

Разработка технологии шоколада диетического назначения на основе натуральных сахарозаменителей

| | | |
|-----------------------|--------------|--|
| Игорь А. Никитин | ¹ | nikitinia@mgutm.ru |
| Валентин А. Богатырёв | ¹ | bogatirev.valentin@yandex.ru |
| Яна А. МIRONCHENKO | ¹ | yanochkamironchenko@yandex.ru |
| Сергей В. Лавров | ² | ya-serglavrov@yandex.ru |

¹ Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г.Разумовского (ПКУ), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Шоколад является популярным кондитерским изделием среди детей и взрослых. Однако чрезмерное потребление шоколада неблагоприятно отражается на здоровье человека из-за высокого содержания простых углеводов, в частности сахарозы. На кафедре Технологии переработки зерна, хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского разработана рецептура шоколада с природными сахарозаменителями, такими как стевиозид и эритритол. Стевиозид – гликозид, извлекаемый из растения стевия. Благодаря термоустойчивости (разрушение происходит при 190–200 °С) его можно использовать в традиционной технологии производства шоколада. Эритритол (эритрит) – многоатомный сахарный спирт, вырабатываемый в производственном масштабе из кукурузы. Основная сложность при изготовлении шоколада с сахарозаменителями традиционным способом заключается в том, что при замене сахарозы стевиозидом и эритритолом в готовом шоколаде появлялась специфическая горечь, устранение которой стало главной задачей исследований. Полученный образец характеризуется максимальным приближением к традиционному вкусу, в нем отсутствует побочный эффект применяемых сахарозаменителей – горечь и специфичное послевкусие. По органолептическим и физико-химическим показателям он приближен к классическому темному шоколаду, а также превосходит более чем в два раза среднее значение антиоксидантной емкости по липофильной фракции в линейке шоколада известных российских производителей. Это может быть следствием увеличенного содержания какао продуктов в рецептуре опытного образца шоколада по сравнению с традиционными марками в связи с исключением сахара из его рецептуры и заменой его на натуральные сахарозаменители.

Ключевые слова: sweeteners, stevia, erythritol, chocolate, antioxidant activity

Development of chocolate technology for dietary purposes based on natural sweeteners

| | | |
|------------------------|--------------|--|
| Igor A. Nikitin | ¹ | nikitinia@mgutm.ru |
| Valentin A. Bogatyryev | ¹ | bogatirev.valentin@yandex.ru |
| Yana A. Mironchenko | ¹ | yanochkamironchenko@yandex.ru |
| Sergey V. Lavrov | ² | ya-serglavrov@yandex.ru |

¹ Moscow state University of technologies and management. K. G. Razumovsky (PKU), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia

² Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av, 19, Voronezh, 394036, Russia

Summary. Chocolate it's popular confectionery product for children and adults. However, excessive consumption of chocolate adversely affects to human health due to high content of simple carbohydrates, especially sucrose. At Department of Technologies grain processing, bakery, confectionery and pasta production in Moscow State University of Technology and Management. K.G. Razumovsky developed a recipe for chocolate with natural sweeteners, such as stevioside and erythritol. Stevioside is a glycoside extracted from a stevia plant. Thanks to thermal stability (destruction occurs at 190–200 °C) it can be used in the traditional technology of chocolate production. Erythritol (erythritol) is a polyhydric sugar alcohol, produced from corn. Main difficulty of chocolate production with natural sweeteners on traditional way is - replacing sucrose with stevioside and erythritol in finished chocolate, a specific bitterness appeared, elimination of which became the main task of research. The obtained sample is characterized by maximum approximation to traditional taste, it does not have a side effect of using sweeteners - bitterness and a specific aftertaste. According to organoleptic and physicochemical parameters, it is close to classical dark chocolate, and also exceeds by more than two times average value of antioxidant capacity by lipophilic fraction, compare with well-known chocolate producers in Russia. This may be a consequence of increased content cocoa products in prototype recipe of chocolate sample, in comparison with traditional brands, with exclusion of sugar from recipe and replacement with natural sugar substitutes.

