

EDN: IQHYIK
УДК 633.1 : 664.6

FLOUR CONFECTIONERY PRODUCTS WITH THE USE OF AMARANTH FLOUR

Sergej V. Kokourov, Liliya V. Naimushina*, Irina D. Zykova,

Kristina A. Zharinova, Diana V. Kovalenko

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Received 03.07.2023, accepted 11.09.2023

Abstract. The prospects of using amaranth flour for the creation of flour confectionery products of increased nutritional value are considered. In the amaranth flour of the S. Pudov' trademark, the content of the main nutrients was determined: proteins – 16.2 g /100 g, fats – 5.0 g /100 g, carbohydrates – 61.0 g /100 g. Also, 100 g of amaranth flour contains bioflavonoids – 0.91 mg / 100, dietary fiber – 4.0 g/ 100 g, vitamin C – 13.2 mg / 100 g. UV and visible spectroscopy showed that the extractive substances of aqueous and 95%- alcohol flour extracts contain water-soluble proteins, photoactive protein pigment-enzyme complexes, simple phenolic compounds and chalcones. The study of the lifting force of yeast showed that in order to ensure the formation of a porous structure of bread, bakery and flour confectionery products, it is advisable to introduce amaranth flour with a ratio of wheat flour: amaranth flour – 80 : 20. It is shown that the biological value of combined flour proteins is 71.5%, which is 10% higher than the value of this indicator for wheat flour proteins, and the utilitarianism coefficient of the amino acid composition of combined flour proteins exceeds by 14% the value of a similar indicator for wheat flour proteins. It is registered that the organoleptic and physico-chemical characteristics of the product correspond to the regulated indicators of GOST 15052-2014. Cupcakes. General technical conditions. The nutritional and energy value of the product was determined: in 100 g, the protein content was 8 g, fat – 11 g, carbohydrates – 38 g. The product has a reduced caloric content - 283 cal /100 g compared with the caloric content of the control cupcake "Cottage cheese with raisins", which has 406 kcal /100 g. The energy value compared to with control, it is reduced by 123 kcal.

Keywords: amaranth, chemical composition, biological value, yeast lifting power, amino acid score, muffins, recipe, nutritional, biological and energy value.

Citation: Kokourov, S. V., Naimushina, L. V., Zykova, I. D., Zharinova, K. A., Kovalenko, D. V. (2023). Flour confectionery products with the use of amaranth flour. In: Trade, service, food industry. Vol. 3(3). Pp. 239-250. EDN: IQHYIK



МУЧНЫЕ КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АМАРАНТОВОЙ МУКИ

Сергей Владимирович Кокоуров, Лилия Викторовна Наймушина*,

Ирина Дементьевна Зыкова, Кристина Алексеевна Жаринова,

Диана Владимировна Коваленко

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация

Аннотация. Рассмотрены перспективы использования амарантовой муки для создания мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности. В амарантовой муке торговой марки С. Пудовъ определено содержание основных пищевых веществ: белки – 16,2 г/100 г, жиры – 5,0 г /100 г, углеводы – 61,0 г/100 г. Также в 100 г амарантовой муки содержатся биофлавоноиды – 0,91 мг/100, пищевые волокна – 4,0 г/100 г, витамин С – 13,2 мг/100 г. Методом УФ- и видимой спектроскопии показано, что в составе экстрактивных веществ водного и 95%-спиртового экстрактов муки содержатся водорастворимые белки, фотоактивные белковые пигмент-ферментные комплексы, простые фенольные соединения и халконы. Исследование подъемной силы дрожжей показало, что для обеспечения формирования пористой структуры мучных кондитерских изделий целесообразно вводить амарантовую муку с соотношением пшеничная мука : амарантовая мука – 80 : 20. Показано, что биологическая ценность белков комбинированной муки составляет 71,5%, что на 10% превышает значение этого показателя для белков пшеничной муки, а коэффициент утилитарности аминокислотного состава белков комбинированной муки превышает на 14% значение аналогичного показателя для белков пшеничной муки. Предложена рецептура производства изделия «Маффины с применением амарантовой муки». Определены регламентируемые ГОСТ 15052-2014. Кексы. Общие технические условия – органолептические и физико-химические показатели; отмечено их соответствие ГОСТу. Определена пищевая и энергетическая ценность изделия: в 100 г содержание белков составило 8 г, жиров – 11 г, углеводов – 38 г. Изделие имеет пониженную калорийность – 283 ккал/100 г – по сравнению с калорийностью контрольного кекса «Творожный с изюмом», имеющего 406 ккал/100 г. Энергетическая ценность по сравнению с контролем снижена на 123 ккал.

Ключевые слова: амарант, химический состав, биологическая ценность, подъемная сила дрожжей, аминокислотный скор, маффины, рецептура, пищевая, биологическая и энергетическая ценность.

