

УДК 664.66.022.3

Поступила в редакцию 07.08.2018
Received 07.08.2018**А.С. Кучер¹, Т.П. Троцкая¹, С.С. Ануфрик², С.Н. Анучин²**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*²*Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМАРАНТОВОЙ МУКИ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: Во введении обоснована целесообразность использования амарантовой муки в технологии производства хлебобулочных изделий с целью улучшения их показателей качества и совершенствования химического состава. В разделе «Материалы и методы исследований» представлена нормативная документация, на основании которой устанавливались конкретные свойства образцов хлеба. В основной части представлены результаты исследования влияния введения амарантовой муки в рецептуры двух видов традиционных хлебов – пшеничного и пшенично-ржаного. В изделиях осуществляли замену муки на амарантовую в количествах 5, 10, 15, 20, 25 и 30 %. Представлены и проанализированы результаты оценки органолептических и физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий. Результаты дегустации представлены в виде профилограмм органолептических показателей качества хлебов, приготовленных с добавлением амарантовой муки. Установлено, что предпочтительно введение амарантовой муки в хлеб пшенично-ржаной, поскольку пшеничные изделия с амарантом характеризуются низкими потребительскими свойствами (внешний вид, состояние мякиша и корки, пористость). Показано, что хлеб с амарантовой мукой имеет более высокую массовую долю минеральных веществ по сравнению с контрольными образцами. Определен оптимальный уровень замещения смеси муки пшеничной и ржаной на амарантовую, равный 15 %, при котором достигаются наилучшие характеристики продукта. Описана технологическая схема производства хлебобулочного изделия с амарантовой мукой, включающая соединение всех рецептурных ингредиентов, приготовление теста безопасным способом, его разделку, формование и расстойку полуфабрикатов, выпечку и охлаждение изделий. В заключение выявлена практическая значимость проделанной работы.

Ключевые слова: амарантовая мука, хлеб пшеничный, хлеб пшенично-ржаной, органолептическая оценка, физико-химические показатели, минеральные вещества

A.S. Kucher¹, T.P. Trotskaya¹, S.S. Anufrik², S.N. Anuchin²¹*Scientific-Practical Center for Foodstuffs of NAS of Belarus, RUE, Minsk, Republic of Belarus;*²*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus*

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF AMARANTHIC FLOUR ON THE QUALITY OF BAKERY PRODUCTS

Annotation: The introduction presents expediency of using amaranth flour in the technology of bakery products is justified with the aim of improving their quality indicators and improving the chemical composition. In the section “Materials and methods of research” the regulatory documentation is presented, on the basis of which specific properties of bread samples were established. The main part presents the results of the study of the effect of introducing amaranth flour in the formulations of two types of traditional bread - wheat and wheat-rye. In the products, the flour was changed to amaranth flour in quantities of 5, 10, 15, 20, 25 and 30 %. The results of the evaluation of organoleptic and physicochemical indicators of the quality of bakery products are presented and analyzed. The results of the tasting are presented in the form of profilograms of organoleptic indicators of the quality of bread prepared with the addition of amaranth flour. It has been established that it

is preferable to introduce amaranth flour into wheat-rye bread, since wheat products with amaranth are characterized by low consumer properties (appearance, crumb condition and crust, porosity). It is shown that bread with amaranth flour has a higher mass fraction of mineral substances in comparison with the control samples. The optimum level of substitution of a mixture of wheat – rye flour for amaranth flour is determined equal to 15 %, at which the best characteristics of the product are achieved. A technological scheme for the production of a bakery product with amaranth flour is described, which includes the combination of all the formulation ingredients, the preparation of the dough by a no-break method, its cutting, shaping and proofing of semi-finished products, baking and cooling of products. In conclusion, the practical significance of the work done is revealed.

Keywords: amaranth flour, wheat bread, wheat-rye bread, organoleptic evaluation, physicochemical parameters, mineral substances

Введение. В настоящее время в рационах питания населения наблюдается дефицит пищевых волокон, витаминов, микро- и макроэлементов, а также избыток потребления животных жиров и углеводов. В решении данной проблемы значительное влияние может оказать хлебопекарная промышленность, поскольку хлебобулочные изделия являются одними из широко потребляемых продуктов в мире, что обусловлено их доступностью и невысокой стоимостью. Продукты этой группы – источники энергии, растительного белка, пищевых волокон, витаминов, микро- и макроэлементов. Однако следует отметить, что усвояемость хлеба человеческим организмом зависит от ряда факторов: химический состав (содержание неперевариваемых веществ и микронутриентов), качество используемого сырья, физические свойства продукта (например, пористость мякиша).

