



<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>
УДК 664.6

РАЗРАБОТКА ПИЩЕВОГО КОНЦЕНТРАТА – ПОЛУФАБРИКАТА БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ КЕКСОВ С АМАРАНТОВОЙ МУКОЙ

Е. Ю. Егорова^{1, *} , И. Ю. Резниченко² 

¹ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»,
656038, Россия, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46

²ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

Дата поступления в редакцию: 21.01.2018

Дата принятия в печать: 21.05.2018

*e-mail: egorovaeyu@mail.ru



© Е. Ю. Егорова, И. Ю. Резниченко, 2018

Аннотация. Узкий ассортимент отечественных продуктов для больных целиакией, высокие цены и низкая пищевая ценность реализуемой продукции определяют актуальность разработки новых мучных кондитерских изделий для потребителей, придерживающихся аглютеновой диеты. Целью работы являлась разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов. Основным объектом исследований выступала мука из семян амаранта, выбор которой обусловлен преимуществами химического состава по сравнению с традиционными промышленными видами безглютеновой муки – рисовой и кукурузной. Амарантовую муку вводили в тесто в виде однородной смеси с кукурузной или рисовой мукой, в пределах от 5,0 до 25,0 % от общего количества муки. По результатам исследований органолептических и физико-химических показателей качества получаемых кексов авторами предложены оптимальные комбинации кукурузной и амарантовой муки, рисовой и амарантовой муки. Показано, что использование в качестве основы теста кукурузной и амарантовой муки в соотношении 10,0–12,5 % : 90,0–87,5 % или рисовой и амарантовой муки в соотношении 15,0–17,5 % : 85,0–82,5 % позволяет получать кексы стандартного качества. С учетом этих данных разработаны рецептуры полуфабрикатов безглютеновых кексов с амарантовой мукой. По данным расчета пищевой ценности полуфабрикатов безглютеновых кексов разработанных рецептур, в кукурузно-амарантовом и рисово-амарантовом кексах улучшается соотношение основных пищевых веществ: повышается содержание легкоусвояемых безглютеновых белков (до 7,9–8,4 г/100 г полуфабриката) и пищевых волокон (до 1,2–3,4 г/100 г полуфабриката), снижается общее содержание жиров (в 4–5 раз). На основании результатов проведенных исследований можно утверждать, что использование амарантовой муки при разработке полуфабрикатов безглютеновых кексов позволяет значительно повысить пищевую ценность этих изделий и пополнить ассортимент доступных по цене безглютеновых продуктов питания отечественного производства.

Ключевые слова. Безглютеновые кексы, амарантовая мука, рецептуры, полуфабрикаты мучных кондитерских изделий, оценка качества, пищевая ценность

Для цитирования: Егорова, Е. Ю. Разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов с амарантовой мукой / Е. Ю. Егорова, И. Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. С. 36–45. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>.

DEVELOPMENT OF FOOD CONCENTRATE – SEMI-FINISHED PRODUCT WITH AMARANTH FLOUR FOR GLUTEN-FREE CUPCAKES

E.Ju. Egorova^{1, *} , I.Ju. Reznichenko² 

¹Polzunov Altai State Technical University,
46, Lenina Ave., Barnaul, 656038, Russia

²Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

Received: 21.01.2018

Accepted: 21.05.2018

*e-mail: egorovaeyu@mail.ru



© E.Ju. Egorova, I.Ju. Reznichenko, 2018

Abstract. Narrow range of Russian products for consumers with celiac disease, high prices and low nutritional value of these products determine the relevance of the development of new flour confectionery products for consumers who stick to a gluten-free diet. The aim of the work was to develop a food concentrate – semi-finished product for gluten-free cupcakes cooking. The main object of the studies was flour obtained from amaranth seeds which had been chosen because of the advantages of its chemical composition compared to the traditional industrial types of gluten-free flour – rice flour and corn flour. Amaranth flour was introduced into the dough in the form of a homogeneous mixture with corn flour or rice flour. It amounted for 5.0% to 25.0% of the total amount of flour. According to the results of studies of organoleptic and physicochemical indicators of the cupcakes quality the authors proposed the optimal combinations of corn flour and amaranth flour; rice flour and amaranth flour. They showed that if the

dough base includes corn flour and amaranth flour in the ratio of 10.0–12.5% : 90.0–87.5% or rice flour and amaranth flour in the ratio of 15.0–17.5% : 85.0–82.5% it allows to obtain standard quality cupcakes. Considering these data the authors developed the recipes of semi-finished gluten-free cupcakes with amaranth flour. Calculation of nutritional value of semi-finished gluten-free cupcakes cooked following the developed recipes showed that corn-amaranth and rice-amaranth cupcakes had a better ratio of basic nutrients. They had higher content of easy-to-digest gluten-free proteins (up to 7.9–8.4 g/100 g of semi-finished product) and dietary fibers (up to 1.2–3.4 g/100 g of semi-finished product). They had lower total fat content (4–5 times). Based on the results of the conducted research it is possible to confirm that the use of amaranth flour in the development of semi-finished gluten-free cupcakes can significantly increase the nutritional value of these products and to extend the product range of affordable gluten-free Russian products.

Keywords. Gluten-free cupcakes, amaranth flour, recipes, semi-finished confectionery products, quality assessment, nutritional value

For citation: Egorova E.Ju., Reznichenko I.Ju. Development of food concentrate – semi-finished product with amaranth flour for gluten-free cupcakes. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 2, pp. 36–45 (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-36-45>.

Введение

Государственная Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации, разработанная на период до 2020 года, предусматривает необходимость разработки и внедрения новых промышленных технологий, позволяющих обеспечить российский потребительский рынок продуктами специализированного назначения отечественного производства [1] в более широком и вариативном ассортименте по сравнению с представленной аналогичной продукцией отечественных производителей и превосходящими по ценовой доступности и пищевой ценности аналогами зарубежного производства.