Цитирование: Кокоуров, С. В. Мучные кондитерские изделия с применением амарантовой муки / С. В. Кокоуров, Л. В. Наймушина, И. Д. Зыкова, К. А. Жаринова, Д. В. Коваленко // Торговля, сервис, индустрия питания. – 2023. – № 3(3). – С. 239-250. – EDN: IQHYIK



Введение. Популярными у населения мучными кондитерскими изделиями (МКИ) относятся к высококалорийным углеводным продуктам с минимальным содержанием полезных ингредиентов – белка, витаминов, пищевых волокон, других биологически активных веществ. Данные изделия всегда пользуются неизменным спросом, несмотря на информированность потребителей о принципах здорового питания и пожеланий диетологов о снижении доли быстрых углеводов в суточном рационе [1-2]. Решением проблемы может стать внедрение инновационных технологий обогащения МКИ и повышения их пищевой ценности за счет введения нетрадиционных компонентов [3-5].

В последнее время появились исследовательские работы по применению ценной продовольственной культуры амарант (семейство *Amaranthoideae*) и муки из его семян для получения хлеба и хлебобулочных изделий с повышенным содержанием общего белка в составе продукта и практически отсутствием глютена – белка, непереносимого некоторыми категориями потребителей [6-10]. В связи с этим в пищевой инженерии использование амаранта считается многообещающим для создания безглютеновой продукции с высокой пищевой и биологической ценностью [11-12]. Изучение химического состава зерен из амаранта – культуры, сегодня успешно возделываемой в

южных районах Российской Федерации – показало более высокое содержание белка (до 20%) и пищевых волокон (до 10%) по сравнению с зерном пшеницы [13-15].

Белки амарантовой муки содержат большее количество незаменимых аминокислот в сравнении с пшеничной мукой и, следовательно, обладают большей биологической ценностью (на 17-18%). В частности, содержание важной аминокислоты лизин в белках амарантовой муки превышает более чем в два раза значение в сравнении с таковым для белков пшеницы. Липидная составляющая пищевых компонентов амаранта и муки из его семян отличается хорошим представителем полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Также есть данные о присутствии в семенах амаранта ненасыщенного углеводорода сквалена, изученного на предмет профилактики начальных стадий канцерогенеза. В муке из амаранта после очистки остается большое содержание фолиевой кислоты (В₉), а также токоферолов (Е) и витамина С. Минеральная составляющая пока мало изучена, отмечается лишь наличие К, Са, Mg, Р, Fe [15-19].

Несмотря на уникальные и полезные свойства амарантовой муки, более целесообразным и рентабельным представляется ее использование в качестве добавки, например к пшеничной или ржаной муке для повышения пищевой ценности готовой выпечки [20].

Целью данного исследования являлась разработка мучных кондитерских изделий – маффинов – с применением амарантовой муки. В задачи исследования входило: изучение химического состава амарантовой муки, определение дозировки введения амарантовой муки в пшеничную, определение аминокислотного сора белков комбинированной муки, биологической ценности и коэффициента утилитарности белков комбинированной муки с наилучшими показателями подъемной силы, разработка рецептуры маффинов с применением комбинированной пшенично-амарантовой муки, определение их органолептических и физико-химических показателей.

Материалы и методы. Для исследования использовали: амарантовую муку от производителя С. Пудовъ (ISO 22000); пшеничную муку высшего сорта от производителя ООО «Беяевская» (ГОСТ 26574-2017); хлебопекарные дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) прессованные «Люкс экстра» (ГОСТ Р 54731-2011). Дополнительно ингредиентами для разработки рецептуры стали: обезжиренный творог торговой марки «Простоквашино», меланж марки Grovo®, замороженные ягоды черноплодной рябины – аронии, сливочное масло с жирностью 72,5% от «Простоквашино».

Для определения химического состава амарантовой муки применяли химические и физико-химические методы анализа, которые включали в себя: весовой анализ, титриметрические методы и оптические методы [21]. Водный и спиртовой экстракты амарантовой муки получали с использованием аппарата Сокслета: 1,0 г муки помещали в патрон из плотной фильтровальной бумаги, в колбу для экстракции наливали 100 г растворителя – дистиллированной воды или 95% раствора этанола, экстракцию вели в течение 1 часа. Электронные спектры экстрактов регистрировали с использованием сканирующего спектрофотометра Shimadzu UV – 1700.

Подъемная сила дрожжей изучалась в соответствии с ГОСТ Р 54731-2011. Содержание амарантовой муки в составе пшеничной муки составляло 0, 10, 20, 25, 40%. Определение аминокислотного сора амарантовой и комбинированной пшенично-амарантовой муки проводили в соответствии с методикой [22].

При разработке рецептуры мучного кондитерского изделия (МКИ) на основе комбинированной пшенично-амарантовой муки в качестве контрольной использовали рецептуру кекса «Творожный с изюмом» (рецептура № 449 сборника [23]). Провели

замену ингредиентов рецептуры 449: плодами черноплодной рябины - аронии заменили изюм, а также взяли обезжиренный творог вместо 18%. При определении физико-химических и органолептических показателей руководствовались нормативами ГОСТ 15052-2014 Кексы. Общие технические условия. Определение содержания кислот в разработанном МКИ проводили по ГОСТ 3624-92, жиров – по ГОСТ 5867-90, сухих веществ – по ГОСТ 3626-73.

