberry powder using the free-form method. In the process of firing intensification of fermentation occurs, which leads to an increase in the acidity of bakery products above the permissible values. The tested high-availability semi-finished products were frozen at minus 18 ° C and stored under these conditions for 2 weeks. Corn powder contributed to better preservation of a specific volume of bakery products. In the ice cream and bakery powder, the antioxidant activity was determined by the FRAP method with orthophenanthroline, titration of tannin with potassium permanganate in the presence of indigocarmine. The use of cloudberry powder increases the antioxidant activity of bakery products, which is facilitated by the hydrolysis of ellagutinin, during the freezing of test semi-finished products and baking. Compared with products of traditional recipes, baked goods with powder from cloudberry bugs increased antioxidant activity by 1.17 and 1.36 times with simultaneous increase in tannin by 9.8 and 13.7%, respectively, for traditional technology and freezing baking technology.

Keywords: bakery products, freezing baking technology, cloudberry, quality, antioxidant activity, tannin

Введение

В современных экономических условиях одним из перспективных путей инновационного развития хлебопекарной отрасли является производство хлебобулочных изделий из замороженных тестовых полуфабрикатов, так называемой технологии отложенной выпечки [1]. В результате расширяются границы дискретного производства, а потребитель получается всегда

свежие хлебобулочные изделия. Недостатком технологии отложенной выпечки является снижение до 40% объема хлебобулочных изделий, что связывают с образованием кристаллов льда, влияющих на структуру клейковины и жизнеспособность дрожжевых клеток [2–4]. Для сохранения свойств теста в процессе замораживания тестовых полуфабрикатов и их восстановления в процессе размораживания используют различные

Для цитирования

Nilova L.P., Malyutenkova S.M., Evgrafov A.A., Kaygorotseva M.S. The formation of quality and antioxidant properties of bakery products with cloudberry powder. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 138–143. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-2-138-143

For citation

Нилова Л.П., Малютенкова С.М., Евграфов А.А., Кайгородцева М.С. Формирование качества и антиоксидантных свойств хлебобулочных изделий с порошком морошки // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 138–143. doi:10.20914/2310-1202-2018-2-138-143

гидроколлоиды самостоятельно или в составе хлебопекарных улучшителей [5–8]. Так, использование в качестве криопротектора пектина в количестве 1,5% способствует равномерному распределению свободной воды в тесте, улучшая качество готового хлеба [6]. Мука из топинамбура в количестве 10% позволяет получать изделия, превышающие по качеству изделия с хлебопекарными улучшителями [7]. Использование гороховой клетчатки взамен гуаровой камеди в одинаковом количестве 0,5% позволяет повысить удельный объем круассанов на 19–25% [8].

Высокое содержание гидроколлоидов характерно для плодово-ягодных порошков, полученных из выжимок после отжима сока. В ягодных порошках увеличению гидроколлоидов способствует переход в них семян, содержащих, как белки, так и клетчатку [9, 10]. Благодаря фенольным соединениям и флавоноидам все ягоды обладают антиоксидантной активностью, которая выше в кожуре, чем в соке [11–13]. Поэтому порошки из выжимок ягод обладают высокой антиоксидантной активностью и обеспечивают ее эффективность при добавлении в пищевые продукты [14, 15]. В отличие от других ягод морошка содержит фенольные соединения преимущественно в связанном состоянии в виде эллаготанина (мономеры, димеры и полимеры). Только около 20% эллаговой кислоты содержится в свободном состоянии. Но антиоксидантные свойства морошке придают также лейкоантоцианы, антоцианы, каротиноиды, гидрооксibenзойные и гидрооксикоричные кислоты, выводя морошку на первое место по количеству антиоксидантов среди северных ягод [12, 16, 17]. В процессе ферментации ягод доля эллаговой кислоты в свободном состоянии возрастает в 4 раза [18]. Доказано, что высокие температуры при выпечке хлебобулочных изделий приводят к гидролизу гликозидов, повышая антиоксидантную активность [19]. Возможно, при добавлении в тесто порошка из выжимок морошки, антиоксидантная активность хлебобулочных изделий повысится за счет высокотемпературного воздействия выпечки, увеличив количество эллаговой кислоты и танина в свободном состоянии.

