

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Касымов С.К., канд. техн. наук, Амиржан Т.А.

РГП на ПХВ «Государственный университет имени Шакарима города Семей»,
Республика Казахстан, г. Семей

Аннотация. Хлебобулочные изделия входят в ежедневный рацион питания людей и могут рассматриваться как перспективная основа для конструирования пищевых продуктов функционального назначения, особенно для школьного и геронтологического питания. Следовательно, актуальным является создание изделий функционального назначения, обогащенных белком, минеральными веществами и пищевыми волокнами, которые будут повышать пищевую ценность готовых изделий, улучшать их органолептические показатели и понижать калорийность. Для обогащения хлебобулочных изделий в качестве функциональных добавок были использованы молочная сыворотка «Нарине», порошок яичной скорлупы и порошки свеклы и клюквы, полученные ИК-сушкой. Дана характеристика добавок, представлены особенности технологии изготовления хлебобулочных изделий с их использованием, исследованы органолептические и физико-химические показатели изделий, определенные согласно стандартным методикам. Показано, что внесение сыворотки «Нарине», порошков свеклы, клюквы и яичной скорлупы не только улучшает органолептические показатели изделий, но и придает им функциональные свойства в плане содержания белка и кальция по сравнению с традиционной технологией. Методом математического моделирования путем решения задач линейного программирования показана оптимальность выбранных рецептур. Экономическая целесообразность и востребованность на рынке разработанных хлебобулочных изделий подтверждена расчетами восполнения суточной потребности по белкам, кальцию и клетчатке при употреблении 50 г изделий.

Ключевые слова. Клюквенный порошок, лактозы, сальмонеллы, свекольный порошок.

THE DEVELOPMENT AND ARGUMENTATION OF FUNCTIONAL BAKERY PRODUCTS TECHNOLOGY

Kasymov S.K., Cand. Sc. (Tech.), Amirzhan T.A.

RSE on REU «Shakarim State University of Semey city»,
Kazakhstan, Semey

Abstract. Bakery products are included in people daily ration, and can be considered as a promising basis for the development of functional food production, especially for school and gerontological meal. Therefore, the actual problem is the creation of functional products, enriched with protein, minerals and dietary fiber, which will increase the nutritional value of the finished products, improve their sensory characteristics and lower their caloric content. For the enrichment of bakery products, there were used «Narine» whey, eggshell powder, cranberry and beet powders obtained by the infrared (IR) drying, as functional additives. In the article the characteristic of the above-mentioned additives is given and the features of the production technique of bakery products with their addition are shown. The sensory and physicochemical characteristics of the products were

determined according to standard methods. It is shown that the addition of «Narine» whey, beet, cranberry and egg shell powders not only improve the sensory.

Keywords. Cranberry powder, lactose, salmonella, beet powder.

Потребители предъявляют к пищевым продуктам требования как по гармоничному сбалансированному вкусу, так и по содержанию полезных для здоровья веществ. Появляется необходимость новых способов переработки пищевых ресурсов при изготовлении новой продукции. В связи с этим предлагаются различные технологические решения, способствующие получению продуктов с высокими потребительскими свойствами, в том числе, хлебобулочных изделий. Так, при производстве изделий для школьного и геронтологического питания следует включать в рецептуры плодово-ягодные и овощные порошки, пищевые волокна, белковые и минеральные добавки, которые смогут повысить пищевую ценность готовых изделий, улучшить их органолептические показатели, способствовать интенсификации технологического процесса.

Была разработана линейка хлебобулочных изделий, приготовленных на основе подсырной сыворотки «Нарине» и обогащенных кальцием, пищевыми волокнами и пектинами:

- булочка «Бутербродная» (образец № 1);
- булочка «Школьная» (образец № 2);
- булочка «Обогащенная» (образец № 3);
- булочка «Спортивная» (образец № 4);
- булочка «Овсяная» (образец № 5);
- булочка «Здоровье» (образец № 6).

За контрольный образец была взята булочка «Молочная» по «Сборнику рецептур мучных кондитерских и булочных изделий» [1].