Целесообразность создания новых рецептур и технологий специализированных продуктов обусловлена их высокой востребованностью у российского населения и ограниченным ассортиментом [2, 3]. В том числе это относится и к безглютеновым продуктам питания, незаменимым в ежедневном рационе людей, больных целиакией либо имеющих предрасположенность к данному заболеванию.

Целиакией (глютенчувствительной целиакией, глютенчувствительной энтеропатией) называют хроническое системное заболевание, связанное с необратимым нарушением структуры слизистой оболочки тонкой кишки и сопровождающееся атрофией тонкой кишки, нарушением функции всасывания, аллергическими и системными аутоиммунными проявлениями. Считается, что целиакия развивается в основном у генетически предрасположенных к этому людей, вследствие употребления в пищу глютена. Первостепенными признаками заболевания могут служить хроническая диарея, задержка роста и развития [4, 5], однако это заболевание может протекать и в скрытой (латентной, бессимптомной) форме. Кроме врожденной целиакия может быть и приобретенной, спровоцированной избыточным потреблением высококлейковинного растительного белка, серьезным эмоциональным стрессом или продолжительным патологическим воздействием других негативных факторов. Недиagnostированная целиакия, усугубленная длительной интоксикацией организма глютеном злаковых культур, является одной из причин вторичных иммунных нарушений –

сахарного диабета 1 типа, задержки в психическом развитии, язв и новообразований в полости рта и желудочно-кишечном тракте, эпилепсии и некоторых других [5, 6].

Основным способом лечения целиакии считается строгое пожизненное соблюдение аглютеновой диеты [7, 8], хотя в последние годы появились фармацевтические препараты, работающие на снижение всасывания клейковинного белка, стимуляцию восстановления слизистой кишечника и ослабление иммунного ответа [4]. Переносимое количество глютена в пище очень индивидуально, у некоторых оно составляет менее 50 мг в день. С учетом этого, содержание глютена – спирто- и щелочерастворимых фракций белка злаковых культур (пшеница, рожь, ячмень, овес и некоторые другие) – в продуктах, разрешенных аглютеновой диетой (Gluten-Free Foods), согласно требованиям FAO/ВОЗ комиссии Кодекс Алиментариус, обозначенных в CODEX STAN 118–1979 и Техническом регламенте ТР ТС 027/2012 [9], ограничено количеством 20 мг/кг.

В последние годы целиакия признается одним из наиболее часто встречающихся генетических заболеваний на планете, с распространенностью в соотношении 1:200 человек [4]. Вместе с тем, по данным на начало 2017 года, генетическую предрасположенность к данному заболеванию могут иметь более 5% мирового населения [10]. Поэтому сегодня за рубежом достаточно популярно соблюдение аглютеновой диеты населением, не имеющим клинически подтвержденного диагноза, с целью профилактики целиакии и сопровождающих это заболевание симптомов. В этой связи ассортимент безглютеновых продуктов, производимых в странах Европы и Америки, включает готовый хлеб, пиццу, разнообразные мучные кондитерские (кексы, бисквиты, печенье и другие) и кулинарные (блинчики, оладьи) изделия, сухие смеси для их получения в домашних условиях, макаронные изделия и некоторые другие продукты.

В России объем продаж безглютеновых продуктов оценивается примерно в 64 млн долларов [10], однако ассортимент таких продуктов несопоставимо узкий. Как следствие, реализуемые в России безглютеновые продукты – преимущественно зарубежных производителей: Glutano (Германия), Polenta, Dr. Schar, Reisbrot,

Cerealvit, NUTRI FREE, Farmo (Италия), Valio (Финляндия), Gullon (Испания), Bezgluten и Balviten (Польша), Finax (Швеция), Moilas (Финляндия) и других. Эти продукты существенно дороже традиционных отечественных продуктов с глютеном.

Из российских производителей безглютеновых продуктов наиболее известны три, с торговыми марками «Гранец», «ВНИИК» и «МакМастер». Продукция рассматриваемых торговых марок – в основном безглютеновая мука и мучные смеси для выпечки безглютенового хлеба и кулинарных изделий – хорошо представлена в европейской части России и поставляется по всей стране через интернет-магазины.

Основным способом получения безглютеновых продуктов является использование природного растительного безглютенового сырья, при этом в качестве основных видов безглютеновой муки обычно используются кукурузная и рисовая, несколько реже – гречневая мука. Возникающее при замене пшеничной муки ухудшение технологических свойств теста компенсируется включением в рецептуру крахмалов и камедей [6, 11–14]. Продукция на основе таких ингредиентов, прежде всего при использовании рисовой и кукурузной муки и крахмала, характеризуется невысокой пищевой ценностью и повышенной скоростью черствения, поэтому при разработке новых продуктов более целесообразным считается комбинирование двух-трех видов безглютеновой муки [14, 15] либо направленное повышение пищевой ценности безглютеновых продуктов включением в рецептуры белоксодержащих продуктов переработки безглютенового сырья, таких как рисовая мука или продукты переработки масличных семян – соевая и амарантовая мука [14–16].

Таким образом, узкий ассортимент отечественных продуктов для больных целиакией, высокие цены на товары зарубежного производства и, как правило, низкая пищевая ценность реализуемых безглютеновых продуктов определяют актуальность работы над новыми технологиями и рецептурами хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, адаптированных для безглютенового питания.

Разработка безглютеновых продуктов в виде полуфабрикатов (пищевых концентратов – готовых мучных смесей) является одним из решений, перспективных для активного внедрения в производство и способствующих реализации задачи непрерывного снабжения населения свежей мучной продукцией, обладающей стабильно высоким качеством и повышенной пищевой ценностью. Это является несомненным преимуществом полуфабрикатов по сравнению с готовыми безглютеновыми продуктами. К тому же, особенности организации производства полуфабрикатов мучных изделий дают возможность достаточно свободного моделирования рецептур и создания новых композиционных смесей, в том

числе подобранных с учетом специализированной направленности продуктов [17].