Одним из способов повышения качества хлебобулочных изделий и совершенствования структуры питания белорусского населения является использование нетрадиционных видов сырья, содержащих сбалансированный комплекс нутриентов и обладающих высокими питательными и вкусовыми достоинствами. Введение нетрадиционных компонентов в рецептуру хлебобулочных изделий может способствовать совершенствованию качественного и количественного состава рациона питания человека и тем самым эффективно решать проблему профилактики различных заболеваний, улучшения трудоспособности и состояния здоровья людей.

Основным сырьем для производства хлеба является мука, дрожжи, соль и вода. Поэтому химический состав и свойства хлеба напрямую зависят от вида используемой муки. В хлебопечении наибольшей популярностью пользуются пшеничная и ржаная мука. Однако хлеба на их основе не всегда имеют оптимальный состав микронутриентов. Уникальными пищевыми свойствами характеризуется амарантовая мука.

Амарант – однолетнее растение семейства Амарантовых, рода Амарант (*Amaranthus*), привлекающее внимание в качестве пищевой, кормовой, технической и декоративной культуры. Главное превосходство амаранта над другими видами зерновых – высокое содержание незаменимой аминокислоты – лизина (в 2–2,5 раза больше, чем в пшенице и ржи), серосодержащих аминокислот, пищевых волокон, витамина С, кальция, магния и фосфора (табл. 1) [1].

Исследования амаранта, проводившиеся белорусскими и зарубежными учеными, указывают на перспективность его использования в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, актуальность переработки семян амаранта с целью получения жирных кислот, полисахаридов, пищевых волокон и белковых продуктов из амаранта [2, 3]. Однако, несмотря на явные достоинства этого растения, оно находится еще на пути своего утверждения в качестве пищевого продукта. Так, например, физические свойства муки амаранта имеют значительные отличия от традиционных видов муки. Крахмал, составляющий основную массу амарантовой муки, имеет чрезвычайно мелкие гранулы (средний диаметр 1 мкм) и высокую водопоглощающую способность [4, 5], что влияет на качество хлебов и, соответственно, ограничивает ее использование в хлебопечении.

Цель – исследование влияния замены традиционных видов муки на амарантовую на качество хлебобулочных изделий.

Материалы и методы исследований. Для пробной выпечки хлеба использовали следующее сырье: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта по ГОСТ 27669-88; мука хлебопекарная ржаная обдирная по ГОСТ 7045-90; мука амарантовая по ТУ 9293-006-18932477-2004; вода питьевая по СТБ 1188-99, СанПиН 10-124 РБ 99; дрожжи хлебопекарные быстродействующие по ГОСТ 28483-2015; соль поваренная пищевая по СТБ 1828-2008; масло растительное по ГОСТ 1129-93 [6–14].

Таблица 1. Химический состав различных видов муки
Table 1. Chemical composition of various types of flour

Наименование нутриента	Содержание нутриентов в 100 г продукта		
	амарантовая мука	пшеничная мука	ржаная мука
Белки	13,56 г	13,00 г	9,90 г
Жиры	7,02 г	2,50 г	2,20 г
Углеводы	58,55 г	57,50 г	55,80 г
Пищевые волокна	6,7 г	11,30 г	16,40 г
Аргинин	1,06 г	0,63 г	0,52 г
Валин	0,68 г	0,58 г	0,46 г
Гистидин	0,39 г	0,28 г	0,20 г
Изолейцин	0,58 г	0,52 г	0,36 г
Лейцин	0,88 г	0,97 г	0,62 г
Лизин	0,75 г	0,34 г	0,37 г
Метионин	0,23 г	0,18 г	0,15 г
Треонин	0,56 г	0,37 г	0,30 г
Триптофан	0,18 г	0,14 г	0,13 г
Фениланин	0,54 г	0,62 г	0,45 г
Витамин В ₁ (тиамин)	0,12 мг	0,37 мг	0,44 мг
Витамин В ₂ (рибофлавин)	0,20 мг	0,10 мг	0,20 мг
Витамин В ₃ (пантотеновая кислота)	1,46 мг	1,20 мг	1,00 мг
Витамин В ₆ (пиридоксин)	0,59 мг	0,60 мг	0,41 мг
Витамин В ₉ (фолаты)	82,00 мкг	46,00 мкг	55,00 мкг
Витамин РР (ниацин)	0,92 мг	4,90 мг	1,30 мг
Витамин Е (токоферол)	1,19 мг	3,40 мг	2,80 мг
Витамин С (аскорбиновая кислота)	4,20 мг	0 мг	0 мг
Калий	508,00 мг	325,00 мг	424,00 мг
Кальций	159,00 мг	62,00 мг	59,00 мг
Магний	248,00 мг	114,00 мг	120,00 мг
Натрий	4,00 мг	8,00 мг	4,00 мг
Фосфор	557,00 мг	368,00 мг	366,00 мг
Железо	7,61 мг	5,30 мг	5,40 мг
Селен	18,70 мкг	0 мкг	25,80 мкг