Целью работы явилось исследование возможности использования порошка из выжимок морошки в хлебобулочных изделиях, выработанных с использованием традиционной технологии и технологии отложенной выпечки.

Материалы и методы

Ягоды морошки были собраны в Ленинградской области. Выжимки, полученные после отжима сока, были высушены при температуре 50–55 °С и измельчены в порошок. Для производства хлебобулочных изделий использовали стандартную рецептуру: пшеничная мука высшего

сорта – 100, сахар – 5, подсолнечное масло рафинированное дезодорированное – 4. Оптимизацию количества порошка морошки в рецептуре хлебобулочных изделий проводили заменой муки на порошок от 1 до 7% с шагом 2%, осуществляя приготовление теста опарным и безопарным способом. Разработанная рецептура хлебобулочных изделий с порошком морошки была использована в технологии отложенной выпечки. Тестовые заготовки высокой степени готовности замораживали при температуре (-18) °С и хранили при этой температуре в течение двух недель. Хлебобулочные изделия выпекали при температуре 220 °С в виде булочек массой 100 г.

В работе исследовали массовую долю влаги, титруемую кислотность, содержание клетчатки – стандартными методами; общее содержание фенольных веществ – спектрофотометрически при 725 нм с использованием реактива Folin-Ciocalteu's; общее содержание флавоноидов – спектрофотометрически при 510 нм с хлоридом алюминия; содержание танина – титрованием марганцевокислым калием в присутствии индигокармина; антиоксидантную активность – спектрофотометрически методом FRAP с орто-фенантролином при длине волны 593 нм в пересчете на аскорбиновую кислоту (АК) [20]. Состав сахаров в порошке морошки определяли хроматографическим методом на жидкостном хроматографе «Agilent 1260 Infinity II» (США).

Оценку качества хлебобулочных изделий осуществляли, используя органолептические и физико-химические методы анализа для определения массовой доли влаги, титруемой кислотности, пористости и удельного объема.

Результаты и их обсуждение

Порошок из выжимок морошки представлял собой тонкоизмельченный порошок светло желтого цвета с единичными коричневыми вкраплениями и сладкого вкуса за счет высокого сахарокислотного индекса и преобладания фруктозы в составе сахаров (таблица 1, рисунок 1). Благодаря присутствию фенольных соединений он обладал антиоксидантной активностью. Доля флавоноидов в составе общих фенольных соединений составляла 10%, что не противоречит данным других исследователей [12, 16].

Установление оптимального количества порошка из выжимок морошки в рецептуре хлебобулочных изделий проводили, заменой муки на порошок, при замесе теста при безопарном способе и при замесе опары при опарном способе производства. Увеличение количества порошка до 5% включительно в рецептуре приводило к более интенсивному газообразованию, увеличению удельного объема и пористости готовых изделий (таблица 2).

Таблица 1.

Химический состав и антиоксидантная активность порошка из выжимок морошки

Table 1.

Chemical composition and antioxidant activity of cloudberry powder

| Наименование показателя Indicator name | Значение показателей The value of the indicators |
|--|--|
| Массовая доля влаги, % Moisture content, % | 9,8 ± 0,2 |
| Кислотность (в пересчете на яблочную), % Acidity by malic acid, % | 2,3 ± 0,1 |
| Массовая доля сахаров, % CB Sugar content, % DM | 7,6 ± 0,1 |
| в том числе including | |
| сахароза sucrose | 0,3 ± 0,1 |
| глюкоза glucose | 3,4 ± 0,1 |
| фруктоза fructose | 3,9 ± 0,1 |
| Массовая доля клетчатки, % CB Cellulose content, % DM | 11,8 ± 0,4 |
| Фенольные соединения, мг % CB Total phenolic content, mg per 100 g DM | 312,2 ± 5,4 |
| Флавоноиды, мг % CB Total flavonoids content, mg per 100 g DM | 31,4 ± 1,2 |
| Танин, мг % CB Tannin, mg per 100 g DM | 4,92 ± 0,12 |
| Антиоксидантная активность, мг АК/г CB Antioxidant activity, mg AA per g DM | 9,43 ± 0,22 |