Кексы как вид мучных кондитерских изделий с точки зрения маркетинга относятся к наиболее доступным и любимым потребителями, их доля в структуре ассортимента мучных кондитерских изделий в последние годы составляет 7–12 % [18]. Однако в качестве готовой продукции кексы имеют достаточно ограниченный срок хранения. Следовательно, целесообразна разработка аналогов этой продукции, позволяющих приберечься самостоятельно получать свежие безглютеновые кексы в необходимом количестве. Такую возможность дает использование пищевых концентратов – полуфабрикатов кексов.

На основании всего вышесказанного, целью данной работы стала разработка пищевого концентрата – полуфабриката безглютеновых кексов с амарантовой мукой.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований в работе выступали:

- мука рисовая и кукурузная по ТУ 9293–003–0069224072–2014, амарантовая мука по ТУ 9146–011–33974444–11;
- образцы кексов, приготовленные на основе традиционной безглютеновой муки – кукурузной (рецептура № 1) и рисовой (рецептура № 2);
- образцы кексов, приготовленные на основе смесей кукурузной и амарантовой муки и на основе смесей рисовой и амарантовой муки;
- пищевые концентраты – смеси для выпечки кексов безбелковые ТМ «МакМастер» («Кекс Ванильный», «Кекс Лимонный») по ТУ 10.89.19–002–17629737;
- пищевые концентраты – полуфабрикаты безглютеновых кексов с амарантовой мукой.

При выполнении работы использовали рисовую и кукурузную муку производства ООО ТД «ЭНДАКСИ» (г. Владимир, ТУ 9293–003–0069224072–2014) и полуобезжиренную муку из семян амаранта (рис. 1) производства ООО «Специалист» (г. Бийск, ТУ 9146–011–33974444–11). Качество рисовой, кукурузной и амарантовой муки соответствовало требованиям ТД производителя.



Рисунок 1 – Амарантовая мука
Figure 1 – Amaranth flour

Выбор амарантовой муки в качестве одного из основных объектов исследований обусловлен ее высокой пищевой ценностью, клинически подтвержденным отсутствием глютена, а также тем, что из регионов СФО только в Алтайском крае амарантовая мука производится в промышленных масштабах четырьмя предприятиями: ООО «Специалист» (г. Бийск), ООО «Сила Алтая», ООО «Дар Алтая» и ООО «Амарант-Алтай» (г. Барнаул). Использование амарантовой муки в производстве полуфабрикатов должно способствовать комплексному изменению пищевой ценности получаемых безглютеновых мучных кондитерских изделий.

Кроме вышеперечисленных видов сырья в работе также использовали пудру сахарную рафинадную по ГОСТ 22–94, меланж сухой по ГОСТ 30363–2013, соль поваренную пищевую по ГОСТ Р 51574–2000, разрыхлитель (соль углеамонийную) по ГОСТ 9325–79.

Анализ показателей качества кексов, приготовленных по разным вариантам рецептур, проводили в 3–4-кратной повторности. Качество кексов исследовали в соответствии с требованиями ГОСТ 15052–2014, предъявляемыми к кексам на химических разрыхлителях.

В работе применяли стандартные органолептические и физико-химические методы исследований, принятые в кондитерской отрасли:

- органолептические показатели определяли по ГОСТ 5897–90;
- массовую долю влаги – по ГОСТ 5900–73;
- кислотность – по ГОСТ 5898–87;
- массовую долю золы – по ГОСТ 5901–87;
- плотность – по ГОСТ 15810–2014.

Обработку экспериментальных данных осуществляли в формате прикладной компьютерной программы Microsoft Excel XP 2010.

Расчет пищевой и энергетической ценности полуфабрикатов безглютеновых кексов разработанных рецептур проводили в соответствии с отраслевой методикой [19].

Результаты и их обсуждение

В хлебопекарной и кондитерской отраслях промышленности мука из семян амаранта (*Amaranthus*) ценится за высокое содержание ряда незаменимых в сбалансированном питании компонентов. От рисовой и кукурузной муки полуобезжиренная мука из семян амаранта отличается значительно более низким содержанием усвояемых углеводов (табл. 1) и характерной структурой, обуславливающей потенциально высокую водопоглощающую способность амарантовой муки [20]. Однако многими работами показано, что полная замена рисовой или кукурузной муки на амарантовую технологически невозможна, так как высокое содержание белков не позволяет получать тесто нужной консистенции и полностью пропеченные мучные кондитерские изделия.

Для производства безглютеновых продуктов наиболее важным в химическом составе и пищевой ценности амарантовой муки является то, что она не только позволяет повысить пищевую ценность мучных изделий за счет наличия в своем составе пищевых волокон, но и обладает очень высоким содержанием легкоусвояемого белка, не включающего глютенную фракцию [22–26]. Именно это обстоятельство подтверждает целесообразность использования амарантовой муки при разработке новых мучных кондитерских изделий и необходимость проведения дополнительных исследований, направленных на определение технологически оптимальных соотношений рисовой и амарантовой муки, кукурузной и амарантовой муки для получения полуфабрикатов безглютеновых кексов.

Контрольные образцы кексов готовили по рецептурам, приведенным в табл. 2.

В тесто амарантовую муку вводили в виде однородной смеси с кукурузной или рисовой мукой в пределах от 5,0 до 25,0 % от массы основного вида муки, с шагом варьирования 2,5 %. Кексы выпекали в одноразовых бумажных формах при температуре $(175 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 25–30 мин.