Качество хлебобулочных изделий оценивали по внешнему виду (форме, состоянию поверхности), цвету (окраске корки), характеру пористости (крупности и равномерности пор, толщине стенок пор), физико-механическим свойствам мякиша (сопротивлению мякиша нажиму пальцев рук), цвету мякиша, запаху, вкусу, разжевываемости.

Комплексную оценку качества хлебобулочных изделий определяли по органолептическим показателям при помощи универсальной системы, для которой используется 5-ти балльная шкала: 5 – отличное качество, 4 – хорошее, 3 – вполне удовлетворительное, 2 – удовлетворительное, 1 – неудовлетворительное.

Определение физико-химических показателей хлебобулочных изделий из пшеничной и смеси пшеничной и ржаной муки массой более 200 г проводили не ранее, чем через 3 ч после выемки из печи. Определение влажности мякиша – по ГОСТ 21094-75 [15]. Определение кислотности мякиша – по ГОСТ 5670-96 [16]. Определение пористости – по ГОСТ 5669-96 [17].

Определение плесневения хлеба осуществляли органолептическим методом. После выпечки хлеб охлаждали в течение 1,5–2,0 ч до температуры 18–22 °С, помещали в прозрачные полиэтиленовые пакеты и оставляли в термостате с температурой 24 °С. Образцы хлеба осматривали, не вынимая из пакетов, через 3, 4, 5, 6 и последующие сутки до появления роста видимых колоний плесневых грибов. После появления видимого роста плесеней фиксировали время с точностью до суток [18].

Количественное содержание микроэлементов в исследуемых образцах определяли при помощи рентгено-флуоресцентного метода, позволяющего получать данные о массовой доле 30 элементов в образце без предварительной сложной и длительной пробоподготовки, по ГОСТ 22261-82 [19].

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследований было изучено влияние амарантовой муки на органолептические и физико-химические свойства полученных образцов хлебобулочных изделий и установлена оптимальная дозировка обогащающего компонента.

Для внесения амарантовой муки были выбраны следующие виды хлеба: хлеб серый (пшенично-ржаной) и хлеб из пшеничной муки – рецептуры 474 и 475а Сборника технологических карт кондитерских и булочных изделий [20], соответственно.

При замесе хлеба пшеничного и ржано-пшеничного производили замену муки на амарантовую в количестве 5, 10, 15, 20, 25 и 30 % от массы пшеничной и смеси ржаной и пшеничной муки, соответственно. Во время проведения опыта вели наблюдение за процессом производства: фиксировали температура и время брожения, расстойки, выпечки теста, оценивали внешний вид продукта. После экспериментальной выпечки осуществляли оценочных показателей качества опытных образцов хлеба.

На начальном этапе качество изделий анализировали методом балловой оценки их органолептических свойств, так как, в первую очередь потребители воспринимают внешний вид изделий. Оценку проводили по пятибалльной шкале с учётом коэффициентов весомости с оценкой органолептических показателей (вкус, цвет, запах, состояние мякиша и внешний вид) от 1 до 5 баллов. Результаты, полученные в ходе дегустации хлебобулочных изделий, представлены на рис. 1 и 2.