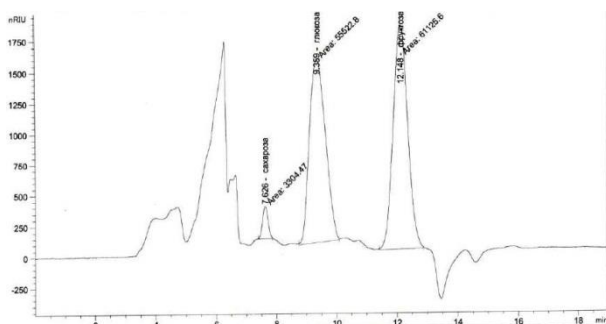


Рисунок 1. Хроматограмма сахаров порошка морошки

Figure 1. The chromatogram of sugars from the powder of cloudberry

Но при опарном способе более интенсивное брожение теста с 5% порошка повысило

титруемую кислотность готовых изделий до 3,9 град., превысив требования ГОСТ 31805-2012. Аромат морошки в хлебобулочных изделиях ощущался только при замене муки на 5% порошка. Поэтому основной рецептурой была принята рецептура, включающая 5% порошка из выжимок морошки, 5% сахара и 4% растительного масла с использованием безопасного способа производства.

Формованное тесто контрольных и опытных образцов хлебобулочных изделий было заморожено и хранилось в замороженном состоянии в течение 2-х недель при температуре минус 18°С. Качество хлебобулочных изделий с использованием технологии отложенной выпечки сравнивали с хлебобулочными изделиями, выработанными по традиционной технологии (табл. 2).

Таблица 2.

Физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий, выработанных по разным технологиям

Table 2.

Physicochemical indicators of the quality of bakery products by different technologies

| Показатели качества Quality indicators | Традиционная технология Traditional baking technology | | Технология отложенной выпечки Freezing baking technology | |
|--|--|-------------------------------|---|-------------------------------|
| | хлебобулочные изделия bakery products | | | |
| | контроль control | с морошкой with cloudberry | контроль control | с морошкой with cloudberry |
| Влажность,% Moisture,% | 37,5 ±1,0 | 38,1 ±1,0 | 37,0 ±0,8 | 37,9 ±1,0 |
| Кислотность, град. Acidity, deg, | 1,3 ±0,1 | 3,0 ±0,1 | 1,1 ±0,1 | 2,6 ±0,1 |
| Пористость,% Porosity,% | 66,4 ±1,9 | 72,6 ±1,5 | 60,5 ±1,5 | 71,0 ±2,0 |
| Удельный объем, см ³ /100г Specific volume, cm ³ 100g ⁻¹ | 340,1 ±12,0 | 373,5 ±9,8 | 303,2 ±8,4 | 362,2 ±11,8 |
| Антиоксидантная активность, мг АК /г СВ Antioxidant activity, mg AA per g DM | 3,05 ±0,15 | 3,56 ±0,12 | 2,92 ±0,08 | 3,98 ±0,08 |

Технология отложенной выпечки привела к снижению удельного объема контрольных образцов хлебобулочных изделий на 10,1% и пористости – на 8,9%. Хлебобулочные изделия, обогащенные порошком из выжимок морошки, отличались более выраженной окраской корки красивого светло-коричневого цвета и бело-желтого цвета мякиша. Вкус и аромат изделий имел ярко выраженные оттенки морошки. Пористость мякиша была развитая и тонкостенная. Изделия, выработанные из замороженных тестовых полуфабрикатов с порошком из выжимок морошки, практически не отличались от изделий традиционной технологии.

Изменения в удельном объеме и пористости были менее выражены и составили – на 5% и 2,2%, соответственно, по сравнению с изделиями традиционной технологии. Все исследуемые образцы хлебобулочных изделий обладали антиоксидантной активностью, которая зависела от рецептуры и выбранной технологии. В контрольных образцах хлебобулочных изделий при выпечке из замороженных полуфабрикатов антиоксидантная активность уменьшилась

на 4,3%. В опытных образцах с порошком из выжимок морошки, наоборот, выпечка из замороженных полуфабрикатов, привела к увеличению значений антиоксидантной активности на 11,8%. По сравнению с изделиями традиционной рецептуры изделия с морошкой повысили антиоксидантную активность в 1,17 и 1,36 раза, соответственно для традиционной технологии и технологии отложенной выпечки. Это могло произойти за счет окисления гидролизуемых танинов – эллаготанинов, приводя к олигомеризации через фенольную связь. В результате увеличивается число реактивных участков и свободных гидроксильных групп, повышая, тем самым, антиоксидантную активность хлебобулочных изделий, обогащенных порошком из выжимок морошки [17, 18]. Это должно привести к возрастанию количества эллаговой кислоты и танина.

