

## БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ КЕКСЫ С АМАРАНТОВОЙ МУКОЙ

Е. Ю. Егорова, Л. А. Козубаева

*Статья посвящена вопросам разработки новых мучных кондитерских изделий для потребителей, придерживающихся аглютеновой диеты. Объектом исследований являлась рецептура кекса на основе традиционного безглютенового сырья – рисовой и кукурузной муки – с добавлением полуобезжиренной муки из семян амаранта. 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, предусмотренного рецептурой. По результатам исследований общих закономерностей изменения основных органолептических и физико-химических показателей качества получаемых кексов авторами предложены оптимальные комбинации кукурузной и амарантовой; рисовой и амарантовой муки. Показано, что использование в качестве основы теста кукурузной и амарантовой муки в соотношении 10,0–12,5 %: 90–87,5 % или рисовой и амарантовой муки в соотношении 15,0–17,5 %: 85,0–82,5 % позволяет получать мучные кондитерские изделия стандартного качества. По сравнению с реализуемыми аналогами, в новых кексах улучшается соотношение основных пищевых веществ: снижается содержание простых углеводов, повышается содержание пищевых волокон, легкоусвояемых белков и эссенциальных жирных кислот.*

*Ключевые слова: целиакия, аглютеновая диета, мучные кондитерские изделия, кексы, кукурузная мука, рисовая мука, амарант, амарантовая мука, пищевая ценность, оценка качества.*

Разработка и внедрение новых продуктов специализированного назначения, в том числе направленных на профилактику и лечение целиакии, и насыщение потребительского рынка такими продуктами отечественного производства сохраняют свой приоритет в реализации государственных программ в области здорового питания и развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ [1, 2].

Целиакией (от лат. *coeliacia*, греч. *koilikos* – кишечный, страдающий расстройством кишечника) называют хроническое системное заболевание, связанное с необратимым поражением тонкой кишки и сопровождающееся системными аутоиммунными проявлениями. Считается, что целиакия развивается в основном у генетически предрасположенных к этому людей, в результате употребления в пищу глютена. Однако кроме врожденной, целиакия может быть и приобретенной, спровоцированной избыточным потреблением высококлейковинного растительного белка, серьезным эмоциональным стрессом или продолжительным патологическим воздействием и т. д.

Недиагностированная целиакия, усугубленная длительной интоксикацией организма глютеном злаковых культур, является одной из причин вторичных иммунных нарушений – сахарного диабета 1 типа, задержки в пси-

хическом развитии, язв и новообразований в полости рта и желудочно-кишечном тракте, эпилепсии и некоторых других [3–5].

В последние годы целиакия признается одним из наиболее часто встречающихся генетических заболеваний на планете, с распространенностью около 1 % [3]. Вместе с тем, согласно прогнозам от начала 2017 года, более 5 % мирового населения могут иметь генетическую предрасположенность к данному заболеванию [6].

Основным способом лечения целиакии является строгое пожизненное соблюдение аглютеновой диеты [7]. Содержание глютена – спирто-щелочерастворимых фракций белка злаковых культур (пшеница, рожь, ячмень, овес и некоторые другие) – в продуктах, разрешенных аглютеновой диетой (Gluten-Free Foods), не должно превышать 20 мг/кг.

Ассортимент безглютеновых продуктов в странах Европы и Америки включает готовый хлеб, пиццу, разнообразные мучные кондитерские (кексы, бисквиты, печенье и т. д.) и кулинарные (блинчики, оладьи) изделия, сухие смеси для их получения в домашних условиях, макаронные изделия. В России объем продаж безглютеновых продуктов оценивается примерно в \$64 млн. [6], но ассортимент таких продуктов несопоставимо узкий. Как следствие, реализуемые в России безглютеновые продукты – преимущественно,

## БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ КЕКСЫ С АМАРАНТОВОЙ МУКОЙ

зарубежных производителей: Glutano (Германия), Polenta, Dr. Schar, Reisbrot, Cerealvit, NUTRI FREE, Farmo (Италия), Gullon (Испания), Bezgluten и Balviten (Польша), и они существенно дороже традиционных продуктов с глютеном. Из отечественных известны три торговые марки: «Макмастер», «ВНИИК» и «Гранец», представленные в европейской части России и поставляющие безглютеновые продукты по всей России через интернет-магазины.