Полученные результаты и их обсуждение. Известно, что химический состав по основным показателям муки от разных производителей может варьироваться в некоторых диапазонах значений. Нами исследована амарантовая мука торговой марки С. Пудовъ (ISO 22000); результаты исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав амарантовой муки торговой марки С. Пудовъ
Table 1. Chemical composition of amaranth flour of S. Pudov trademark

Содержание в 100 г амарантовой муки	Амарантовая мука С. Пудовъ
Вода, г	4,50 ± 0,17
Зола, г	2,0 ± 0,1
Белки, г	16,2 ± 0,81
Жиры, г	5,0 ± 0,3
Углеводы, из них:	61,0 ± 3,2
пищевые волокна, г	4,0 ± 0,2
крахмал, г	52,4 ± 2,6
Аскорбиновая кислота, мг	13,20 ± 0,65
Полифенолы (биофлавоноиды), мг	0,91 ± 0,05
Дубильные соединения, мг	Не обнаружено

Методом УФ- и видимой спектроскопии исследован состав экстрактивных веществ амарантовой муки. На рис. 1 (кривые А, В) приведены электронные спектры водного и 95% спиртового экстрактов муки в диапазоне значений длин волн 200-800 нм. На спектре водного экстракта (рис. 1 – А) зарегистрирована полоса поглощения с максимумом при 261 нм, соответствующая поглощению водорастворимых белков – альбуминов, и полоса поглощения при 448 нм, соответствующая поглощению фотоактивных белковых пигмент-ферментных комплексов. Спектр спиртового экстракта содержит полосу поглощения с max при 289 нм, относящуюся к поглощению простых фенольных соединений, и полосу поглощения при 382 нм, которую можно отнести к поглощению халконов – соединений класса флавоноидов, имеющих незамкнутый пиранозный цикл [24].

Таким образом, изучение химического состава амарантовой муки, а также проведенный патентный и литературный поиск показали, что данная культура содержит основные пищевые вещества – белки (16,2 г/100 г), углеводы (61 г/100 г), жиры (5,0 г/100 г), а также биофлавоноиды (0,91 мг/100 г) – полифенольные вещества с высокой антиоксидантной активностью, витамины, минералы и такие уникальные биологически активные соединения, как сквален и халконы, способные повысить биологическую ценность изделий с добавками данного нетрадиционного сырья.

Выявлено, что для обеспечения формирования пористой структуры выпечки целесообразно вводить амарантовую муку в определенном соотношении к пшеничной или ржаной муке. Для определения такого соотношения по ГОСТ исследовали подъемную силу дрожжей для теста из комбинированной пшенично-амарантовой муки с варьируемым значением массовой доли амарантовой муки: 10, 20, 30, 40%; для контроля использовали тесто из чистых видов муки.