Для проверки этой теории были проведены исследования содержания танина в тесте после замеса, в конце брожения теста и в готовых хлебобулочных изделиях после выпечки (таблица 3).

Таблица 3.

Содержание танина в тестовых полуфабрикатах и хлебобулочных изделиях с порошком морошки, мг % СВ

Table 3.

The content of tannin in test semi-finished products and bakery products with cloudberry powder, mg % DM

| Объекты Objects | Хлебобулочные изделия с порошком морошки, выработанные с использованием: Bakery products with cloudberry powder, produced using: | |
|--|---|---|
| | традиционная технология traditional baking technology | технология отложенной выпечки freezing baking technology |
| Тесто после замеса Dough after kneading | 0,245 ±0,007 | 0,248 ±0,008 |
| Тесто после брожения Dough after fermentation | 0,244 ±0,005 | 0,243 ±0,006 |
| Хлебобулочные изделия Bakery products | 0,269 ±0,006 | 0,282 ±0,005 |

Содержание танина в тесте соответствовало теоретически рассчитанным значениям. Отклонения в значениях находились в пределах ошибки опыта. После брожения количество танина в тесте также не изменилось, что говорит об отсутствии гидролиза эллаготанина под действием дрожжей. Но после выпечки количество танина в хлебобулочных изделиях возросло – на 9,8 и 13,7%, соответственно для традиционной технологии и технологии отложенной выпечки.

Заключение

Порошок из выжимок морошки является ценной обогащающей добавкой, в состав антиоксидантов которых входят фенольные

соединения и флавоноиды. Оптимальное количество порошка в рецептуре хлебобулочных изделий, выработанных безопасным способом, составляет 5%. В результате хлебобулочные изделия имеют характерный вкус и аромат морошки, характеризуются более высоким объемом и пористостью. Использование порошка из выжимок морошки для производства хлебобулочных изделий из замороженных тестовых полуфабрикатов способствует повышению их качества по сравнению с изделиями традиционной рецептуры, сокращая снижение удельного объема, обогащая биологически активными веществами с антиоксидантными свойствами, что повышает антиоксидантную активность за счет гидролиза эллаготанина.

ЛИТЕРАТУРА

1 Оболенский Н.В., Головачева О.В. Использование замороженных полуфабрикатов как эффективная технология хлебопекарного производства в условиях интенсификации экономики // Вестник НГИЭИ. 2012. № 4. С. 70–79.

2 Chen G. Ohgren C., Langton M., Lustrup K.F., Nyden M. et al. Impact of long-term frozen storage on the dynamics of water and ice in wheat bread // Journal of Cereal Science. 2013. № 57. P. 120–124.

3 Кульп К., Лоренц К., Брюммер Ю. Производство изделий из замороженного теста. СПб: Профессия, 2005. 283 с.

4 Лабутина Н.В., Китаевская С.В., Решетник О.А. Оптимизация процесса «замораживание-дефростация» полуфабрикатов хлебопекарного производства // Известия вузов. Пищевая технология. 2003 № 2–3. С. 60–62.

5 Дойче Б. Технология глубокого замораживания: специальные хлебопекарные концентраты оптимизируют качество хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2011. № 9. С. 23–27.

6 Кенийз Н.В., Сокол Н.В. Технология производства хлеба из замороженных полуфабрикатов с использованием пектина в качестве криопротектора // Вестник МичГАУ. 2011. № 2(2). С. 92–94.

7 Ермош Л.Г., Березовикова И.П. Технология хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием муки из топинамбура // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 4. С. 11–17.

8 Дмитриева Ю.В., Андреев А.Н. Влияние гороховой клетчатки на качество круассанов, выпеченных из замороженных по технологии «FTO» тестовых заготовок // Низкотемпературные и пищевые технологии XXI века: материалы конференции. 2015. С. 268–271.

9 Алексеенко Е. Нетрадиционное природное сырьё для производства хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2008. № 9. С. 50–51.