Keywords: сахарозаменители, стевия, эритритол, шоколад, антиоксидантная активность

Для цитирования

Никитин И.А., Богатырев В.А., МIRONCHENKO Я.А., Лавров С.В. Разработка технологии шоколада диетического назначения на основе натуральных сахарозаменителей // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 153–158. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-153-158

For citation

Nikitin I.A., Bogatyryev V.A., Mironchenko Ya.A., Lavrov S.V. Development of chocolate technology for dietary purposes based on natural sweeteners. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 153–158. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-153-158

Введение

Шоколад является популярным кондитерским изделием среди детей и взрослых. Однако чрезмерное потребление шоколада неблагоприятно отражается на здоровье человека из-за высокого содержания простых углеводов, в частности сахарозы [8].

Попытки разработки шоколада, не содержащего в своем составе сахарозы, имеют достаточно длительную историю. При этом для придания ему сладкого вкуса применяют различные сахарозаменители, как натуральные, так и искусственного происхождения [6].

Впервые шоколад со стевией был представлен компанией «Победа» в тестовом формате на международной выставке Sweets & Snacks Expo в Чикаго. Были и другие попытки создания шоколада по традиционной технологии с использованием заменителей сахара. Все они имели один значительный недостаток – неприятный потребителю вкус [9].

Шоколад, не содержащий в своем составе сахарозу, прекрасно подходит для спортсменов, людей, страдающих сахарным диабетом. Вместе с тем, такой шоколад не способствует излишнему отложению жиров в организме, не разрушает зубную эмаль, обладает низким гликемическим индексом (не повышает уровень сахара в крови) [6].

Согласно статистическим данным в настоящее время больных сахарным диабетом в мире насчитывается более 200 млн. человек, причем каждые 10–15 лет это число практически удваивается. В России число страдающих от этой болезни составляет 2,5 миллиона человек, то есть 2% населения страны [2]. Вместе с тем, в России существует проблема нехватки продуктов питания, предназначенных для больных сахарным диабетом, а также в целях предупреждения и профилактики заболевания. Это связано с тем, что рынок диабетических продуктов до сих пор не сложился из-за узкого ассортимента подобной продукции. В настоящее время в группе товаров для диабетиков присутствуют в основном товары западного производства. У больных, страдающих сахарным диабетом, часто возникает ощущение сильного голода. Люди, которые старательно соблюдают диету с целью похудения, также должны воздерживаться от сладостей. Поэтому разработка рецептуры шоколада на основе натуральных сахарозаменителей с низкими гликемическим индексом и калорийностью способствует расширению ассортимента продуктов для людей с диабетом, а также желающих похудеть и поддерживать желаемый вес, для сторонников здорового образа жизни и правильного питания.

Материалы и методы

На кафедре Технологии переработки зерна, хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств МГУТУ им. К.Г. Разумовского разработана рецептура шоколада с природными сахарозаменителями, такими как стевиозид и эритритол.

Стевиозид – гликозид, извлекаемый из растения стевия. Родом это растение из США и Мексики, самое большое распространение на сегодняшний день получило в Японии. Уникальность стевии заключается в том, что она имеет низкую калорийность, а ее гликемический индекс равен нулю. При этом стевия по сладости превосходит традиционный сахар в 300 раз. Стевия имеет противовоспалительные и лечебные свойства: уменьшает содержание сахара в крови, снижает уровень холестерина, повышает обмен веществ, укрепляет иммунитет, замедляет процесс старения. Благодаря термоустойчивости (разрушение происходит при 190–200 °C) ее можно использовать в традиционной технологии производства шоколада. Отсутствие противопоказаний позволяет включать стевию в рацион детского питания.

К недостаткам ее можно отнести специфическое послевкусие, которое необходимо устранять при разработке продуктов, содержащих этот сахарозаменитель. В 2010 году компания Datamonitor опубликовала исследование «Будущее подсластителей: понимание потребителей и возможности пищевых продуктов». В нем говорилось о перспективах расширенного использования стевии в нескольких сегментах пищевого рынка – в молочных продуктах, хлебобулочных изделиях, напитках и кондитерских изделиях.