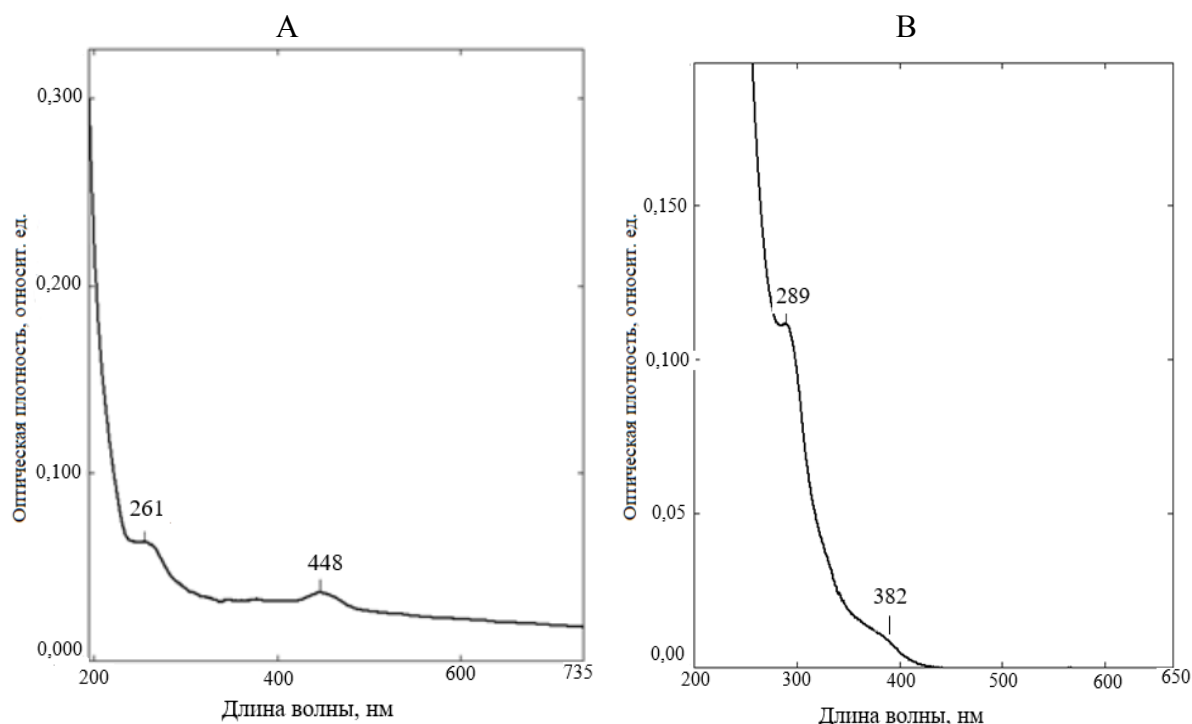


Рисунок 1. Электронные спектры экстрактов амарантовой муки:
 А – экстрагент – дистиллированная вода; В – экстрагент – 95% водный раствор этанола
 Figure 1. Electronic spectra of amaranth flour extracts:
 A – extractant – distilled water; B – extractant – 95% aqueous ethanol solution

Определили, что оптимальное соотношение пшеничной и амарантовой муки – 80 : 20 – обеспечивает меньшее время подъема шарика из такого теста в проводимом эксперименте по определению подъемной силы дрожжей (рис. 2).

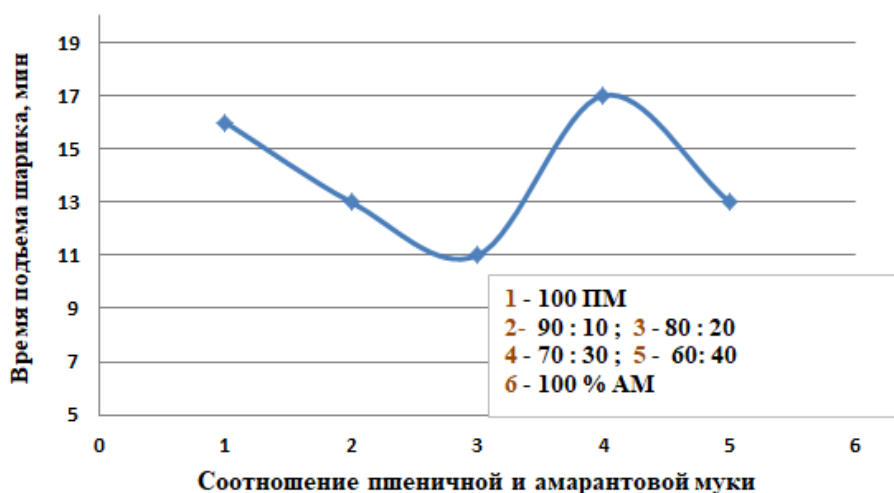


Рисунок 2. Изменение подъемной силы хлебопекарных дрожжей теста с различным соотношением пшеничной (ПМ) и амарантовой муки (АМ)
 Figure 2. Changing the lifting force of baking yeast dough with a different ratio of wheat (WF) and amaranth flour (AF)

При определении биологической ценности белков пищевого сырья соотносят содержание незаменимых аминокислот в исследуемом виде белка в сравнении с их содержанием в идеальном белке (аминокислотный скор) [22]. Определение аминокислотного сора белков амарантовой муки показало превышение содержания незаменимых аминокислот в сравнении с белками пшеничной муки: лизина в 2,6 раза, метионина + цистеина – в 2,35 раза, треонина – в 1,5 раза, фенилаланина + тирозина – в 1,46 раза.

В соответствии с данными исследования подъемной силы дрожжей проведено определение аминокислотного сора белков комбинированной (80/20) пшенично-амарантовой муки ($AC_k, \%$) в сравнении с аминокислотным скором белков пшеничной муки ($AC_n, \%$); определены и коэффициенты утилитарности незаменимых аминокислот в составе белков комбинированной муки (80/20) – K_k в сравнении с данным показателем для пшеничной муки (K_n) (табл. 2). Показано, что биологическая ценность белков комбинированной муки составляет 71,5%, что на 10% превышает значение этого показателя для белков пшеничной муки, а коэффициент утилитарности аминокислотного состава белков комбинированной муки превышает на 14% значение аналогичного показателя для белков пшеничной муки.