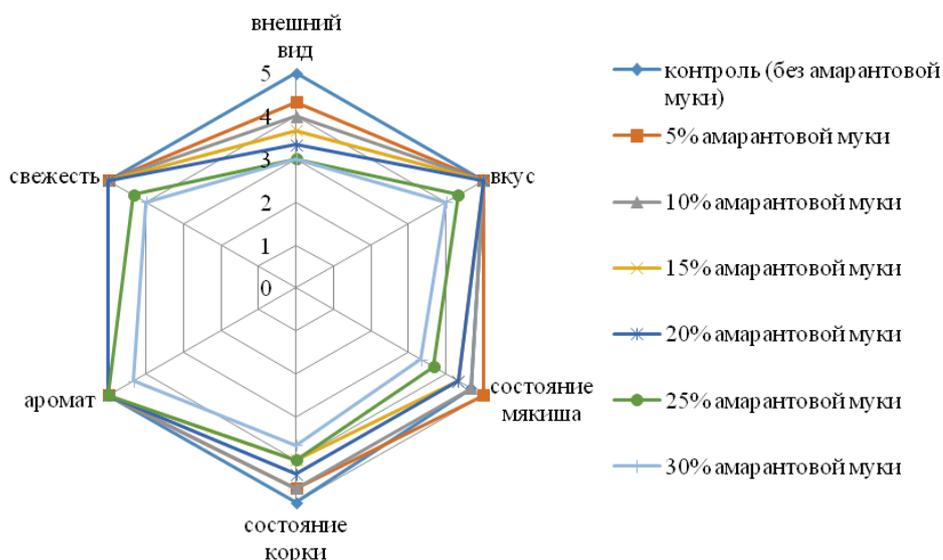


Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей качества хлеба пшеничного, приготовленного с добавлением амарантовой муки

Fig. 1. Profilogram organoleptic indicators of the quality of wheat bread, prepared with the addition of amaranth flour

Контрольные образцы изделий из пшеничной муки характеризовались округлой формой, имели гладкую поверхность с небольшими трещинами, светло-желтую окраску корки и бледную мякиша, мякиш средней мягкости, свойственным данному виду изделий вкусом и запахом. Введение в рецептуру амарантовой муки в количестве 5 и 10 % ухудшало внешний вид хлеба. Изделия имели округлую форму, темную окраску мякиша и корки, равномерную пористость, приятный вкус и запах. Изделия, содержащие в своём составе амарантовую муку в количествах выше 15 %, характеризовались низкими потребительскими свойствами – имели темную нехарактерную для данного вида изделий окраску, поверхность с небольшими надрывами, достаточно плотный мякиш. Кроме того, при увеличении количества амарантовой муки изделия приобретали выраженный ореховый привкус.

Контрольные образцы хлеба серого характеризовались округлой формой, имели гладкую поверхность с небольшими трещинами, светло-коричневую окраску, мякиш средней мягкости, свойственным данному виду изделий вкусом и запахом. Введение амарантовой муки в рецептуру хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки в количествах 5–20 % практически не влияло на органолептические показатели качества хлебобулочных изделий. При добавлении амарантовой муки в количестве 25 и 30 % изделия приобретали более темную равномерную окраску, корка становилась более плотной.

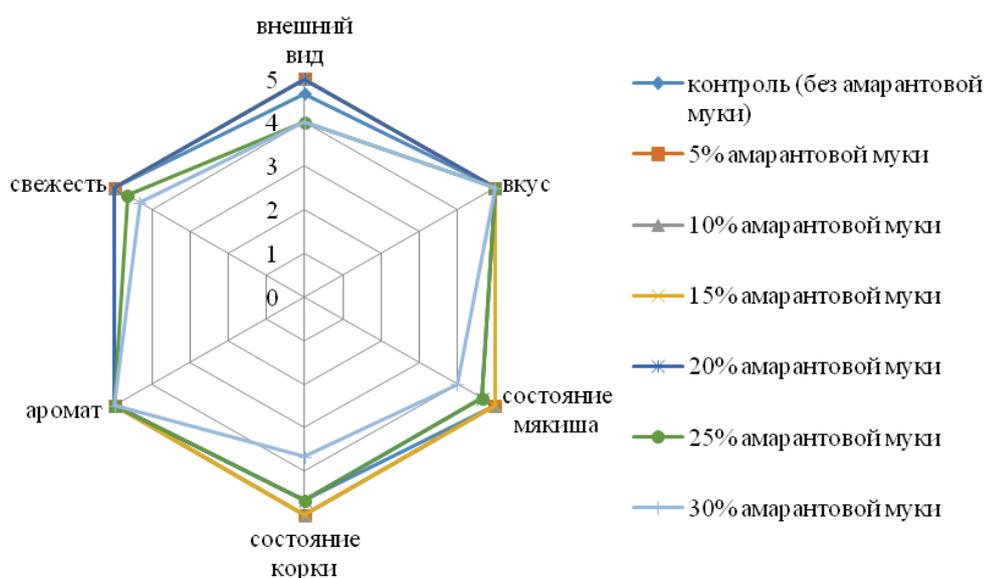


Рис. 2. Профилограмма органолептических показателей качества хлеба серого, приготовленного с добавлением амарантовой муки