В качестве основных видов безглютеновой муки производители обычно используют кукурузную и рисовую, несколько реже – гречневую. Возникающее при замене пшеничной муки ухудшение технологических свойств теста компенсируется включением в рецептуру крахмалов [5, 8–10]. Однако продукция на основе таких ингредиентов, особенно при использовании рисовой и кукурузной муки и крахмала, характеризуется невысокой пищевой ценностью и повышенной скоростью очерствения, поэтому при разработке новых продуктов более целесообразным считается комбинирование двух-трех видов муки, не содержащей глютен [11].

Таким образом, узкий ассортимент отечественных продуктов для больных целиакией, высокие цены продуктов от зарубежных производителей и, как правило, низкая пищевая ценность реализуемых безглютеновых продуктов определяют целесообразность разработки новых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, адаптированных для безглютенового питания.

Целью данной работы являлось определение оптимальной дозировки муки из семян амаранта для получения безглютеновых кексов на основе традиционного безглютенового сырья – рисовой и кукурузной муки.

Мука из семян амаранта (*Amaránthus*) ценится за высокое содержание ряда незаменимых в сбалансированном питании компонентов, прежде всего – легкоусвояемого белка, не включающего глютенную фракцию [12–14]. От рисовой и кукурузной муки полубезжирная мука из семян амаранта (рисунок 1) отличается значительно более низким содержанием усвояемых углеводов (таблица 1) и наличием сложных уплотненных ассоциатов белков и мелкозернистого крахмала, обуславливающих потенциально высокую водопоглотительную способность амарантовой муки [15].

Все выше сказанное определяет соответствие амарантовой муки цели исследования и требованиям кондитерского производства.



Рисунок 1 – Амарантовая мука

В работе использовали рисовую и кукурузную муку ООО ТД «ЭНДАКСИ» (г. Владимир) и полубезжирную амарантовую муку производства ООО «Специалист» (г. Бийск).

За основу при отработке рецептов безглютеновых кексов взята формула патента РФ 2538400 [16]. Амарантовую муку вводили в тесто в виде однородной смеси с кукурузной или рисовой мукой в количестве от 5,0 % до 25,0 % от массы основного вида муки, с «шагом» варьирования 2,5 %. Кексы выпекали в одноразовых бумажных формах при температуре  $175 \pm 2$  °С в течение 25–30 минут. При повышении температуры выпечки поверхность кекса подгорала, а центр мякиша оставался непропеченным [17].

Для каждого варианта рецептуры приготовление теста, выпечку и анализ показателей качества кексов проводили в 3–4-кратной повторности. Оценку качества кексов проводили в соответствии с ГОСТ 15052–2014, для продукции на химических разрыхлителях.

Согласно результатам дегустационной оценки, кексы на основе кукурузной муки сохраняли равномерную 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). Вследствие различий в химическом составе рисовой и кукурузной муки, кексы на основе кукурузной муки «поднимались» хуже.

Кексы из кукурузной муки имели светложелтый цвет, кексы из рисовой муки – светлокремовый. По мере увеличения дозировки амарантовой муки – от 15,0 % и выше – цвет кексов приобретал более темный оттенок, пористость мякиша становилась менее развитой и уплотненной, поверхность кексов – более гладкой, а подсушенный корковый слой – более толстым (рисунок 2). Начиная с дози-

рочки амарантовой муки 15,0–17,5 % кексы приобретали её характерный привкус и слабо выраженный хруст частиц оболочек семян амаранта. Вкус кукурузной и рисовой муки с увеличением дозировки амарантовой муки постепенно ослабевал, в мякише изделий становились заметны темные включения частиц амарантовой муки.

Согласно результатам физико-химических испытаний (таблица 2), 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 ама-

рантовой муки и наличием в её составе остаточного количества масла, свободные жирные кислоты которого частично компенсируют щелочную реакцию предусмотренного рецептурой разрыхлителя.

С повышением дозировки амарантовой муки изделия становились более плотными, что обусловлено ухудшением разрыхленности мякиша изделий. Значение этого показателя можно считать превысившим норматив при замене на амарантовую от 20 % рисовой и более 25 % кукурузной муки.

Анализ зольности кексов, выполненный ускоренным методом с использованием спиртового раствора уксуснокислого магния, показал незначительное увеличение содержания в кексах нерастворимой золы, не превышающее норматива, установленного ГОСТ 15052–2014 (не более 0,1 %).