Подсырная сыворотка «Нарине» имеет богатый минеральный состав, значительное количество лактозы (около 90 % от общего содержания сухих веществ) и низкомолекулярные белковые вещества, обладающие биологической активностью. Установлено, что по сравнению с обычной сывороткой она обладает пониженным содержанием жира и высоким показателем зольности, что свидетельствует о ее богатом минеральном составе. Также она обладает пониженной кислотностью по сравнению с обычной сывороткой. Были исследованы микробиологические показатели, подтвердилось, что в ней отсутствуют бактерии группы кишечной палочки и патогенные микроорганизмы (в т.ч. сальмонеллы).

В качестве кальциевой добавки в хлебобулочные изделия вводился порошок яичной скорлупы. Известно, что скорлупа куриных яиц на 97 % состоит из неорганического вещества – карбоната кальция, который усваивается почти полностью за счет того, что уже прошел синтез в организме птиц из органического кальция в неорганический. Всего в скорлупе обнаружено примерно 14 важных химических элементов, без которых невозможно нормальное функционирование организма человека. Яичную скорлупу после обработки и прокаливания измельчали на дезинтеграторе Desi-11 в лаборатории химии твердого те-

ла (Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН). Средневзвешенный размер частиц (25 мкм) определен методом дифракции лазерного луча на приборе Microsizer 201. По результатам исследований совместно с лабораторией биохимии 44 Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства Россельхозакадемии было установлено, что содержание кальция в измельченной скорлупе – 54,43 %, белка – 14,92 %.

Учитывая хорошее усвоение кальция не только при помощи лактозы, но и в присутствии витамина С и органических кислот, следующими добавками были растительные порошки. Их получали методом инфракрасной сушки из свёклы и мезги клюквы с последующим измельчением до порошкообразного состояния (Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН).

Клюквенный порошок представляет собой однородную сыпучую массу красно-бордового цвета с выраженным вкусом, обладает высоким содержанием пищевых волокон (~46 %), органических кислот (~18 %), редуцирующих сахаров (-12,5 %), флавоноидов, макро-, микроэлементов и витаминов, в особенности витамина С, который помогает усваиваться кальцию в организме человека. Кроме этого, порошок клюквы содержит бензойную кислоту, обладающую противомикробным действием, следовательно, имеет значение для предупреждения плесневения в процессе хранения готовых мучных изделий.

Свекольный порошок – сыпучая масса темно-розового цвета с характерным вкусом свёклы. Он содержит значительное количество сахаров, различных витаминов (группы В, РР и др.), аскорбиновой, никотиновой кислот, пектина, пигментов, минеральных веществ (йода, магния, калия, кальция, железа, и др.). Свёкла хороший источник витамина С, также в ней содержится значительное количество витамина Р, усиливающего биологический эффект витамина С. Она хорошо устраняет токсины в организме. Добавки порошка свеклы дают стабилизирующий эффект, это объясняется высоким содержанием не только пектиновых веществ, гемицеллюлоз и клетчатки, но и сахаров, которые стабилизируют эмульсию и пену яичных продуктов за счет увеличения вязкости дисперсионной среды [2].

При разработке рецептур и технологии изготовления хлебобулочных изделий в основу были положены органолептические показатели качества. Образцы № 1 и 2 были приготовлены на основе контрольного образца. В них молоко было заменено сывороткой на 50 % от количества молока и водой в соотношении 1:1.

Концентрация порошка яичной скорлупы в образцах была определена экспериментальным путем и составила 3 % от массы муки с соответствующим уменьшением ее закладки. Концентрация ИК-порошков клюквы и свеклы составила 3 и 4 % также с уменьшением закладки муки.

С целью обогащения изделий пищевыми волокнами в образцы № 3-6 вводились овсяные хлопья, сыворотка и вода использовались в соотношении 1:1.

Для изготовления образцов № 5 и 6 использовалась ускоренная технология замеса теста. Она достигнута за счет увеличения количества используемых

дрожжей (по сравнению с традиционной рецептурой дрожжевого теста) при температуре 27-32 °С и скорости замеса во взбивальной машине.

Установлено, что за счет введения молочной сыворотки интенсифицировались процессы брожения и расстойки, а за счет замены сывороткой молока и уменьшения закладки муки понизилась калорийность хлебобулочных изделий.

Органолептическая оценка исследуемых образцов изделий была проведена дегустационной комиссией на основании методики по ГОСТ 31986-2012 с учетом коэффициента значимости (таблицы 1, 2).