Таблица 2. Результаты определения аминокислотного сора и коэффициентов утилитарности незаменимых аминокислот белков пшеничной муки и комбинированной пшенично-амарантовой муки (80/20)

Table 2. Results of determination of amino acid score and utilitarianism coefficient of essential amino acids of wheat flour proteins and combined wheat-amaranth flour (80/20)

Незаменимая аминокислота	$AC_n, \%$ для пшеничной муки	$AC_k, \%$ для комбинированной муки	ΔPAC_n^*	ΔPAC_k^*	K_n	$A_n K_n^*$	K_k	$A_k K_k^*$
Валин	80	81	40	27	0,5	2,0	0,67	2,71
Изолейцин	86	86	46	32	0,47	1,62	0,63	2,15
Лейцин	98	97	58	43	0,41	2,81	0,56	3,81
Лизин	40	54	0	0	1	2,21	1	2,95
Метионин + цистеин	51	65	11	11	0,78	1,38	0,83	1,87
Треонин	68	75	28	21	0,59	1,60	0,72	2,16
Триптофан	122	110	82	56	0,33	0,40	0,49	0,54
Фенилаланин + тирозин	84	92	44	38	0,48	2,41	0,59	3,2

$AC_n, \%$, $AC_k, \%$ – аминокислотный скор i -незаменимой аминокислоты для белков пшеничной и комбинированной муки соответственно;

ΔPAC_n^* , ΔPAC_k^* – разность между значением аминокислотного сора i -незаменимой аминокислоты и аминокислотным скором первой лимитирующей аминокислоты для белков пшеничной и комбинированной муки соответственно;

K_n , K_k – коэффициент утилитарности белков пшеничной и комбинированной муки.

При разработке рецептуры мучного кондитерского изделия (МКИ) на основе комбинированной пшенично-амарантовой муки в качестве контрольной использовали рецептуру кекса «Творожный с изюмом» (рецептура № 449 сборника [23]). Провели замену ингредиентов рецептуры: плодами черноплодной рябины – аронии заменили изюм, а также взяли обезжиренный творог вместо 18%. В табл. 3 представлена рецептура разработанного изделия «Маффины с применением амарантовой муки». Маффины выпекались по классической технологии.

Таблица 3. Рецептúra изделия «Маффины с применением амарантовой муки»
Table 3. Recipe of the product "Muffins with the use of amaranth flour"

Наименование сырья и полуфабрикатов	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг готовых изделий, г	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	1942,4	1660,8
Мука амарантовая высшего сорта	95,5	486,7	464,8
Сахар-песок	99,85	2468,0	2464,3
Масло сливочное	84,00	1305,0	1096,2
Меланж	27,00	1397,0	377,2
Плоды аронии	80,00	1960,0	1568,0
Творог обезжиренный	35	2175,0	761,3
Пудра рафинадная	99,85	102,0	101,8
Натрий двууглекислый	50	9,6	4,8
Аммоний углекислый	0,00	15,7	0,0
Итого	-	11861,4	8499,2
Выход	79	10000	7900

Результаты определения нормируемых органолептических и физико-химических показателей в соответствии с ГОСТ 15052-2014. Кексы. Общие технические условия – представлены в табл. 4–5.

Таблица 4. Физико-химические показатели изделия «Маффины с применением амарантовой муки» в соответствии с ГОСТ 15052-2014
Table 4. Physico-chemical parameters of the product "Muffins with the use of amaranth flour" in accordance with GOST 15052-2014

Наименование показателя	Значение показателя по ГОСТ 15052-2014	Измеренное значение показателя
Массовая доля влаги, %	19,00 ± 3,0	18,0
Массовая доля жира, %	13 ± 3	10,2
Плотность, г/см ³	55 ± 2	54,0
Щелочность, в градусах,	1,5 ± 0,3	1,3
Массовая доля золы, %	0,2 ± 0,05	0,2
Массовая доля начинки, %,	15 ± 3	18

Экспериментально определено, что значения физико-химических показателей изделий «Маффины с применением амарантовой муки» соответствуют требованиям ГОСТ 15052-2014 Кексы. Общие технические условия (табл. 4). По органолептическим показателям разработанных изделий также зарегистрировано соответствие регламентируемым значениям (табл. 5). Проведенный дегустационный анализ позволил положительно оценить органолептические характеристики разработанного изделия.

Таблица 5. Органолептические показатели изделия
«Маффины с применением амарантовой муки»

Table 5. Organoleptic characteristics of the product "Muffins with the use of amaranth flour"

Наименование показателя	Характеристика показателя
Вкус и запах	Изделия со сладким вкусом и характерным ореховым ароматом амаранта и плодов аронии, без посторонних привкусов и запахов
Поверхность	Верхняя – выпуклая, с характерными трещинами, различными видами отделки или без нее, с наличием явно выраженной боковой поверхности. Поверхность маффинов посыпана сахарной пудрой. Не имеет оголенных мест, вздутий. Намокание поверхности после обсыпки сахарной пудрой отсутствует. На нижней и боковой поверхностях наличие пустот, подгорелостей, разрывов и неровностей отсутствует
Вид в изломе	Маффины с начинкой имеют менее развитую пористость и более влажный мякиш в местах, соприкасающихся с начинкой. Начинка – плоды аронии равномерно распределены по всему объему мякиша кексов
Структура	Мягкая, связанная, разрыхленная, пористая, без пустот и уплотнений
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью. Нижняя и боковые поверхности ровные, без пустот и раковин