Эритритол (эритрит) – многоатомный сахарный спирт, вырабатываемый в производственном масштабе из кукурузы. В натуральном виде он встречается в дынях, грушах, винограде и прочих фруктах и овощах [7].

Коэффициент сладости эритритола равен 0,7. Его энергетическая ценность всего 0,02 ккал/гр. тогда как у сахарозы 4 ккал/гр.

Безвредность эритритола для здоровья подтверждена и закреплена соответствующими нормативными документами, принятыми на национальном (США, Япония, многие страны ЕС, Россия (1991 г.) и так далее, всего более 20 стран) и международном уровне (совместный экспертный комитет WHO/FAO по пищевым добавкам) [10]. Благодаря свойству эритритола сохранять pH после потребления неизменным в пределах 6,8–7,2 в течение нескольких часов он не способствует разрушению зубной эмали.

Основная сложность при изготовлении шоколада с сахарозаменителями традиционным

способом заключается в том, что при замене сахарозы стевией и эритритолом в готовом шоколаде появлялась специфическая горечь, устранение которой стало главной задачей на начальном этапе разработки.

Эритритол частично способствует снижению горечи от стевиозида при увеличении его дозировки. Помимо него в рецептуру шоколада вводили инулин, ваниль, корицу и кокосовую муку.

Для устранения горечи было подобрано оптимальное количественное соотношение всех ингредиентов, содержащихся в шоколаде. Пробные образцы готовились следующим образом: в каменные меланжеры KADZAMA заливалась шоколадная масса, приготовленная по рецептурам, отличающимся массовым соотношением вышеперечисленных ингредиентов. В течение 48 ч с момента окончания загрузки проводились процессы конширования и меланжирования. За это время размер объемной доли частиц достигал 30 мкм, а степень измельчения шоколадной массы – 97%, что позволило сделать ее вкусовые достоинства более полными и тонкими. После окончания меланжирования шоколад темперировали на гранитном столе, затем дозировали в формы и ставили на 30 мин в охлаждающую камеру.

Для того чтобы провести оценку полученного шоколада, и добиться наилучших вкусовых показателей, проводилась «слепая» дегустация. Группе дегустаторов, среди которых присутствовал и человек, страдающий сахарным диабетом II типа, был представлен шоколад с различным соотношением ингредиентов. На рисунке 1 изображена диаграмма оценок шоколада по вкусовым параметрам. В состав образца 1 входили тертое какао и масло какао в соотношении 1:3, эритритол, стевиозид, кокосовая мука и инулин. Образец 2

отличался от образца 1 добавлением корицы и ванили. В 3 варианте отношение тертого какао и масла какао изменилось и составило 1:2, добавлены только эритритол и стевия. Образцы 4 и 1 были схожи по составу, но различны в соотношении тертого какао к маслу какао (1:2). По своему составу образец 5 идентичен 2, но содержит меньше тертого какао. В последнем образце шоколада используются все ингредиенты.

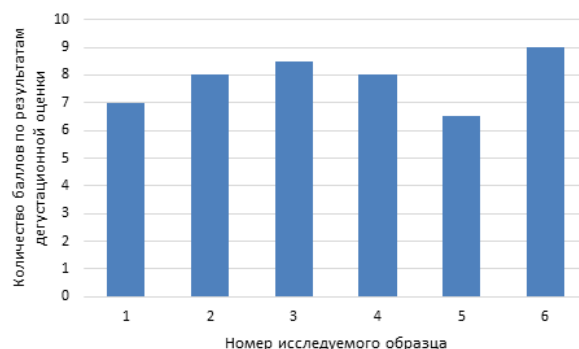


Рисунок 1. Результаты оценки шоколада по десятибалльной шкале

Figure 1. The results of the evaluation chocolate on a scale

В результате дегустационной оценки был отобран образец с оптимальным соотношением рецептурных компонентов: тертого какао, масла какао, корицы, эритритола, стевиозида, ванили и кокосовой муки – 60:20:0, 6:10:0, 01:6, 39:3. При данном соотношении ингредиентов пробный образец характеризуется максимальным приближением к традиционному вкусу классического темного шоколада.