10 Martinussena I., Uleberga E., McDougall G.J., Stewart D. et al. Development and quality of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) as affected by female parent, male parent and temperature // Journal of Berry Research. 2010. № 1. P. 91–101.

11 Макарова Н.В., Зюзина А.В., Мирошкина Ю.И. Антиокислительное действие ягод // Известия вузов. Пищевая технология. 2010. № 2–3. С. 10–12.

12 Häkkinen S., Heinonen M., Kärenlampi S., Mykkänen H. et al. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries // Food Research International. 1999. № 32. P. 345–353.

13 Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.-P. et al. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds // J. Agric. Food Chem. – 1999. № 47. P. 3954–3962.

14 Лапин А.А., Яровой С.А., Полянский К.К. Хлебобулочные изделия для функционального питания и их антиоксидантные свойства // Бутлеровские сообщения. 2010. Т. 21. № 9. С. 78–87.

15 Нилова Л.П., Пилипенко Т.В., Малютенкова С.М. Обогащенные хлебобулочные изделия как источник водорастворимых антиоксидантов // В мире научных открытий. 2015. № 5(65). С. 214–227.

16 Kahkonen M., Kylli P., Ollilainen V., Salminen J.-P. et al. Antioxidant activity of isolated ellagitannins from red raspberries and cloudberry // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012. № 60. P. 1167–1174.

17 Нилова Л.П., Кайгородцева М.С., Малютенкова С.М. Морошка: особенности биохимического состава, антиоксидантные свойства, использование // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые биотехнологии. 2017. Т. 5. № 4. С. 19–26.

18 Puupponen-Pimia R., Nohynek L., Juvonen R., Kosso T. et al. Fermentation and dry fractionation increase bioactivity of cloudberry (*Rubus chamaemorus*) // Food Chemistry. 2016. № 197. P. 950–958.

19 Alves G., Perrone D. Breads enriched with guava flour as a tool for studying the incorporation of phenolic compounds in bread melanoidins // Food Chemistry. 2015. № 185. P. 65–74.

20 Рогожин В.В., Рогожина Т.В. Практикум по биохимии сельскохозяйственной продукции. СПб: ГИОРД, 2016. 480 с.

REFERENCES

1 Obolensky N.V., Golovacheva O.V. The use of frozen semi-finished products as an efficient technology for bakery production in conditions of economic intensification. *Vestnik NGIEI* [Bulletin NGIEI], 2012, no 4, pp. 70–79. (in Russian).

2 Chen G. Ohgren C., Langton M., Lustrup K.F., Nyden M. et al. Impact of long-term frozen storage on the dynamics of water and ice in wheat bread. *Journal of Cereal Science*. 2013, no. 57, pp. 120–124.

3 Kulp K., Lorenz K., Brummer J. *Proizvodstvo izdelii iz zaorozhennogo testa* [Manufacture of frozen dough product]. Saint-Petersburg, Izdatelstvo Professiya, 2005, 283 p. (in Russian).

4 Labutina N. V., Kitaevskaya C.B., Reshetnik O.A. Optimization of the process of "freezing-defrostation" of semi-finished bakery production. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. [News of institutes of higher education. Food technology], 2003, no 2–3. pp. 60–62 (in Russian).

5 Deutsche B. Technology of deep freezing: special bakery concentrates optimize the quality of bakery products. *Khleboprodukty*. [Bread products]. 2011, no 9, pp. 23–27. (in Russian).

6 Kenyz N.V., Sokol N.V. Technology of bread production from frozen semi-finished products using pectin as a cryoprotector. *Vestnik Michurinskogo GAY* [Bulletin Michurinsky SAU], 2011, no 2 (2), pp. 92–94. (in Russian).

7 Ermosh L. G., Berezovikova I.P. Baked products from frozen semi-finished items with Jerusalem artichoke flour. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food processing: Techniques and Technology]. 2012, no 4, pp. 11–17. (in Russian).

8 Dmitrieva Yu.V., Andreev A.N. Influence of pea fiber on the quality of croissants baked from frozen "FTO" test billets. *Nizkotemperaturnye i pishchevye tekhnologii XXI veka*. [Low-temperature and food technologies of the XXI century]: conference materials. 2015, pp. 268–271. (in Russian).

9 Alekseenko E. Unconventional natural raw materials for the production of bakery products. *Khleboprodukty*. [Bread products]. 2008, no 9, pp. 50–51. (in Russian).