Fig. 2. Profilogram of organoleptic indicators of the quality of gray bread, prepared with the addition of amaranth flour

По итогам оценки органолептических показателей качества изделий лидирующую позицию заняли образцы хлеба пшенично-ржаного, содержащие 5–20 % амарантовой муки. При этом стоит отметить, что их высокая общая оценка в большей степени определялась показателем «вкус». Изделия отличались гармоничным и приятным вкусом, характерным для данного вида изделий.

При оценке физико-химических показателей (табл. 2, табл. 3) установлено, что по мере увеличения количества вносимой амарантовой муки от 20% наблюдалось снижение пористости мякиша хлеба – на 1,2–3,4 %. Наибольшее изменение этого показателя отмечалось при максимальном внесении муки амарантовой. Влажность, кислотность и формоустойчивость мякиша во всех пробах образцах практически не изменялись.

Т а б л и ц а 2. Физико-химические показатели качества образцов хлеба пшенично-ржаного, содержащих амарантовую муку

Table 2. Physicochemical quality indicators of samples of wheat-rye bread containing amaranth flour

Показатель	Содержание амарантовой муки (в % к массе смеси ржаной и пшеничной муки)						
	контроль	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Влажность мякиша, %	45,5±0,1	46,9±0,3	47,0±0,5	45,9±0,6	45,2±0,3	46,0±0,1	45,0±0,1
Кислотность мякиша, град	8,0±0,1	7,0±0,1	7,0±0,1	9,0±0,1	8,0±0,1	9,0±0,1	9,0±0,1
Пористость, %	42,2±0,3	42,3±0,4	41,0±0,6	46,3±0,3	40,4±0,5	40,9±0,8	40,4±0,4

Т а б л и ц а 3. Физико-химические показатели качества образцов хлеба пшеничного, содержащих амарантовую муку

Table 3. Physicochemical quality indicators of samples of wheat bread containing amaranth flour

Показатель	Содержание амарантовой муки (в % к массе пшеничной муки)						
	контроль	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Влажность мякиша, %	42,7±0,9	43,1±0,3	42,4±0,4	42,9±0,6	42,9±0,8	42,2±0,8	42,4±0,1
Кислотность мякиша, град	3,0±0,2	3,0±0,1	3,0±0,1	3,0±0,2	3,0±0,1	3,0±0,2	3,0±0,2
Пористость, %	65,8±0,7	65,6±0,5	64,5±0,2	64,0±0,2	63,0±0,2	62,4±0,2	60,5±0,2

Результаты оценки плесневения хлеба показали, что увеличение концентрации амарантовой муки в хлебе пшеничном и хлебе пшенично-ржаном замедляет рост плесневых грибов. Данный факт свидетельствует о том, что внесение амарантовой муки в изделия может способствовать замедлению процесса ретроградации крахмала и комплекса альфа-амилаз и тем самым увеличить сроки хранения продукта.

Результаты рентгено-флуорисцентного анализа свидетельствуют о возрастании содержания минералов в изделиях с ростом дозировки амарантовой муки (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Содержание минеральных веществ в образцах хлеба
Table 4. Mineral content in bread samples