Результаты и обсуждение

Полученный шоколад исследовали по органолептическим и физико-химическим показателям качества (таблица 1).

Таблица 1.

Органолептические и физико-химические показатели качества разработанного шоколада

Table 1.

Organoleptic and physico-chemical quality indicators developed by chocolate

| Показатель Index | Характеристика Characteristic |
|--|--|
| Вкус и запах Taste and smell | Ярко выраженные, характерные для темного шоколада Pronounced characteristic of dark chocolate |
| Структура Structure | Микрористаллическая, с равномерным распределением кристаллов по всей массе Microcrystalline, with a uniform distribution of crystals throughout the mass |
| Консистенция Consistency | Твердая, ломкая Hard, brittle |
| Внешний вид Appearance | Поверхность твердая и блестящая, отсутствует поседение The surface is hard and shiny, not gray |
| Массовая доля масла какао в пересчете на СВ, % Mass fraction of cocoa butter in terms of on dry substance, % | 20 |
| Массовая доля общего сухого остатка в пересчете на СВ, % Mass fraction of total solids in the pen-account for dry substance, % | 80 |
| Степень измельчения, % Fineness, % | 97 |

На следующем этапе исследований изучалось влияние нового ингредиентного состава разрабатываемого шоколада на его антиоксидантную емкость (АОЕ), что является актуальным для повышения пищевой ценности шоколада и его функционального значения для организма человека.

Традиционно шоколад относят к продуктам с высокой антиоксидантной активностью. Проводили определение антиоксидантной емкости полученного опытного образца шоколада и сравнения ее с аналогичным показателем у шоколада известных российских производителей. Известно, что антиоксиданты прерывают радикально-цепные процессы окисления в организме человека, вызываемые свободными радикалами вследствие воздействия факторов экзогенного происхождения (химические загрязнители окружающей среды, ионизирующие излучения радионуклидов) и в результате биохимических метаболических реакций в клетках организма [1]. Антиоксиданты шоколада биодоступны: при потреблении шоколада повышается общая антиоксидантная активность плазмы человека. После потребления темного шоколада содержание маркеров окислительного стресса, в частности малонового диальдегида, в плазме уменьшается [5].

Антиоксидантной емкостью называют общее количество свободных радикалов, с которыми может прореагировать вещество-антиоксидант. Наличие антиоксидантной емкости гидрофильной или липидной фракции шоколада позволяет рекомендовать его в качестве диетического кондитерского изделия, помогающего предотвратить нарушение развития физиологических и метаболических систем.

Совместно с институтом Биохимии им. А.Н. Баха РАН провели определение антиоксидантной емкости опытного образца шоколада на спектрофотометре Cary 100 Bio. Полученные данные сравнивали с ранее проводимыми измерениями АОЕ в шоколаде известных российских производителей [4]. Были получены значения АОЕ липофильной и гидрофильной фракций опытного образца по отношению к катион-радикалу диаммонийной соли 2-азинобис-3-этилбензиазолит-6 сульфоновой кислоты (АБТС). В качестве стандарта при анализе АОЕ использовали тролокс, расчет проводили в тролокс-эквивалентах (ТЭ) [3].

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Суммарное содержание жирорастворимых (ССЖА) и водорастворимых (ССА) антиоксидантов в опытном образце шоколада и в шоколаде известных российских производителей

Table 2.