Таблица 1 – Химический состав рисовой, кукурузной и амарантовой муки

Table 1 – Chemical composition of rice, corn and amaranth flour

Наименование компонента	Содержание компонента, в 100 г муки		
	рисовой	кукурузной	амарантовой [21]
Вода, г	11,9	14,0	12,1
Белки, г	4,2	7,2	41,4
Жиры, г	0,8	1,5	2,7
Углеводы, г	80,1	72,1	35,9
Пищевые волокна, г	2,4	4,4	3,4

Таблица 2 – Рецептуры безглютеновых кексов

Table 2 – Recipes of gluten-free cupcakes

Наименование сырья	Массовая доля СВ, %	Расход сырья на 100 кг готовой продукции, кг			
		рецептура № 1		рецептура № 2	
		в натуре	в СВ	в натуре	в СВ
Мука кукурузная	87,70	43,38	38,04	–	–
Мука рисовая	87,40	–	–	43,38	37,91
Сахар-песок	99,85	27,67	27,62	27,67	27,62
Маргарин столовый	77,00	26,08	20,08	26,08	20,08
Яйца куриные	27,00	21,94	5,92	21,94	5,92
Соль поваренная пищевая	96,50	0,08	0,08	0,08	0,08
Аммоний углекислый	–	0,75	–	0,75	–
ИТОГО:		100,00	91,93	119,90	91,61

Введение амарантовой муки влияло на консистенцию теста при замесе незначительно, оно оставалось кремообразным. Цвет теста при использовании в качестве основы мучной смеси рисовой муки менялся от белого с кремовым оттенком до белого с сероватым оттенком, при использовании кукурузной муки – от светло-желтого до светло-желтого с сероватым оттенком. С увеличением дозировки амарантовой муки запах теста становился более специфичным, с характерным «сыроватым» запахом амарантовой муки.

Оценка качества выпеченных изделий показала, что кексы на основе кукурузной муки сохраняли равномерную развитую мелкую пористость, разрыхленную структуру, не имели пустот и признаков непромеса при замене на амарантовую муку до 20,0 % от рецептурного количества муки; кексы на основе рисовой муки – во всем изученном интервале дозировки амарантовой муки (до 25,0 % включительно) характеризовались так же. Кексы на основе кукурузной муки поднимались хуже.

Амарантовая мука, используемая в данной работе, представляет собой тонкодисперсный порошок кремово-коричневого цвета (рис. 1), поэтому ее введение в состав теста оказывало существенное влияние на цвет выпеченных изделий. По мере увеличения дозировки амарантовой муки – от 15,0 % и выше – цвет кексов приобретал более темный оттенок (кексы из одной кукурузной муки имели умеренно желтый цвет мякиша, кексы из одной рисовой муки – светло-кремовый цвет), пористость мякиша становилась несколько менее развитой и уплотненной (рис. 2), корковый слой – более толстым и подсушенным (рис. 3).

Начиная с дозировки амарантовой муки 15–17,5 % кексы приобретали слабвыраженный хруст от сохраняющихся в амарантовой муке

оболочек семян амаранта. Вкус кукурузной и рисовой муки ослабевал, в мякише изделий становились заметны темные включения частиц амарантовой муки.

Согласно результатам физико-химических испытаний (рис. 4–6), увеличение в тесте доли амарантовой муки сопровождалось почти линейным снижением влажности и щелочности кексов. При этом кексы на основе рисовой муки почти по всем вариантам исследования имели более высокую влажность, вероятно, изначально обусловленную более высоким содержанием крахмала в рисовой муке по сравнению с кукурузной.

Очевидно, что наблюдаемая динамика оцениваемых физико-химических показателей связана с более низкой влажностью амарантовой муки и наличием в ее составе остаточного количества масла, свободные жирные кислоты которого частично компенсируют щелочную реакцию предусмотренного рецептурой разрыхлителя. Определенное влияние на значение щелочности могут оказывать и белковые компоненты амарантовой муки.

С повышением дозировки амарантовой муки изделия становились более плотными, что обусловлено ухудшением разрыхленности мякиша изделий. Значение этого показателя можно считать превысившим норматив только при замене на амарантовую муку от 20 % и более (при использовании рисовой муки – и более 25 %) – при использовании в качестве основного компонента мучной смеси кукурузной муки.

По содержанию золы, нерастворимой в 10 % растворе соляной кислоты, кексы всех вариантов рецептов соответствовали требованиям ГОСТ 15052–2014 (не более 0,1 %).

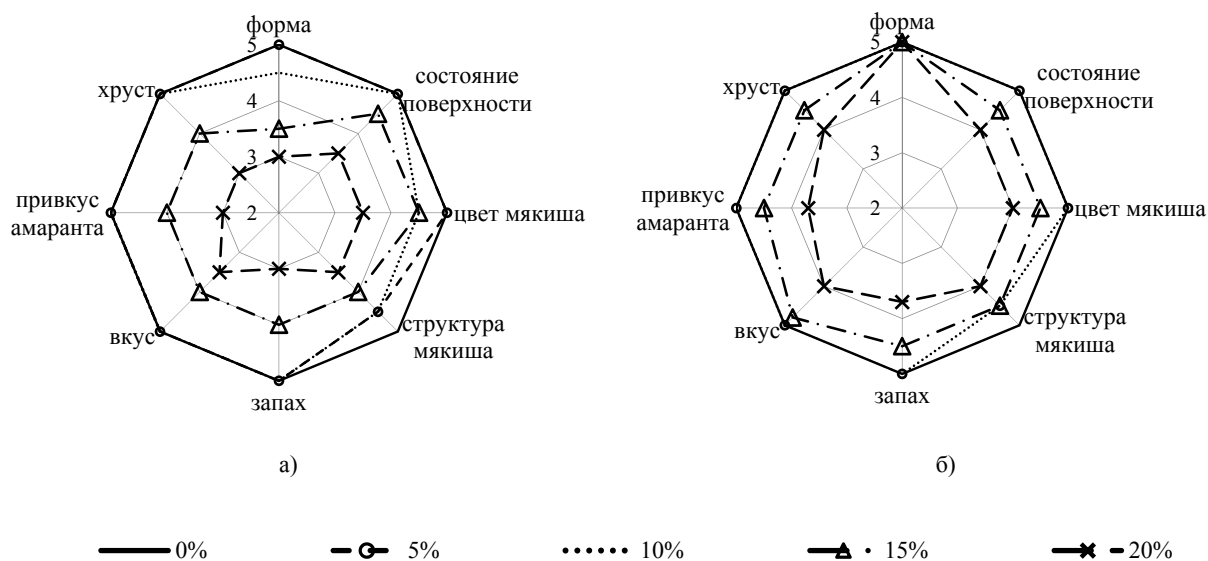


Рисунок 2 – Зависимость результатов дегустационной оценки кексов от дозировки амарантовой муки: а) кексы на основе кукурузной муки; б) кексы на основе рисовой муки