Определена пищевая и энергетическая ценность изделия: в 100 г содержание белков составило 8 г, жиров – 11 г, углеводов – 38 г. Изделие имеет пониженную калорийность (283 ккал/100 г) по сравнению с калорийностью контрольного кекса «Творожный с изюмом», имеющего 406 ккал/100 г. Энергетическую ценность удалось снизить как заменой жирности творога, так и заменой изюма (299 ккал/100 г) на плоды аронии (55 ккал/100 г) [25]. В разработанном изделии улучшен аминокислотный профиль муки за счет введения амаранта, а в составе изделия увеличено содержание пищевых волокон, витаминов, минералов, полифенолов, благодаря вводимому растительному сырью.

Таким образом, проведенное исследование отражает потенциальную возможность использования ценного нетрадиционного сырья – амаранта и муки из него – для производства мучных кондитерских изделий с повышенной пищевой и биологической ценностью и пониженной калорийностью.

Выводы и дискуссионные вопросы.

1. Определено содержание основных пищевых компонентов в составе амарантовой муки торговой марки С. Пудовъ. Показано, что данная культура содержит основные пищевые вещества – белки (16,2 г/100 г), углеводы (61 г/100 г), жиры (5,0 г/100 г), а также биофлавоноиды (0,91 мг/100 г) – полифенольные вещества с высокой антиоксидантной активностью, витамины, минералы и такие уникальные биологически активные соединения, как сквален и халконы, способные повысить биологическую ценность изделий с добавками данного нетрадиционного сырья.

2. Методом УФ- и видимой спектроскопии показано, что в составе экстрактивных веществ водного и спиртового извлечений содержатся водорастворимые белки, фотоактивных белковые пигмент-ферментные комплексы, простые фенольные соединения и халконы, являющиеся полифенолами (биофлавоноидами).

3. Исследование подъемной силы дрожжей показало, что для обеспечения формирования пористой структуры выпекаемых изделий целесообразно вводить амарантовую муку в соотношении пшеничная мука : амарантовая мука – 80 : 20.

4. Определен аминокислотный скор белков комбинированной (80/20) пшенично-амарантовой муки в сравнении с таковым для белков пшеничной муки и коэффициентов утилитарности данных белков. Показано, что биологическая ценность белков комбинированной муки составляет 71,5%, что на 10% превышает значение этого показателя для белков пшеничной муки, а коэффициент утилитарности аминокислотного состава белков комбинированной муки превышает на 14 % значение аналогичного показателя для белков пшеничной муки.

5. Предложена рецептура изделия «Маффины с применением амарантовой муки». Зарегистрировано соответствие органолептических и физико-химических характеристик изделия регламентируемым показателям ГОСТ 15052-2014. Кексы. Проведенная дегустационная оценка показала хорошие потребительские свойства разработанного изделия.

6. Определена пищевая и энергетическая ценность изделия: в 100 г содержание белков составило 8 г, жиров – 11 г, углеводов – 38 г. Изделие имеет пониженную калорийность по сравнению с калорийностью контрольного кекса «Творожный с изюмом». Энергетическая ценность по сравнению с контролем снижена на 123 ккал.

Библиографический список

1. Теоретические предпосылки управления технологией мучных кондитерских изделий и их практическая реализация [Текст] / Т. В. Герасимов, М. А. Талейник, Н. А. Щербакова, И. М. Святославова // Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т. 80, № 2. – С. 64-67. DOI: 10.20914/2310-1202-2018-2-64-67.

2. Tonna, A. A. Special Issue: Properties and Processing Process of Flour Products [Text] / A. A. Tonna, I. O. J. Afam // Processes. – 2022. – No. 10(11). – P. 2450. DOI: 10.3390/pr10112450.

3. Разработка рецептуры и медико-биологическая оценка хлебобулочных изделий с добавкой нетрадиционного растительного сырья [Текст] / В. С. Куценкова, Н. В. Неповинных, Н. П. Лямина, В. Н. Сенчихин // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 1. – С. 23–31. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-23-31.

4. Studying consumer properties of the developed cupcakes using non-traditional raw materials [Text] / K. Kovalchuk, H. Ozimok, R. Mariychuk [et. al] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – No. 4/11 (100). – Pp. 36-45.

5. Prospects for use of new sources of dietary fibers in the technology of flour confectionery products [Text] / O. Samokhvalova, S. Oliinyk, K. Kasabova [et. al] // BIO Web of Conferences. – 2021. – No. 30, 01017. – Pp. 1-4. DOI: 10.1051/bioconf/20213001017.

6. Козубаева, Л. А. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий [Текст] / Л. А. Козубаева, С. С. Кузьмина // Ползуновский вестник. – 2022. – Т. 1, № 4. – С. 57-67. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.007.

7. Перспективы использования амарантовой муки в хлебопечении [Текст] / Н. А. Шмалько, Н. А. Дроздовская, И. А. Чалова, Н. Л. Ромашко // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 1. – С. 23-26.