Содержание амарантовой муки	Содержание минеральных веществ, мкг/г продукта						
	Кальций	Медь	Селен	Марганец	Калий	Железо	Цинк
Хлеб пшеничный							
контроль	136,0±19,0	3,0±0,7	0,15±0,03	2,2±0,7	509,0±41,2	17,3±1,5	10,9±01,0
5 %	160,7±19,9	3,1±0,7	0,30±0,04	3,3±0,9	518,7±42,4	19,1±1,7	12,6±1,1
10%	161,7±20,3	4,8±0,9	0,73±0,66	4,3±1,1	577,9±45,6	23,6±1,8	13,2±1,1
15 %	179,5±23,0	5,6±1,1	0,81±0,07	4,6±1,2	574,6±47,9	31,9±2,3	13,3±0,2
20 %	370,3±33,7	7,5±1,1	1,19±0,09	7,3±1,5	1064,3±66,5	53,2±3,0	18,2±1,4
25 %	408,9±36,6	7,6±1,3	1,40±0,10	11,3±1,9	1364,9±77,7	80,7±3,8	23,8±1,7
30%	128,4±21,0	2,4±0,7	0,97±0,08	2,7±0,9	601,0±52,9	28,4±0,7	10,9±1,2
Хлеб серый							
контроль	175,9±20,4	3,3±0,7	0,48±0,06	6,3±1,2	768,7±49,5	28,3±2,2	25,0±1,5
5 %	217,6±24,8	4,4±0,9	1,32±0,09	6,5±1,4	1107,1±65,1	29,2±2,2	29,1±1,7
10%	293,5±32,6	6,7±1,4	1,23±0,09	9,1±1,8	1185,1±73,9	31,7±2,5	31,8±1,9
15 %	316,3±32,8	7,0±1,3	1,48±0,12	9,2±2,0	1406,1±79,3	31,8±2,8	31,8±2,0
20 %	363,3±34,7	11,8±1,6	1,60±0,11	10,7±1,9	1570,6±87,7	52,5±3,1	34,7±2,3
25 %	389,8±41,2	18,7±2,1	1,64±0,11	10,9±1,9	1557,0±95,7	52,8±3,3	42,5±2,3
30%	156,4±21,9	4,3±0,9	0,35±0,04	5,4±1,3	620,6±50,6	25,5±1,8	17,2±1,4

На основании проведенных исследований можно сказать, что пшенично-ржаной хлеб обладает лучшими свойствами, соответствующими требуемому уровню качеств, по сравнению с пшеничными изделиями. Поэтому представляется целесообразным замена 15 % муки пшеничной и ржаной на амарантовую добавку. При такой дозировке достигаются оптимальные характеристики показателей качества хлебобулочных изделий. При этом внесение амарантовой муки в хлебобулочные изделия существенно не влияет на технологические схемы производства, что позволяет производить обогащенные продукты, как на предприятиях малой мощности, так и на крупных хлебозаводах. Технологическая схема производства включает следующие этапы:

1. Подготовка сырья. Подготовка сырья осуществляется в соответствии со «Сборником технологических карт кондитерских и булочных изделий» [20].

2. Приготовление теста. Замес теста осуществлялся вручную. В промаркированную емкость вводились рецептурные ингредиенты, взвешенные на поверенных и клейменных весах. Амарантовая мука вводилась одновременно с пшеничной и ржаной мукой. Замес теста длится 5–10 мин. Замешанное тесто с начальной температурой $30 \pm 2^\circ\text{C}$ и влажностью $45 \pm 3\%$ бродит в течение 30–40 мин.

3. Разделка теста. Выброженное тесто делят на куски массой 720 г с учётом упека и усушки и подвергают формованию.

4. Расстойка и выпечка тестовых заготовок. Расстойку тестовых заготовок осуществляют в течение 35–45 мин при температуре 35–40 °С. Расстоявшиеся тестовые заготовки выпекают в жарочном шкафу в течение 35–40 мин при температуре 200–220 °С.

5. Охлаждение. Охлаждение выпеченных изделий проводят при температуре 18–25 °С, относительная влажность воздуха 65–70 %.

Выводы. В результате проделанной работы можно говорить о том, что применение амарантовой муки в рецептуре хлеба пшенично-ржаного, может позволить увеличить пищевую ценность хлебобулочных изделий по дефицитным нутриентам, необходимым в питании человека. Также можно

отметить, что внесение амарантовой муки в рецептуру существенно повышает ценность хлебобулочных изделий по микронутриентам (кальций, медь, селен, марганец, калий, железо, цинк).

Наиболее приближенное к оптимальному сочетание факторов позволило установить количество амарантовой муки в хлебобулочных изделиях, которое должно составлять 15 % от массы смеси ржаной и пшеничной муки.

Результаты исследований дают возможность разработки и внедрения ее в производство пищевой продукции в соответствии с требованиями национальных и международных стандартов. Проведенные исследования актуальны, в первую очередь, для предприятий хлебопекарной отрасли. Теоретические и практические аспекты выполненной работы могут быть использованы в дальнейших исследованиях, направленных на разработку новых видов хлебобулочных изделий функционального назначения.