Figure 2 – Dependence of cupcake taste assessment results on the amaranth flour proportion: a) cupcakes cooked using corn flour; b) cupcakes cooked using rice flour

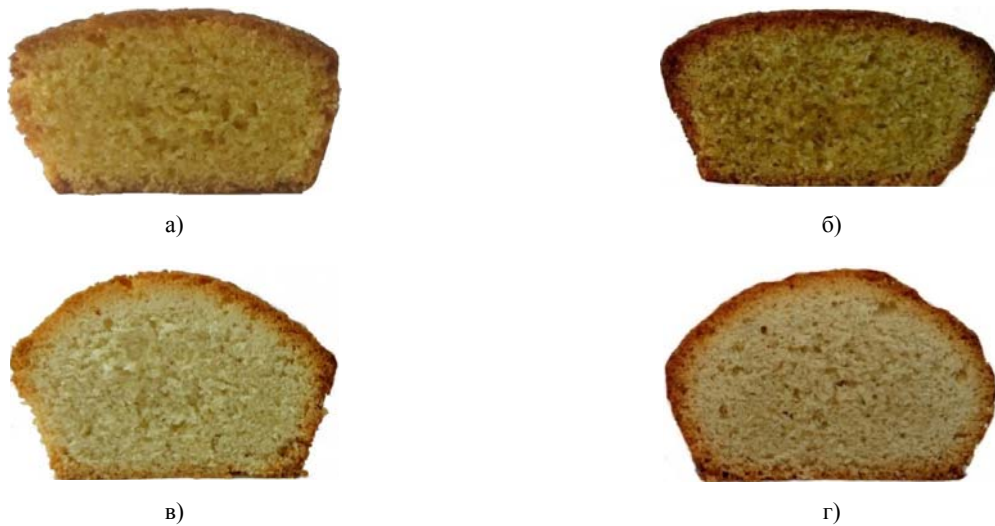


Рисунок 3 – Фото выпеченных изделий, в разрезе: а) кекс из кукурузной муки; б) кекс из смеси кукурузной и амарантовой муки в соотношении 85,0 % : 15,0 %; в) кекс из рисовой муки; г) кекс из смеси рисовой и амарантовой муки в соотношении 75,0 % : 25,0 %

Figure 3 – Picture of the cut baked products: a) cupcake baked from corn flour; b) cupcake baked from the mixture of corn and amaranth flour in the ratio of 85.0% : 15.0%; c) cupcake baked from rice flour; d) cupcake baked from the mixture of rice and amaranth flour in the ratio of 75.0% : 25.0%