8. Масалова, В. В. Перспективы использования безглютенового растительного сырья в производстве пищевых продуктов для диетического и профилактического питания [Текст] / В. В. Масалова, Н. П. Оботурова // Пищевая промышленность. – 2016. – № 3. – С. 16-20.

9. Чугунова, О. В. Теоретическое и практическое обоснование ингредиентного состава для производства безглютенового бисквитного полуфабриката [Текст] / О. В. Чугунова, Д. С. Мысаков // Индустрия питания. – 2016. – № 1(1). – С. 25-32.
10. Аширова, Н. Н. Применение бесклеяковинных видов муки для разработки и изучения показателей качества новых блюд [Текст] / Н. Н. Аширова // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 1(112). – С. 79-84.
11. Assessment of amaranth flour utilization in cookies production and quality [Text] / S. Man, A. Paucean, S. Muste [et. al] // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. – 2017. – No. 23(2). – Pp. 97-103.
12. Shyam, S. R. Standardization of Cakes by using Different Levels of Amaranth Flour and its Acceptability [Text] / S. R. Shyam, R. S. Raghuvanshi // International Journal of Science and Research. – 2015. – No. 4(6). – Pp. 2013–2015.
13. Gallagher, E. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products [Text] / E. Gallagher, T. R. Gormley, E. K. Arendt // Trends in Food Science & Technology. – 2004. – No. 15. – Pp. 143-152. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.09.012.
14. Амарантовая мука: характеристика, сравнительный анализ, возможности применения [Текст] / И. М. Жаркова, Л. А. Мирошниченко, А. А. Звягин, И. А. Бавыкина // Вопросы питания – 2014. – Т. 83, № 1.– С. 67-73.
15. Исследование хлебопекарных свойств амарантовой муки [Текст] / Е. В. Вознюк, О. Б. Иванченко, М. Л. Доморощенко, Р. Э. Хабибуллин // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 22. – С. 150-153.
16. Шмалько, Н. А. Сравнительный анализ белково-протеиназного комплекса хлебопекарной пшеничной и амарантовой муки [Электронный ресурс] / Н. А. Шмалько // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – Т. 21, № 2. – URL: https://www.fptt.ru/upload/journals/fptt/2011_21_2/20.pdf.
17. Tripathi, P. Assessment of functional properties of amaranth seed flour [Text] / P. Tripathi, R. Mogra, R. K. Meena // International Journal of Chemical Studies. – 2019. – Vol. 7(6). – Pp. 1353-1356.
18. Mucciarelli, S. I. Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranthus cruentus* flour and its protein concentrate [Text] / S. I. Mucciarelli // Plant Foods for Human Nutrition. – 2004. – No. 59. – Pp. 15-21.
19. Coțovanu, I. Amaranth influence on wheat flour dough rheology: optimal particle size and amount of flour replacement [Text] / I. Coțovanu, G. Stoescu, S. Mironeasa // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. – 2020. – No. 10(3). – Pp. 366-373. DOI: 10.15414/jmbfs.2020.10.3.366-373.
20. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value [Text] / J. M. Sanz-Penella, M. Wronkowska, M. Soral-Smietana, M. Haros // LWT – Food Science Technology. – 2013. – No. 50(2). – Pp. 679-685.
21. Наймушина, Л. В. Современные методы исследований свойств продовольственного сырья, пищевых макро- и микроингредиентов, технологических добавок и пищевой продукции [Текст] / Л. В. Наймушина, И. Д. Зыкова; Сибирский федеральный университет. – Красноярск: СФУ, 2023. – 116 с.
22. Соколова, Т. Н. Определение показателей биологической ценности продуктов питания расчетным методом [Текст] / Т. Н. Соколова, В. М. Прохоров, В. П. Карташов. – Нижний Новгород : Новг. гос. техн. ун-т, 2015. – 17 с.
23. Павлов, А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания [Текст] / А. В. Павлов. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1998. – 294 с.
24. Племенков, В. В. Химия изопреноидов [Текст] / В. В. Племенков. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2007. – 322 с.

25. Разработка обогащенных десертов-трайфлов с применением ягодного сырья культуры *Aronia Mitschurini* [Текст] / Д. В. Коваленко, Л. В. Наймушина, И. Д. Зыкова, Н. М. Микова // *Материалы XVIII Междун. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной междун. году фундаментальных наук в интересах устойчивого развития.* – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022. – С. 103-105.