Таблица 1

Органолептическая оценка образцов хлебобулочных изделий (образцы № 1-3)

Показатели качества	Коэффициент значимости	Средний оценочный балл			Комплексная оценка, балл		
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3
Внешний вид	3	4,8+0,2	4,8+0,1	4,8+0,3	14,4+0,6	14,4+0,3	14,4+0,9
Запах	4	4,8+0,4	4,9+0,2	4,8+0,1	19,2+1,6	19,6+0,8	19,2+0,4
Вкус	6	4,7+0,3	4,8+0,3	4,7+0,2	28,2+1,8	28,8+1,8	28,2+1,2
Цвет	2	4,6+0,1	4,7+0,2	4,7+0,2	9,2+0,2	9,4+0,4	9,4+0,4
Консистенция	5	4,7+0,3	4,8+0,1	4,7+0,1	23,5+1,5	24,0+0,5	23,5+0,5
Суммарная комплексная оценка	20	-	-	-	94,5+1,5	96,2+1,2	94,7+1,4
Суммарная комплексная оценка	-	4,7+0,3	4,8+0,2	4,7+0,2	-	-	-

Таблица 2

Органолептическая оценка образцов хлебобулочных изделий (образцы № 4-6)

Показатели качества	Коэффициент значимости	Средний оценочный балл			Комплексная оценка, балл		
		№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9
Внешний вид	3	4,8+0,2	4,8+0,2	4,9+0,1	14,4+0,6	14,4+0,6	14,7+0,3
Запах	4	4,7+0,2	4,9+0,4	4,8+0,3	18,8+0,8	19,2+1,6	19,2+1,2
Вкус	6	4,8+0,3	4,7+0,3	4,9+0,2	28,8+1,8	28,2+1,8	29,4+1,2
Цвет	2	4,7+0,1	4,8+0,1	4,9+0,1	9,4+0,2	9,6+0,2	9,8+0,2
Консистенция	5	4,7+0,2	4,6+0,3	4,7+0,2	23,5+1,0	23,0+1,5	23,5+1,0
Суммарная комплексная оценка	20	-	-	-	94,9+1,5	94,4+1,5	96,6+2,0
Общая оценка	5	4,7+0,2	4,7+0,3	4,8+0,2	-	-	-

Проведенная органолептическая оценка новых хлебобулочных изделий показала, что они характеризуются приятным внешним видом, хорошим вкусом, цветом и запахом, соответствующей консистенцией. На основе сравнительной оценки органолептических показателей наилучшими оказались образцы № 2, 4, 6. Из физико-химических показателей содержание сухих веществ

определяли согласно ГОСТ 21094-75, пористость – согласно ГОСТ 5669-96, титруемую кислотность – согласно ГОСТ 5670-96, зольность – согласно ГОСТ 11270-96, содержание кальция – согласно ГОСТ 26570-95, содержание белка – согласно ГОСТ Р 53951-2010 (таблица 3).

Таблица 3

Физико-химические показатели качества образцов хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Образцы						Контрольный
	№ 1	№ 2	№3	№ 4	№ 5	№ 6	
Массовая доля сухих веществ, %	65+0,11	64,6+0,27	62,8+0,68	64,4+0,01	64,6+0,50	62+0,50	64+0,10
Пористость, %	73,2+0,13	76,2+0,05	72,6+0,31	75,7+0,12	74,3+0,08	77,1+0,12	70,1+0,55
Сырая клетчатка, %	0,05	0,12	0,14	0,5	0,2	1,05	0,05
Зольность, %	21+0,01	29,5+0,01	21,4+0,02	21,4+0,04	24+0,04	27,2+0,04	6,56+0,01
Са, мг	17,9	490	13,8	520	12,4	525	33
Белок, г	3,93	8,39	4,6	9,91	4,13	10,68	4,5
Кислотность, °Т	2,6+0,01	1,0+0,01	2,8+0,02	2,2+0,01	2,4+0,2	3,0+0,01	2,2+0,01

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что по содержанию сухих веществ и пористости все изделия соответствуют требованиям ГОСТ 31805-2012 «Изделия хлебобулочные из пшеничной муки». Образцы с добавлением хлопьев овсяных (№ 3-6) содержат больше клетчатки, чем другие образцы. Образцы с добавлением порошка яичной скорлупы и овсяных хлопьев (№ 4, 6) содержат наибольшее количество золы, что свидетельствует о наличии в них наибольшего количества макро- и микроэлементов.