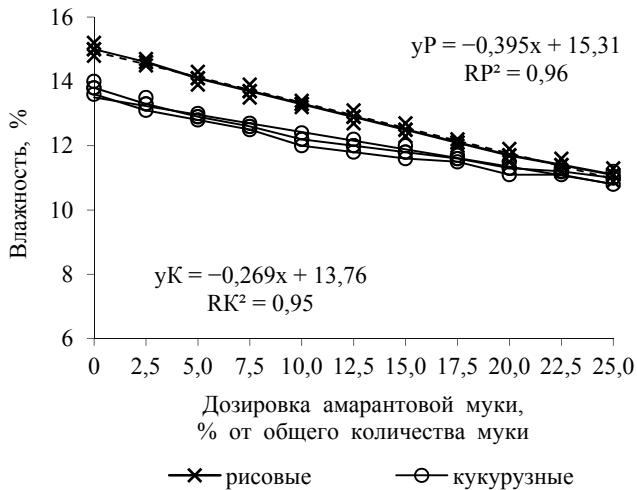


Рисунок 4 – Влияние дозировки амарантовой муки на влажность кексов

Figure 4 – Influence of amaranth flour proportion on cupcake humidity

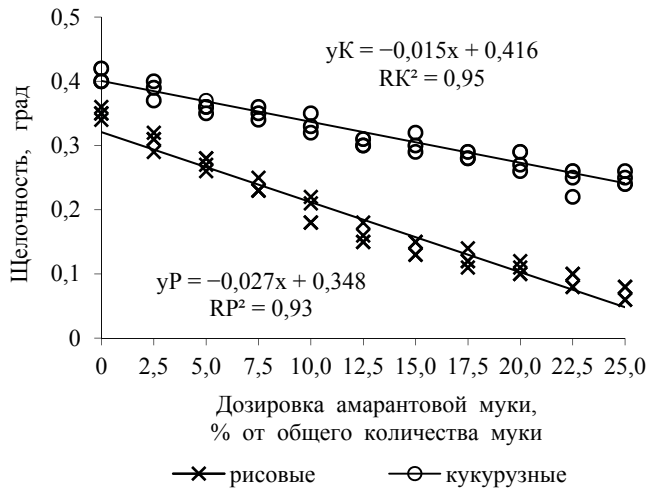


Рисунок 5 – Влияние дозировки амарантовой муки на щелочность кексов

Figure 5 – Influence of amaranth flour proportion on cupcake alkali content

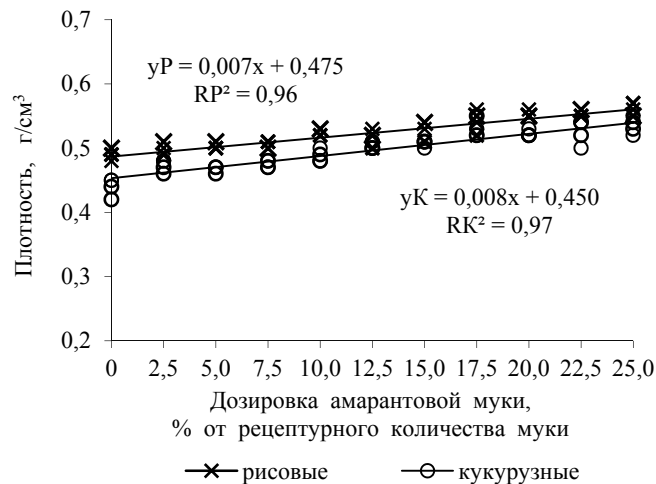


Рисунок 6 – Влияние дозировки амарантовой муки на плотность мякиша кексов

Figure 6 – Influence of amaranth flour proportion on cupcake crumb toughness

Таблица 3 – Рецептуры пищевых концентратов – полуфабрикатов безглютеновых кексов

Table 3 – Recipes of food concentrates – semi-finished gluten-free cupcakes

Наименование сырья	Массовая доля СВ, %	Расход сырья на 100 кг готовой продукции, кг			
		рецептура № 1		рецептура № 2	
		в натуре	в СВ	в натуре	в СВ
Мука кукурузная	87,70	50,00	43,85	–	–
Мука рисовая	87,40	–	–	47,16	41,22
Мука амарантовая	92,00	5,43	5,00	8,33	7,66
Пудра сахарная рафинадная	99,85	35,44	35,39	35,39	35,34
Меланж сухой	94,00	8,07	7,59	8,06	7,58
Соль поваренная пищевая	96,50	0,10	0,10	0,10	0,10
Аммоний углекислый	–	0,96	–	0,96	–
ИТОГО:	–	100,00	91,93	100,00	91,95

Таблица 4 – Пищевая ценность полуфабрикатов безглютеновых кексов

Table 4 – Nutritional value of semi-finished gluten-free cupcakes

Наименование компонента	Содержание компонента, в 100 г полуфабриката		
	по рецептуре № 1	по рецептуре № 2	кексов «Ванильный», «Лимонный» «МакМастер»
Белки, г	7,9	8,4	0,5
Жиры, г	4,9	3,6	20,0
Углеводы, г	70,3	68,0	61,0
Пищевые волокна, г	1,2	3,4	0,0

По результатам проведенных исследований оптимальными соотношениями кукурузной и амарантовой муки для получения безглютеновых кексов можно считать 10,0–12,5 % : 90,0–87,5 %, рисовой и амарантовой муки – 15,0–17,5 % : 85,0–82,5 %.

В связи с тем, что соотношения 12,5 % : 87,5 % и 17,5 % : 82,5 % являются пороговыми (прежде всего по результатам органолептической оценки), за основу при составлении рецептов пищевых концентратов – полуфабрикатов безглютеновых кексов (табл. 3) были взяты экспериментальные рецептуры на основе кукурузной муки с добавлением амарантовой муки в количестве 10 % и рецептуры на основе рисовой муки с добавлением амарантовой муки в количестве 15 %.

Расчет пищевой ценности полуфабрикатов безглютеновых кексов разработанных рецептов (табл. 4) показывает, что, по сравнению с безбелковыми смесями для выпечки кексов ТМ «МакМастер», в кукурузно-амарантовом (рецептура № 1) и рисово-амарантовом (рецептура № 2) кексах улучшается соотношение основных пищевых веществ. Повышается содержание легкоусвояемых безглютеновых белков (в 16 раз: 7,9–8,4 г/100 г полуфабриката против 0,5 г/100 г) и пищевых волокон (1,2–3,4 г/100 г в полуфабрикатах предлагаемых рецептур по сравнению с 0 г/100 г

в смесях для приготовления кексов ТМ «МакМастер»), снижается общее количество входящих в состав мучных смесей жиров (в 4–5 раз: 3,6–4,9 г/100 г в полуфабрикатах предлагаемых рецептур против 20,0 г/100 г в смесях для приготовления кексов ТМ «МакМастер»), представленных в аналогах – безбелковых смесях для выпечки кексов ТМ «МакМастер» – «сухим растительным жиром».

Выводы

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований можно утверждать, что использование амарантовой муки при разработке полуфабрикатов безглютеновых кексов позволяет получать продукт, не уступающий по качеству изделиям, приготовленным на основе рисовой и кукурузной муки, а также значительно повысить пищевую ценность изделий и пополнить ассортимент безглютеновых продуктов питания отечественного производства.

Кроме того, соотношение цен на амарантовую и безглютеновую рисовую или кукурузную муку на российском продовольственном рынке не превышает 2:1, что свидетельствует о потенциальной возможности получения полуфабрикатов безглютеновых продуктов с амарантовой мукой, более конкурентоспособных по цене в сравнении с аналогами зарубежного производства.

Список литературы

1. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года : Распоряжение Правительства РФ от 17.04.2012 № 559-р [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902343994>. – Дата доступа: 01.01.2018.

2. Резниченко, И. Ю. Теоретические аспекты разработки и классификации кондитерских изделий специализированного назначения / И. Ю. Резниченко, Е. Ю. Егорова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 133–138.