10 Martinussena I., Uleberga E., McDougall G.J., Stewart D. et al. O. Development and quality of cloudberry (*Rubus chamaemorus* L.) as affected by female parent, male parent and temperature. *Journal of Berry Research*. 2010, no 1, pp. 91–101.

11 Makarova N.V., Zyuzina A.V., Miroshkina Yu.I. Antioxidant effect of berries. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. [News of institutes of higher education. Food technology]. 2010, no 2–3, pp.10–12. (in Russian).

12 Häkkinen S., Heinonen M., Kärenlampi S., Mykkänen H. et al. Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*. 1999, no 32, pp. 345–353.

13 Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.-P. et al. Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *J. Agric. Food Chem.* 1999, no 47, pp.3954–3962.

14 Lapin A.A., Jarovoj S.A., Poljanskij K.K. Bakery products for functional food and their antioxidant properties. *Butlerovskie soobshcheniya*. [Butlerov communications]. 2010, vol. 21 (9), 78–87. (in Russian)

15 Nilova L.P., Pilipenko T. V., Maljutenkova S.M. Enriched bakery products as a source of water-soluble antioxidants. *V mire nauchnyh otkrytij*. [J.In the World of scientific discoveries]. 2015, vol.5 (65), pp. 214–27. (in Russian)

16 Kahkonen M., Kylli P., Ollilainen V., Salminen J.-P. et al. Antioxidant activity of isolated ellagitannins from

red raspberries and cloudberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012, no 60, pp.1167–1174.

17 Nilova L. P., Kaygorodtseva M.S., Malyutenkova S. M. Cloudberries: features of biochemical composition, antioxidant properties and use. *Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Pishchevye i biotekhnologii*. [Bulletin of the South Ural state university. Food and biotechnology]. 2017, vol.5, no 4, pp.19–26. (in Russian).

18 Puupponen-Pimia R., Nohynek L., Juvonen R., Kosso T. et al. Fermentation and dry fractionation increase bioactivity of cloudberry (*Rubus chamaemorus*). *Food Chemistry*. 2016, no 197, pp.950–958.

19 Alves G., Perrone D. Breads enriched with guava flour as a tool for studying the incorporation of phenolic compounds in bread melanoidins. *Food Chemistry*. 2015, no 185, pp.65–74.

20 Rogozhin V.V., Rogozhina T.V. Praktikum po biokhimii sel'skokhozyaistvennoi produktsii [Workshop on biochemistry of agricultural products] Saint-Petersburg, GIOR, 2016, 480 p. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Людмила П. Нилова к.т.н., доцент, Высшая школа сервиса и торговли, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, nilova_l_p@mail.ru

Светлана М. Малютенкова к.т.н., доцент, Высшая школа сервиса и торговли, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, malutesha66@mail.ru

Мария С. Кайгородцева аспирант, Высшая школа сервиса и торговли, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, mary.kaygorotseva@gmail.com

Аркадий А. Евграфов к.воен.н., профессор, Высшая школа сервиса и торговли, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, г. Санкт-Петербург, 195251, Россия, arkadiy.evgrafov@gmail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Людмила П. Нилова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Светлана М. Малютенкова консультация в ходе исследования

Мария С. Кайгородцева консультация в ходе исследования

Аркадий А. Евграфов провёл эксперимент

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 20.04.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.05.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Lyudmila P. Nilova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Graduate School Service and Trade, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, nilova_l_p@mail.ru

Svetlana M. Malyutenkova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Graduate School Service and Trade, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, malutesha66@mail.ru

Mariya S. Kaigorodtseva graduate student, Graduate School Service and Trade Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, mary.kaygorotseva@gmail.com

Arkadii A. Evgrafov Cand. Sci. (Milit.), professor, Graduate School Service and Trade, Institute of Industrial Management, Economics and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Politechnicheskaya St., 29, Saint-Petersburg, 195251, Russia, arkadiy.evgrafov@gmail.ru

CONTRIBUTION

Lyudmila P. Nilova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Svetlana M. Malyutenkova consultation during the study

Mariya S. Kaigorodtseva consultation during the study

Arkadii A. Evgrafov conducted an experiment

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 4.20.2018

ACCEPTED 5.7.2018