The total content of fat-soluble (SSA) and water soluble (PAS) antioxidants in the prototype and chocolate well-known Russian producers

| Наименование шоколада The name of the chocolate | ССЖА, мг/100г The total content of fat-soluble antioxidants, mg/100 g | ССА, мг/100г The total content of water-soluble antioxidants, mg/100 g | Производитель Manufacturer |
|--|--|---|---|
| «Alpen Gold» (темный) “Alpen Gold” (dark) | 135 | – | ООО «Крафт Фудс Рус», Россия LTD «Kraft FUDS Rus», Russia |
| «Красный Октябрь» (горький 80% какао) “Red October” (bitter 80% cacao) | 66 | – | ОАО «Красный Октябрь», Россия OJSC «Kraft FUDS Rus», Russia |
| «Вечерний звон» “Evening bells” | 66 | – | ОАО «Рот Фронт», Россия OJSC «Rot Front», Russia |
| Элитный горький шоколад, 87% какао Elite dark chocolate, 87% cacao | 24 | – | ЗАО «Фабрика «Русский шоколад», Россия CJSC “Factory ‘Russian chocolate’”, Russia |
| «Российский» (темный) “Russian” (dark) | 22 | – | ОАО «Кондитерское объединение Россия», Россия OJSC “Confectionery Union Russia”, Russia |
| Среднее значение АОЕ в шоколаде известных российских производителей The average value antioxidante capacity in chocolate well-known Russian producers | 63 | – | |
| Опытный образец шоколада The prototype chocolate | 115 | – | ФГБОУ ВО МГУТУ им. К.Г. Разумовского K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University) |

Из полученных данных, представленных в таблице 2, видно, что опытный образец шоколада имеет значение показателя антиоксидантной емкости по липофильной фракции 115 мкмоль ТЭ/г веса, что является величиной, превосходящей более чем в два раза среднее значение АОЕ в линейке шоколада известных российских производителей. Это может быть следствием увеличенного содержания какао продуктов в рецептуре опытного образца шоколада по сравнению с традиционными марками в связи с исключением сахара из его рецептуры и заменой его на натуральные сахарозаменители.

Значение показателя антиоксидантной емкости опытного образца шоколада по гидрофильной фракции было также пренебрежимо

мало, как и у шоколада известных российских производителей (принималось равным нулю), что связано с отсутствием в шоколаде влаги и соответственно водорастворимых веществ.

Заключение

В результате проведенных исследований была разработана рецептура диетического шоколада на основе эритрита, экстракта стевии и ряда натуральных ингредиентов, не содержащего сахарозу в своем составе, антиоксидантная емкость которого значительно превышала среднее значение в группе шоколада известных российских производителей. В полученном продукте отсутствовал побочный эффект применяемых сахарозаменителей – горечь и специфичное послевкусие.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Козлова Т.С., Сынгеева Э.В., Бальчугова Н.Н. Исследование влияния продолжительности проращивания и способов обработки на антиоксидантные свойства зерна, АлтГТУ: Барнаул, 2014. 442-444 с.
- 2 Корпачев В.В. Сахара и сахарозаменители, Харьков: Книга плюс, 2004. 320 с.
- 3 Цыганова Т.Б., Никитин И.А., Гакова О.А., Калюжный В.В. Влияние воды, обработанной кавитацией, на качество и антиоксидантную емкость хлебобулочных изделий // Хлебопечение России. 2015. № 4. С. 20–22.
- 4 Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Федина П.А. Определение антиоксидантов в какао и шоколаде // Аналитика. 2012. № 3-2. С. 46–53.
- 5 Яшин Я.И., Рыжнев Ю.В., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. Москва: ТрансЛит, 2009. 212 с.
- 6 De Cock P., Bechert C.I. Erythritol. Functionality in noncaloric functional beverages // Pure and applied chemistry. 2002. Т. 74. № 7. С. 1281–1289.
- 7 Munro I.C. и др. Erythritol: An interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data // Food and chemical toxicology. 1998. Т. 36. С. 1139–1174.
- 8 Goossens J., Gonze M. Erythritol // The manufacturing confectioner. 2000. № 1. С. 71–75.
- 9 Portman M.O., Kilcast D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry // Food chemistry. 1996. Т. 56. С. 291–302.
- 10 Sweeteners and sugar alternatives in food technology / ред. Н. Mitchell, Oxford: Blackwell publishing ltd., 2006. 414 с.
- 11 Коломникова Я.П., Дерканосова А.А., Мануковская М.В., Литвинова Е.В. Влияние нетрадиционного растительного сырья на биотехнологические свойства и структуру сдобного теста // Вестник ВГУИТ. 2015. № 3(56). С. 157–160.