Список использованных источников

1. IntelMeal: Питайтесь с умом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intelmeal.ru/>. – Дата доступа: 12.03.2018.
2. Алексеева, Е.И. Физико-химическая характеристика сортов амаранта и их генетическая дифференциация. Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – Минск : издательский центр БГУ, 2010 – Т. 5. – № 2. – С. 127–133.
3. Breen W. / Food uses of amaranth grain. Cereal foods world. 1991.36: – С. 426–430.
4. Morita N., Woo-Won Kang, Hamauzu Z., Sugimoto. / Effect of Amaranth Flour on Some Properties of Wheat Dough and Bread. JAppl. Glycosci. 1999.46(1): – С. 23–30.
5. Аюо J. / The effect of amaranth grain flour on the quality of bread. J Food Prop. 2001.4(2): – С. 341–351.
6. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011. – Введ. 01.07.13. – Москва: Мин-во здравоохранения РФ, 2013. – 160 с.
7. Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба: ГОСТ 27669-88. – Введ. 01.07.89. – Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 9 с.
8. Мука ржаная хлебопекарная: ГОСТ 7045-90. – Введ. 01.07.91. – Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 3 с.
9. Мука семян амаранта. Технические условия: ТУ 9293-006-18932477-2004. – Введ. 13.10.04. – Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 8 с.
10. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества: СТБ 1188-99. – Введ. 30.12.99. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2000. – 24 с.
11. Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»: СанПиН 10-124 РБ 99. – Введ. 09.10.99. – Минск : Мин-во здравоохранения РБ, 2000. – 114 с.
12. Дрожжи хлебопекарные сушеные. Технические условия: ГОСТ 28483-2015. – Введ. 01.09.17. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2017. – 20 с.
13. Соль каменная поваренная пищевая. Технические условия: СТБ 1828-2008. – Введ. 01.05.08. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2008. – 26 с.
14. Масло подсолнечное. Технические условия: ГОСТ 1129-93. – Введ. 01.01.96. – Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 18 с.
15. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности: ГОСТ 21094-75. – Введ. 01.07.76. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2016. – 8 с.
16. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности: ГОСТ 5670-96. – Введ. 01.01.98. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2006. – 8 с.

17. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости:ГОСТ 5669-96. – Введ. 01.08.97. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2010. – 4 с.
18. Поландова, Р.Д. Инструкция по предупреждению картофельной болезни хлеба / Р.Д. Поландова, Т.Г. Богатырева, О.А. Сидорова. – Москва : Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, 1998. – 31 с.
19. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия:ГОСТ 22261-82. – Введ. 01.01.96. – Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 30 с.
20. Сборник технологических карт кондитерских и булочных изделий: для торговых объектов общественного питания / М-во торговли Респ. Бела-русь, НИЦ Бел. ассоциации кулинаров; [сост. В.Ф. Ерофеевко и др.]. – Минск: НИЦ-БАК, 2014. – 735 с.