References

1. Gerasimov, T. V., Talejsnik, M. A., Shcherbakova, N. A., Svyatoslavova, I. M. (2018). Theoretical background the control technology of flour confectionery products and their practical implementation. *Proceedings of VSUET*, 80(2), 64-67.
2. Tonna, A. A., Afam, I. O. J. (2022). Special Issue: Properties and Processing Process of Flour Products. *Processes*, 10 (11), 2450. DOI: 10.3390/pr10112450.
3. Kucenkova, V. S., Nepovinyh, N. V., Lyamina, N. P., Senchihin, V. N. (2019). Formulation development and biomedical evaluation of bakery products with the addition of non-traditional vegetable raw materials. *Equipment and technology of food production*, 49(1), 23-31.
4. Kovalchuk, K., Ozimok, H., Mariychuk, R., Gyrka, O., Bodak M., et. al. (2019). Studying consumer properties of the developed cupcakes using non-traditional raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4/11 (100), 36-45.
5. Samokhvalova, O., Oliinyk, S., Kasabova, K., Stepankova, G., Bolkhovitina, O. (2021). Prospects for use of new sources of dietary fibers in the technology of flour confectionery products. *BIO Web of Conferences*. 30, 01017, 1-4. DOI: 10.1051/bioconf/20213001017.
6. Kozubaeva, L. A., Kuz'mina, S. S. (2022). Modern trends in the formation of an assortment of gluten-free flour confectionery products. *Polzunovsky Bulletin*, 1(4), 57-67.
7. Shmal'ko, N. A., Drozdovskaya, N. A., Chalova, I. A., Romashko, N. L. (2009). Prospects for the use of amaranth flour in baking. *Equipment and technology of food production*, 1, 23-26.
8. Masalova, V. V., Oboturova, N. P. (2016). Prospects for the use of gluten-free plant raw materials in the production of food products for dietary and preventive nutrition. *Food industry*, 3, 16-20.
9. Chugunova, O. V., Mysakov, D. S. (2016). Theoretical and practical justification of the ingredient composition for the production of gluten-free biscuit semi-finished product. *Food Industry*, 1(1), 25-32.
10. Ashirova, N. N. (2016). The use of gluten-free types of flour for the development and study of quality indicators of new dishes. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 1(112), 79-84.
11. Man, S, Paucean, A., Muste, S., Chis, M.-S., Pop, A., Calian I.-D (2017). Assessment of amaranth flour utilization in cookies production and quality // *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 23(2), 97-103.
12. Shyam, S. R., Raghuvanshi, R. S. (2015). Standardization of Cakes by using Different Levels of Amaranth Flour and its Acceptability. *International Journal of Science and Research*, 4(6), 2013-2015.
13. Gallagher, E., Gormley, T. R., Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15, 143-152. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.09.012.
14. Zharkova, I. M., Miroshnichenko, L. A., Zvyagin, A. A., Bavykina, I. A. (2014). Amaranth flour: characteristics, comparative analysis, application possibilities. *Nutrition issues*, 83 (1), 67-73.

15. Voznyuk, E. V, Ivanchenko, O. B., Domoroshchenkova, M. L., Habibullin, R. E. (2016). Research of baking properties of amaranth flour. Bulletin of the Technological University, 19(22), 150-153.
16. Shmal'ko, N. A. (2011). Comparative analysis of the protein-proteinase complex of baking wheat and amaranth flour. Equipment and technology of food production, 21 (2). [Electronic source] URL: https://www.fptt.ru/upload/journals/fptt/2011_21_2/20.pdf.
17. Tripathi, P., Mogra R., Meena, R. K. (2019). Assessment of functional properties of amaranth seed flour. International Journal of Chemical Studies, 7(6), 1353-1356.
18. Mucciarelli, S. I. (2004). Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranthus cruentus* flour and its protein concentrate. Plant Foods for Human Nutrition, 59, 15-21.
19. Coțovanu, I., Stoenescu, G., Mironeasa, S. (2020). Amaranth influence on wheat flour dough rheology: optimal particle size and amount of flour replacement. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 10(3), 366-373. DOI: 10.15414/jmbfs.2020.10.3.366-373.
20. Sanz-Penella, J. M, Wronkowska M., Soral-Smietana, M., Haros, M. (2013). Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. LWT – Food Science Technology, 50(2), 679-685.
21. Naimushina, L. V., Zykova, I. D. (2023). Modern methods of research of properties of food raw materials, food macro- and micro-ingredients, technological additives and food products. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 116.
22. Sokolova, T. N., Prohorov, V. M., Kartashov, V. P. (2015). Determination of indicators of the biological value of food by the calculation method. Nizhnij Novgorod : Novgorod State Technical University, 17.
23. Pavlov, A.V. (1998). Collection of recipes for flour confectionery and bakery products for public catering establishments. Saint-Petersburg : Gidrometeoizdat, 294.
24. Plemenkov, V. V. (2007). The Chemistry of Isoprenoid: study guide. Barnaul: Publisher Altai University, 322.
25. Kovalenko, D. V., Najmushina, L. V., Zykova, I. D., Mikova N. M. (2022). Development of enriched desserts-trifles using berry raw materials of *Aronia Mitschurinii* culture. In: Processing of the XVIII Intern. conference of Students, Postgraduates and Young scientists dedicated to the International the Year of Fundamental Sciences in the interests of sustainable development (April, 26-28, 2022). Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 103-105.