REFERENCES

- 1 Kozlova T.S., Syngeeva E.V., Bal'chugova N.N. Issledovanie vliyaniya prodolzhitel'nosti prorashchivaniya i sposobov obrabotki na antioksidantnye svoystva zerna [Investigation of the effect of duration of germination and methods of processing on the antioxidant properties of the grain]. AltGTU, Barnaul, 2014. pp. 442-444. (in Russian).
- 2 Korpachev V.V. Sakhara i sakharozameniteli [Sugar and sweeteners]. Khar'kov, Kniga plyus, 2004. 320 p. (in Russian).
- 3 Tsyganova T.B., Nikitin I.A., Gakova O.A., Kalyuzhnyi V.V. Influence of water treated by cavitation, on the quality and antioxidant capacity of baked goods. *Khlebopechenie Rossii* [Bakery Russia]. 2015. no. 4. pp. 20–22. (in Russian).
- 4 Yashin A.Ya., Yashin Ya.I., Chernousova N.I., Fedina P.A. Definition of antioxidants in cocoa and chocolate. *Analitika* [Analytics]. 2012. no. 3-2. pp. 46–53. (in Russian).
- 5 Yashin Ya.I., Ryzhnev Yu.V., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevykh produktakh i ikh vliyanie na zdorov'e i starenie cheloveka [Natural antioxidants. The content in foods and their health effects, and human aging]. Moscow, TransLit, 2009. 212 p. (in Russian).
- 6 De Cock P., Bechert C.I. Erythritol. Functionality in noncaloric functional beverages. *Pure and applied chemistry*. 2002. vol. 74. no. 7. pp. 1281–1289.
- 7 Munro I.C. et al Erythritol: An interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data. *Food and chemical toxicology*. 1998. vol. 36. pp. 1139–1174.
- 8 Goossens J., Gonze M. Erythritol. *The manufacturing confectioner*. 2000. no. 1. pp. 71–75.
- 9 Portman M.O., Kilcast D. Psychophysical characterization of new sweeteners of commercial importance for the EC food industry. *Food chemistry*. 1996. vol. 56. pp. 291–302.
- 10 Sweeteners and sugar alternatives in food technology. Oxford: Blackwell publishing ltd., 2006. 414 p.
- 11 Kolomnikova Ya.P., Derkanosova A.A., Manukovskaya M.V., Litvinova E.V. The impact of non-traditional vegetable raw materials for the biotechnological properties and the structure of the pastry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 3(56). pp. 157-160. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Игорь А. Никитин к.т.н., доцент, зав. кафедрой, Кафедра «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства», Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, nikitinia@mgutm.ru

Валентин А. Богатырёв студент, кафедра «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства», Московский государственный университет им. К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, bogatirev.valentin@yandex.ru

Яна А. Миронченко студент, кафедра «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производства», Московский государственный университет им. К.Г. Разумовского (Первый Казачий Университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, yanochkamironchenko@yandex.ru

Сергей В. Лавров к.т.н., доцент, кафедра физики, теплотехники и теплоэнергетики, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, Воронеж, 394036, Россия, ya-serglavrov@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Igor A. Nikitin candidate of engineering sciences, assistant professor, head of department, technology of grain processing, bakery, pasta and confectionery production department, Moscow state University of Technologies and management. named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, nikitinia@mgutm.ru

Valentin A. Bogatyryev student, technology of grain processing, bakery, pasta and confectionery department, Moscow state University of Technologies and management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, bogatirev.valentin@yandex.ru

Yana A. Mironchenko student, technology of grain processing, bakery, pasta and confectionery department, Moscow state University of Technologies and management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, yanochkamironchenko@yandex.ru

Sergey V. Lavrov candidate of engineering sciences, assistant professor, physics, heat engineering and heat power engineering department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution av, 19, Voronezh, 394036, Russia, ya-serglavrov@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.2.2017

ACCEPTED 8.22.2017