С учётом нормы физиологической потребности в кальции (1000-1200 мг/сут) и процента функциональности 15 % (150-180 мг) установлено, что образцы № 2, 4, 6 восполняют 15 % от нормы потребления кальция (рисунок 1), что свидетельствует об их функциональности.

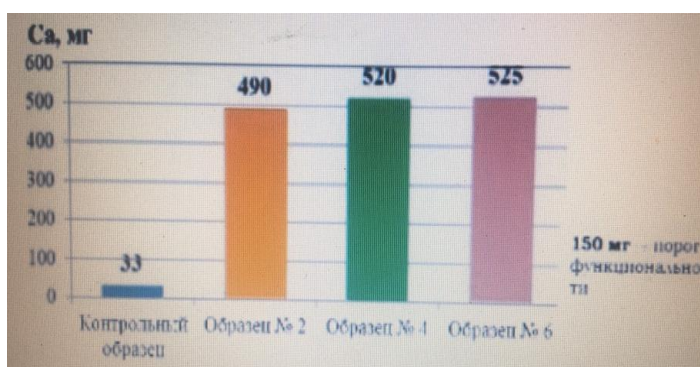


Рисунок 1. Восполнение суточной потребности в кальции в образцах хлебобулочных изделий

С учётом нормы физиологической потребности в белке (90 г/сут) и процента функциональности 10 % (9 г) установлено, что образцы № 4 и 6 восполняют 10 % от нормы потребления белка (рисунок 2).

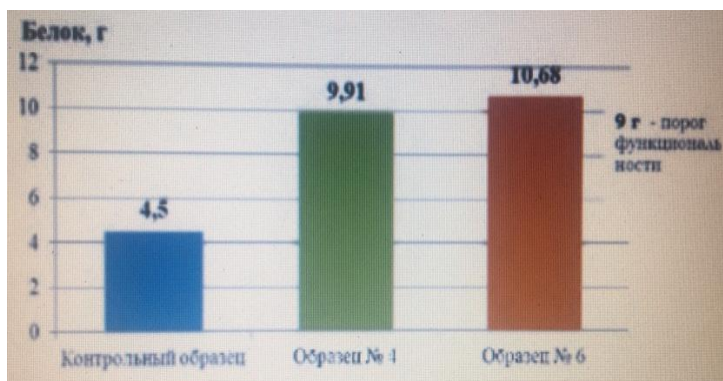


Рисунок 2. Восполнение суточной потребности в белке в образцах хлебобулочных изделий

Добавление растительных порошков клюквы (образец, № 5) и свёклы (образец № 6) в тесто повышает кислотность готовых образцов, особенно заметно влияние свекольного порошка, однако по органолептическим показателям (вкус) образцы с этими добавками не уступают контрольному.

В лаборатории микробиологического и бактериологического анализа научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции были проведены испытания на наличие микробиологической обсемененности образцов. Установлено, что во всех исследуемых образцах не обнаружены бактерии группы кишечной палочки, *S. Aureus* и патогенные микроорганизмы рода *Salmonella*, что свидетельствует о соблюдении санитарного режима при производстве и требований режима хранения.

Для подтверждения функциональности разработанных изделий применялось математическое моделирование – проектирование рецептурного состава продуктов [3]. Соотношение рецептурных компонентов было установлено на основании органолептических свойств, поэтому описанная методика использовалась в качестве проверки наличия в исследуемых изделиях функциональных свойств (таблица 4).

Информационная матрица данных по рецептуре булочки
«Спортивная» (образец № 4)

Рецептурные ингредиенты	Диапазон варьирования	Содержание белка, %	Содержание сухих веществ РИ, %	Индекс, X_i	Массовая доля пищевых волокон (клетчатки), %	Энергетическая ценность, ккал	Содержание Са, мг/100 г
Мука пшеничная	20...30	10,8	86	X_1	0,1	334	18
Дрожжи хлебопекарные	0,5...2,0	12,7	26	X_2	2,1	0	27
Соль поваренная	0...1	0	98,99	X_3	0	0	368
Сыворотка «Нарине»	5...15	1,0	5	X_4	0	40	8
Хлопья овсяные	5...15	12,3	88	X_5	1,3	305	52
Вода	8...15	0	0	X_6	0	0	4,5
Маргарин	0...1	0,3	84,1	X_7	0	743	11
Порошок яичной скорлупы	0,5...0,5	12,0	98,75	X_8	0	60	54,43
ИК-порошок свёклы	0,5...2,0	6,0	91,2	X_9	4,3	25	2,05