Таблица 1 – Общая характеристика рисовой, кукурузной и амарантовой муки

Наименование компонента	Содержание компонента, в 100 г муки		
	<i>рисовой</i>	<i>кукурузной</i>	<i>амарантовой</i> [18]
Вода, г	11,9	14,0	12,1
Белки, г	6,0	7,2	41,4
Жиры, г	1,4	1,5	2,7
Углеводы, г	80,1	72,1	35,9
Пищевые волокна, г	2,4	4,4	3,4

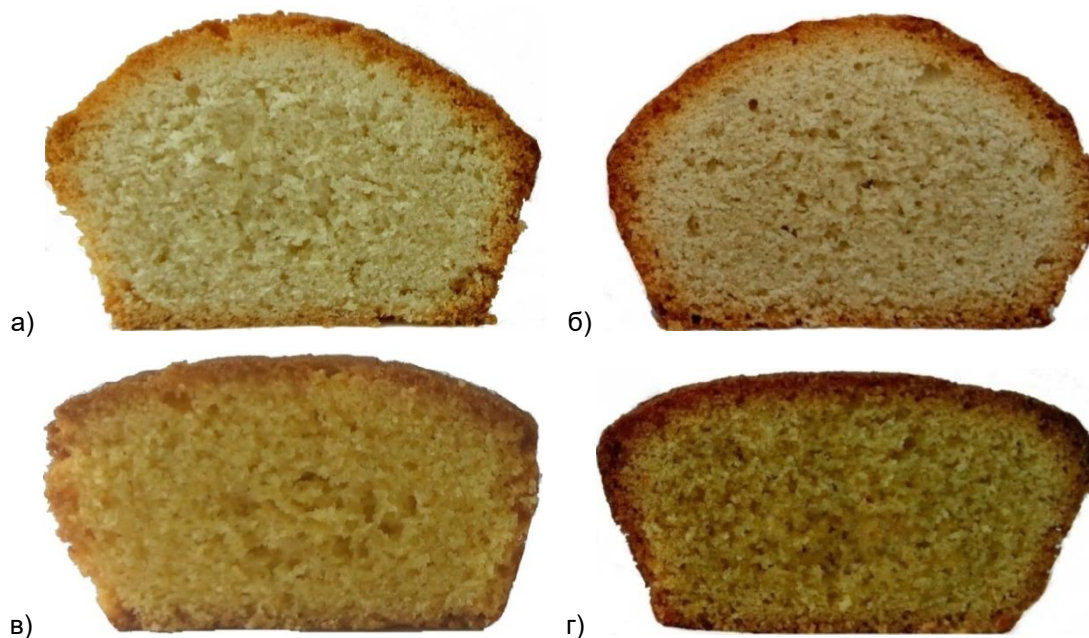


Рисунок 2 – Вид выпеченных изделий, в разрезе:

- а) кекс из рисовой муки, б) кекс из смеси рисовой и амарантовой муки в соотношении 75,0 %: 25,0%, в) кекс из кукурузной муки, г) кекс из смеси кукурузной и амарантовой муки в соотношении 85,0 %: 15,0%

## БЕЗГЛЮТЕНОВЫЕ КЕКСЫ С АМАРАНТОВОЙ МУКОЙ

Таблица 2 – Влияние амарантовой муки на физико-химические показатели качества кексов

Дозировка амарантовой муки, %	Наименование показателя					
	Влажность, %		Щелочность, град		Плотность, г/см <sup>3</sup>	
	норма	значение	норма	значение	норма	значение
<i>Кексы на основе рисовой муки</i>						
0	12,0–24,0	15,0±0,2	Не более 2,0	0,36±0,02	Для изделий массой до 100 г – не более 0,55	0,48±0,03
2,5		14,6±0,1		0,31±0,03		0,49±0,05
5,0		14,1±0,2		0,28±0,03		0,50±0,05
7,5		13,7±0,2		0,23±0,03		0,51±0,03
10,0		13,3±0,1		0,18±0,02		0,52±0,04
12,5		12,9±0,2		0,15±0,02		0,52±0,05
15,0		12,5±0,2		0,13±0,01		0,53±0,05
17,5		12,1±0,1		0,12±0,01		0,54±0,05
20,0		11,7±0,2		0,10±0,03		0,55±0,05
22,5		11,4±0,2		0,10±0,02		0,55±0,05
25,0		11,1±0,2		0,08±0,02		0,56±0,04
<i>Кексы на основе кукурузной муки</i>						
0	12,0–24,0	13,8±0,2	Не более 2,0	0,42±0,04	Для изделий массой до 100 г – не более 0,55	0,46±0,04
2,5		13,3±0,2		0,39±0,02		0,47±0,05
5,0		12,9±0,1		0,35±0,02		0,47±0,05
7,5		12,6±0,1		0,35±0,02		0,48±0,04
10,0		12,2±0,2		0,33±0,02		0,49±0,05
12,5		12,0±0,2		0,31±0,01		0,50±0,03
15,0		11,8±0,2		0,30±0,02		0,51±0,03
17,5		11,6±0,1		0,29±0,01		0,52±0,04
20,0		11,3±0,2		0,29±0,02		0,52±0,04
22,5		11,2±0,1		0,26±0,02		0,53±0,03
25,0		11,0±0,2		0,24±0,02		0,54±0,04