3. Резниченко, И. Ю. Совершенствование ассортимента кондитерских изделий специализированного назначения / И. Ю. Резниченко, Н. Н. Зоркина, Е. Ю. Егорова // Ползуновский вестник. – 2016. – № 2. – С. 4–7.
4. Копишинская, С. В. Современные представления о целиакии / С. В. Копишинская // Казанский медицинский журнал. – 2016. – Т. 97, № 1. – С. 101–107. <https://doi.org/10.17750/KMJ2016-101>.
5. Целиакия: болезнь и образ жизни / Д. С. Михалик [и др.] // Земский врач. – 2012. – № 4. – С. 35–38.
6. Резниченко, И. Ю. Современные требования к качеству и безопасности безглютеновой продукции в Великобритании. Информационное обеспечение потребителей / И. Ю. Резниченко, Ю. А. Алешина // Ползуновский вестник. – 2011. – № 3/2. – С. 219–222.
7. Лечение и профилактика глютенчувствительной целиакии / Л. М. Крумс [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2011. – № 2. – С. 86–92.
8. Haines, M. L. Systematic review: The evidence base for long-term management of coeliac disease / M. L. Haines, R. P. Anderson, P. R. Gibson // *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. – 2008. – № 28. – P. 1042–1066. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2008.03820.x>.
9. ТР ТС 027/2012. О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания : прин. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 15 июня 2012 г. № 34. – 26 с.
10. Рынок безглютеновой продукции // Пищевая индустрия. – 2017. – № 1 (31). – С. 8–10.
11. Аширова, Н. Н. Разработка новых рецептур и технологий безглютеновых кулинарных изделий на основе рисовой муки / Н. Н. Аширова // Научное обозрение. – 2014. – № 9–1. – С. 17–19.
12. Шнейдер, Д. В. Безглютеновые смеси для выпечки из кукурузной, рисовой и гречневой муки / Д. В. Шнейдер, Е. И. Крылова // Пищевая промышленность. – 2012. – № 8. – С. 63–65.
13. Дворядкина, Е. Б. Особенности рынка полуфабрикатов для производства мучных кулинарных изделий / Е. Б. Дворядкина, О. В. Чугунова, В. М. Тиунов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2016. – № 6 (14). – С. 32–41.
14. Мысаков, Д. С. Разработка и товароведная оценка безглютенового бисквитного полуфабриката : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Мысаков Денис Сергеевич. – Екатеринбург, 2016. – 19 с.
15. Домбровская, Я. П. Обогащение сухих смесей для производства безглютеновых кексов / Я. П. Домбровская, А. В. Сурмина, Д. А. Закалюжный // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79, № 1 (71). – С. 130–133. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-130-133>.
16. Болдина, А. А. Разработка технологий хлеба и безглютеновых мучных кондитерских изделий, обогащенных рисовой мукой : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Болдина Анастасия Андреевна. – Краснодар, 2015. – 204 с.
17. Сибиль, А. В. Разработка технологии смесей для полуфабрикатов мучных изделий / А. В. Сибиль, И. Ю. Резниченко, И. А. Бакин // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 153–157.
18. Разработка рецептуры и оценка качества обогащенного кекса / Г. А. Губаненко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45, № 2. – С. 34–40.
19. Технологические инструкции по производству мучных кондитерских изделий. – М. : Пищепромиздат, 1992. – 288 с.
20. Особенности микроструктуры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта / Н. А. Шмалько [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 1. – С. 57–63.
21. Смирнов, С. О. Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получения из них нативных продуктов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Смирнов Станислав Олегович. – М., 2006. – 215 с.
22. Амарантовая мука: характеристика, сравнительный анализ, возможности применения / И. М. Жаркова [и др.] // Вопросы питания. – 2014. – № 1. – С. 67–73.
23. Amaranth seeds and products – the source of bioactive compounds / D. Ogródowska [et al.] // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. – 2014. – Vol. 64 (3). – P. 165–170. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0095-z>.
24. The content and characterization of nutrients in amaranth products / M. Piecyk [et al.] // *Bromatologia I Chemia Toksykologiczna*. – 2009. – № 42. – P. 147–153.
25. Потенциальные возможности амарантовой муки как безглютенового продукта / А. А. Звягин [и др.] // Вопросы детской диетологии. – 2015. – Т. 13, № 2. – С. 46–51.
26. Матвеева, И. В. Амарантовая мука в качестве сырья для производства безглютеновых мучных кондитерских изделий / И. В. Матвеева, В. В. Нестеренко // Хлебопродукты. – 2012. – № 11. – С. 48–50.


References

1. *Strategiya razvitiya pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda* [Food and processing industry development strategy in the Russian Federation up to 2020]. Russian Federation Government Decree. 17.04.2012, No. 559-р. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902343994>. (accessed 1 January 2018).
2. Reznichenko I.Yu., Egorova E.Yu. Teoreticheskiye aspekty razrabotki i klassifikatsii konditerskikh izdeliy spetsializirovannogo naznacheniya [Theoretical aspects of development and classification of special purpose confectionery]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2013, no. 3, pp. 133–138.
3. Reznichenko I.Yu., Zorkina N.N., Egorova E.Yu. Sovershenstvovaniye assortimenta konditerskikh izdeliy spetsializirovannogo naznacheniya [Extension of special-use confectionery goods product range]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Vestnik], 2016, no. 2, pp. 4–7.