References

1. IntelMeal: Pitaites' sumom [IntelMeal: Eat with the Mind]; [Electronic resource].
2. Alekseeva E.I. Fiziko-khimicheskaia kharakteristika sortov amaranta i ikh geneticheskaiia diffirentsiatsiia [The physical and chemical characteristics of amaranth varieties and their genetic differentiation], 2010, vol. 5, no. 2, pp. 127–133.
3. Breen W. Food uses of amaranth grain [Food uses of amaranth grain], 1991, vol. 39, pp. 426–430.
4. Morita N., Woo-Won Kang, Hamazu Z., Sugimoto. Effect of Amaranth Flour on Some Properties of Wheat Dough and Bread [Effect of Amaranth Flour on Some Properties of Wheat Dough and Bread], 1999, vol. 46, no. 1, pp. 23–30.
5. Ayo J. The effect of amaranth grain flour on the quality of bread [The effect of amaranth grain flour on the quality of bread], 2001, vol. 4, no. 2, pp. 341–351.
6. O bezopasnosti pishhevoj produkcii: TR TS 021/2011 [On the safety of food products: TR TS 021/2011], Moscow, 2013, 160 p.
7. Muka pshenichnaja hlebopekarnaja. Metod probnoj laboratornoj vypechki hleba: GOST 27669-88. [Flour wheaten baking. The method of trial laboratory baking bread: GOST 27669-88], Moscow, 2007, 9 p.
8. Muka rzhanaia hlebopekarnaja: GOST 7045-90 [Flour rye bakery: GOST 7045-90], Moscow, 2000, 3 p.
9. Muka semjan amaranta. Tehnicheskie uslovija: TU 9293-006-18932477-2004 [Flour of amaranth seed. Technical specifications: TU 9293-006-18932477-2004], Moscow, 2010, 8 p.
10. Vodapit'evaja. Obshhie trebovanija k organizacii i metodam kontrolja kachestva: STB 1188-99 [Drinking water. General requirements for organization and methods of quality control: STB 1188-99], Minsk, 2000, 24 p.
11. Sanitarnye pravila i normy "Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vodovodovodocentralizovannyh sistem pit'evogovodosnabzhenija. Kontrol' kachestva": SanPiN 10-124 RB 99 [Sanitary rules and norms "Drinking water: Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems: Quality control": SanPiN 10-124 RB 99], Minsk, 2000, 114 p.
12. Drozhzhi hlebopekarnye sushenye. Tehnicheskie uslovija: GOST 28483-2015 [Bakery dried yeast. Technical conditions: GOST 28483-2015], Minsk, 2017, 20 p.
13. Sol' kamennaja povarennaja pishhevaja. Tehnicheskie uslovija: STB 1828-2008 [Salt stone cooked food. Technical specifications: STB 1828-2008], Minsk, 2008, 26 p.
14. Maslo podsolnechnoe. Tehnicheskie uslovija: GOST 1129-93 [Sunflower-seed oil. Specifications: GOST 1129-93], Moscow, 2000, 18 p.
15. Khleb i khlebobulochnye izdeliia. Metod opredeleniia vlazhnosti: GOST 21094-75 [Bread and bakery products. Method for determination of humidity: GOST 21094-75], Minsk, 2016, 8 p.
16. Khlebobulochnye izdeliia. Metody opredeleniia kislotnosti: GOST 5670-96 [Bakery products. Methods for determination of acidity: GOST 5670-96], Minsk, 2006, 8 p.
17. Khlebobulochnye izdeliia. Metod opredeleniia poristosti: GOST 5669-96 [Bakery products. Method for determination of porosity: GOST 5669-96], Minsk, 2010, 4 p.

18. Polandova R.D. Instruksiiia po preduprezhdeniiu kartofel'noi bolezni khleba [Instructions for the Prevention of Potato Bread Disease], Moskva, 2015, 24 p.
19. Sredstva izmerenijj elektricheskikh i magnitnykh velichin. Obshhietehnicheskie uslovija: GOST 22261-82 [Means of measuring electrical and magnetic quantities. General specifications: GOST 22261-82], Moscow, Ministerstvo sel'skogo khoziaistva i prodovol'stviia RF, 1998, 31 p.
20. Sbornik tehnologicheskikh kart konditerskikh i bulochnykh izdelij dlja torgovykh obektov obshhestvennogo pitaniia [A collection of technological charts of confectionery and bakery products for commercial catering facilities], Minsk, OOO SIC-BAK, 2014, 735 p.

Информация об авторах

Кучер Анастасия Сергеевна – аспирант отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (БЛК, 50, каб. 404, 230009, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: kucher_as@grsu.by

Троцкая Таисия Павловна – профессор, доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (БЛК, 50, каб. 403, 230009, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: trotskayataya@mail.ru

Ануфрик Славомир Степанович – профессор, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической физики и теплотехники УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы» (Социалистическая, 12, каб. 14, 230009, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: anufrick@grsu.by

Анучин Сергей Николаевич – аспирант кафедры теоретической физики и теплотехники УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы» (БЛК, 5, каб. 218, 230009, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: Anuchin_SN_15@student.grsu.by

Information about authors

Kucher Anastasiya Sergeevna –graduate of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffsof the National Academy of Sciences of Belarus» (BLK, 50, office 404, 230009, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: kucher_as@grsu.by

Trotskaya Taisiya Pavlovna – Professor, Ph.D. (Technical), Chief Researcher of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food»(BLK, 50, office 403, 230009, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: trotskayataya@mail.ru

Anufric Slavomir Stepanovich – Professor, Ph.D. (Physics and mathematics), Professor of the Department of Theoretical Physics and Heat Engineering, Yanka Kupala State University of Grodno (Socialisticheskaya st., 12, office 14, 230009, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: anufrick@grsu.by

Anuchin Sergey Nikolaevich – graduate of the Department of Theoretical Physics and Heat Engineering, Yanka Kupala State University of Grodno (BLK, 5, office 218, 230009, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: Anuchin_SN_15@student.grsu.by