По результатам проведенных исследований оптимальной комбинацией кукурузной и амарантовой муки для разработки новых рецептур безглютеновых кексов можно считать 10,0–12,5 % : 90–87,5 %, рисовой и амарантовой муки – 15,0–17,5 % : 85,0–82,5 %. Использование в качестве основы теста для кексов этих видов муки в предложенных соотношениях позволяет получать продукцию стандартного качества.

Расчет пищевой ценности выпеченных изделий показывает, что, по сравнению с реализуемыми аналогами, в новых кексах улучшается соотношение основных пищевых веществ: снижается доля простых углеводов (за счет уменьшения содержания крахмала кукурузной или рисовой муки), повышается содержание пищевых волокон, легкоусвояемых белков и эссенциальных жирных кислот.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Резниченко, И.Ю. Теоретические аспекты разработки и классификации кондитерских изделий специализированного назначения / И.Ю. Рез-

ниченко, Е.Ю. Егорова // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 133–138.

2. 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.

3. Копишинская, С.В. Современные представления о целиакии / С.В. Копишинская // Казанский медицинский журнал. – 2016. – Т. 97. – № 1. – С. 101–107.

4. Михалик, Д.С. Целиакия: болезнь и образ жизни / Д.С. Михалик, Г.В. Жуков, Л.И. Николаенкова, И.С. Козлова, Т.А. Богданова // Земский врач. – 2012. – № 4. – С. 35–38.

5. 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.

6. Рынок безглютеновой продукции // Пищевая индустрия. – 2017. – № 1 (31). – С. 8–10.

7. Крумс, Л.М. Лечение и профилактика глютеновчувствительной целиакии / Л.М. Крумс, А.И. Парфенов, Е.А. Сабельникова, Р.Б. Гудкова, Н.Н. Воробьева // Экспериментальная и клиниче-

ская гастроэнтерология. – 2011. – № 2. – С. 86–92.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. Ogródowska, D. Amaranth seeds and products – the source of bioactive compounds / D. Ogródowska, R. Zadernowski, S. Czaplicki, D. Derewiaka, B. Wronowska // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. – 2014. – № 64 (3). – С. 165–170.

13. Звягин, А.А. Потенциальные возможности амарантовой муки как безглютенового продукта / А.А. Звягин, И.А. Бавыкина, И.М. Жаркова, Л.А. Мирошниченко // Вопросы детской диетологии. – 2015. – Т. 13. – № 2. – С. 46–51.

14. 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.

15. Шмалько, Н.А. Особенности микрострук-

туры и химического состава продуктов переработки зерна амаранта / Н.А. Шмалько, И.А. Чалова, Н.А. Моисеенко, Н.Л. Ромашко // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 1. – С. 57–63.

16. Пат. РФ № 2538400, А21D 13/08. Способ производства безглютенового мучного кондитерского изделия / И.М. Жаркова, М.В. Хромых (Россия). – № 2012121180/13; заяв. 29.11.2012; опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1. – 8 с.

17. Кравец, О.В. Разработка рецептуры безглютенового кекса / О.В. Кравец, Е.Ю. Егорова // Горизонты образования. – 2017. – Вып. 19, секция «Пищевая промышленность». – С. 54–57.

18. Смирнов, С.О. Разработка технологии разделения зерна амаранта на анатомические части и получения из них нативных продуктов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.01. – М., 2006. – 215 с.

**Егорова Елена Юрьевна**, д.т.н., 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, тел.: (3852) 29-07-55.

**Козубаева Людмила Алексеевна**, к.т.н., доцент кафедры технологии хранения и переработки зерна ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 656038, г. Барнаул, ул. Ленина, 46, e-mail: cosubaeva@mail.ru, тел.: (3852) 29-07-55.