4. Kopishinskaya S.V. Sovremennyye predstavleniya o tseliakii [Modern concepts of celiac disease]. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal* [Kazan Medical Journal], 2016, vol. 97, no. 1, pp. 101–107. <https://doi.org/10.17750/KMJ2016-101>.
5. Mihalik D.S., Zhukov G.V., Nikolaenkova L.I., et al. Tseliakiya: bolezni i obraz zhizni [Coeliac disease and life style]. *Zemskiy vrach* [Zemsky Doctor], 2012, no. 4, pp. 35–38.
6. Reznichenko I.Yu., Aleshina Yu.A. Sovremennyye trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti bezglyutenovoy produktsii v Velikobritanii. Informatsionnoye obespecheniye potrebiteley [Modern demands for quality and safety of gluten-free products in Great Britain. Consumer information support]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Vestnik], 2011, no. 3/2, pp. 219–222.
7. Krums L.M., Parfenov A.I., Sabel'nikova E.A., et al. Lecheniye i profilaktika glyutenchuvstvitel'noy tseliakii [Treatment and preventive treatment of celiac disease]. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya* [Experimental & Clinical Gastroenterology], 2011, no. 2, pp. 86–92.
8. Haines M.L., Anderson R.P., Gibson P.R. Systematic review: The evidence base for long-term management of coeliac disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 2008, no. 28, pp. 1042–1066. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2036.2008.03820.x>.
9. TR TS 027/2012. O bezopasnosti otdel'nykh vidov spetsializirovannoy pishchevoy produktsii v tom chisle dieticheskogo lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya [Technical Regulations of the Customs Union 027/2012. On safety of certain types of specialized food products including therapeutic and preventive dietary food]. 26 p.
10. Rynok bezglyutenovoy produktsii [Gluten-free products market]. *Pishcheyaya industriya* [Food Industry], 2017, no. 1(31), pp. 8–10.
11. Ashirova N.N. Razrabotka novykh retseptur i tekhnologiy bezglyutenovykh kulinarnykh izdeliy na osnove risovoy muki [Development of new recipes and technologies of gluten-free culinary products based on rice flour]. *Nauchnoe obozrenie* [Science Review], 2014, no. 9–1, pp. 17–19.
12. Shneider D.V., Krylova E.I. Bezglyutenovyye smesi dlya vypechki iz kukuruznoy, risovoy i grechnevoy muki [Gluten-free mixes for baking based on cornflour, rice-flour and buckwheat flour]. *Pishcheyaya promyshlennost'* [Food Processing Industry], 2012, no. 8, pp. 63–65.
13. Dvoryadkina E.B., Chugunova E.B., Tiunov V.M. Osobennosti rynka polufabrikatov dlya proizvodstva muchnykh kulinarnykh izdeliy [Features of the market for the production of semi-finished flour culinary products]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies for the Food and Processing Industry of Aic – Healthy Food], 2016, no. 6(14), pp. 32–41.
14. Mysakov D.S. *Razrabotka i tovarovednaya otsenka bezglyutenovogo biskvitnogo polufabrikata*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Development and trade analysis of gluten-free semi-finished sponge cake. Cand. eng. sci. thesis]. Ekaterinburg, 2016. 19 p.
15. Dombrovskaya Ya.P., Surmina A.V., Zakalyuzhnyi D.A. Obogashcheniye sukhikh smesey dlya proizvodstva bezglyutenovykh keksov [Enrichment of dry mixes for gluten-free muffins]. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2017, vol. 79, no. 1(71), pp. 130–133. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-1-130-133>.
16. Boldina A.A. *Razrabotka tekhnologiy khleba i bezglyutenovykh muchnykh konditerskikh izdeliy, obogashchennykh risovoy muchkoy*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of production technology of bread and gluten-free flour confectionery enriched by rice bran. Cand. eng. sci. diss.]. Krasnodar, 2015. 204 p.
17. Sibil' A.V., Reznichenko I.Yu., Bakin I.A. Razrabotka tekhnologii smesey dlya polufabrikatov muchnykh izdeliy [Mixtures production technology development for obtaining semi-finished baked goods]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Vestnik], 2012, no. 2/2, pp. 153–157.
18. Gubanenko G.A., Pushkareva E.A., Rechkina E.A., et al. Razrabotka retseptury i otsenka kachestva obogashchennogo kekso [Formulation development and quality evaluation of enriched cake]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2017, vol. 45, no. 2, pp. 34–40.
19. *Tekhnologicheskkiye instruksii po proizvodstvu muchnykh konditerskikh izdeliy* [Technology guidelines for flour confectionery goods production]. Moscow: Pishchepromizdat Publ., 1992. 288 p.
20. Shmalko N.A., Chalova I.A., Moiseenko N.A., et al. Osobennosti mikrostruktury i khimicheskogo sostava produktov pererabotki zerna amaranta [Microstructure features and chemical composition of amaranth grain processing food products]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2011, no. 1, pp. 57–63.
21. Smirnov S.O. *Razrabotka tekhnologii razdeleniya zerna amaranta na anatomicheskkiye chasti i polucheniya iz nikh nativnykh produktov*. Diss. kand. tekhn. nauk [Development of technology for amaranth grain separation into anatomical parts and obtaining native products on their base. Cand. eng. sci. diss.]. Moscow, 2006. 215 p.
22. Zharkova I.M., Miroshnichenko L.A., Zvyagin A.A., et al. Amarantovaya muka: kharakteristika, sravnitel'nyy analiz, vozmozhnosti primeneniya. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Problems], 2014, no. 1, pp. 67–73.
23. Ogrodowska D., Zadernowski R., Czaplicki S., et al. Amaranth seeds and products – the source of bioactive compounds. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2014, vol. 64(3), pp. 165–170. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0095-z>.
24. Piecyk M., Worobiej E., Rebiś M., et al. The content and characterization of nutrients in amaranth products. *Bromatologia I Chemia Toksykologiczna*, 2009, no. 42, pp. 147–153. (In Polish).
25. Zvyagin A.A., Bavykina I.A., Zharkova I.M., et al. Potentsial'nyye vozmozhnosti amarantovoy muki kak bezglyutenovogo produkta [Potential of amaranth flour as a gluten-free product]. *Voprosy detskoy diyetologii* [Pediatric Nutrition], 2015, vol. 13, no. 2, pp. 46–51.
26. Matveeva I.V., Nesterenko V.V. Amarantovaya muka v kachestve syr'ya dlya proizvodstva bezglyutenovykh muchnykh konditerskikh izdeliy [Amaranth flour as a raw material for gluten-free flour confectionery production]. *Khleboprodukty* [Bread Products], 2012, no. 11, pp. 48–50.


Егорова Елена Юрьевна

д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии хранения и переработки зерна, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», 656038, г. Барнаул, ул. Ленина, 46, e-mail: egorovaeyu@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4990-943X>


Резниченко Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, профессор кафедры управления качеством, ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, e-mail: irina.reznichenko@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7486-4704>

Elena Yu. Egorova

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Technology of Storage and Grain Processing, Polzunov Altai State Technical University, 46, Lenina Ave., Barnaul, 656038, Russia, e-mail: egorovaeyu@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4990-943X>

Irina Yu. Reznichenko

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Quality Management, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, e-mail: irina.reznichenko@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7486-4704>