Через $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$ соответственно обозначен искомый удельный вес включения в состав изделия каждого вида сырья. Тогда задачу можно записать в следующем виде: найти искомые значения $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}$ при которых $F(x) = \min / 334 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 40 \cdot X_4 + 305 \cdot X_5 + 379 \cdot X_6 + 0 \cdot X_7 + 157 \cdot X_8 + 15 \cdot X_9 + 60 \cdot X_{10}$, при соблюдении следующих условий:

наличие белка – не менее 9 г (10 % от рекомендуемого суточного потребления):

$$0,108 \cdot X_1 + 0,127 \cdot X_2 + 0,01 \cdot X_4 + 0,123 \cdot X_5 + 0,127 \cdot X_8 + 0,06 \cdot X_9 + 0,12 \cdot X_{10} > 9;$$

наличие кальция – не менее 0,15 г (15 % от рекомендуемого суточного потребления):

$$0,018 \cdot X_1 + 0,027 \cdot X_2 + 0,368 \cdot X_3 + 0,008 \cdot X_4 + 0,052 \cdot X_5 + 0,002 \cdot X_6 + 0,0045 \cdot X_7 + 0,055 \cdot X_8 + 0,01923 \cdot X_9 + 0,05443 \cdot X_{10} > 0,15;$$

содержание сухих веществ – не менее 85 %: $0,86 \cdot X_1 + 0,26 \cdot X_2 + 0,9998 \cdot X_3 + 0,005 \cdot X_4 + 0,88 \cdot X_5 + 0,9986 \cdot X_6 + 0,26 \cdot X_8 + 0,9616 \cdot X_9 + 0,9875 \cdot X_{10} > 0,85;$

получение единицы продукта:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} = 1.$$

Приведённая задача является задачей линейного программирования, решение которой определит удельный вес участия каждого вида сырья в производстве единицы искомого изделия. На основе информационной матрицы данных (таблица 4) формируется система линейных балансовых уравнений.

Решение системы уравнений: $X_1 = 32,2$; $X_2 = 1,0$; $X_3 = 0,6$; $X_4 = 11,4$; $X_5 = 6,0$; $X_6 = 1,0$; $X_7 = 11,4$; $X_8 = 1,0$; $X_9 = 1,0$; $X_{10} = 1,0$.

Таким образом, данная модель подтверждает оптимальность выбранной рецептуры образца № 4 по содержанию сухих веществ, белка и кальция.

Задача и система линейных балансовых уравнений к данной информационной матрице формулируются аналогично матрице, представленной в таблице 4.

Решение системы уравнений: $X_1 = 24,8$; $X_2 = 1,2$; $X_3 = 0,5$; $X_4 = 10,5$; $X_5 = 8,8$; $X_6 = 10,5$; $X_7 = 0,6$; $X_8 = 0,5$; $X_9 = 0,8$; $X_{10} = 1,0$.

Проведенные экспериментальные исследования доказали, что использование молочной сыворотки «Нарине» оказывает положительное влияние на химический состав изделий за счет высокого содержания белков и аминокислот, а также пониженного содержания жиров; добавление порошка яичной скорлупы позволило обогатить изделия кальцием, незаменимыми аминокислотами, а добавление ИК-порошков клюквы и свёклы позволило повысить усвояемость кальция организмом, витаминами С, Е, органическими кислотами, что дает возможность использования данных хлебобулочных изделий в питании (таблица 5).

Таблица 5

Информационная матрица данных по рецептуре булочки «Здоровье» (образец № б)

Рецептурные ингредиенты	Диапазон варьирования	Содержание белка, %	Содержание сухих веществ РИ, %	Индекс, X_i	Массовая доля пищевых волокон (клетчатки), %	Энергетическая ценность, ккал	Содержание Са, мг/100 г
Мука пшеничная	20...30	10,8	86	X_1	0,1	334	18
Дрожжи хлебопекарные	0,5...2,0	12,7	26	X_2	2,1	0	27
Соль поваренная	0...1	0	98,99	X_3	0	0	368
Сыворотка «Нарине»	5...15	1,0	5	X_4	0	40	8
Хлопья овсяные	5...15	12,3	88	X_5	1,3	305	52
Вода	8...15	0	0	X_6	0	0	4,5
Маргарин	0...1	0,3	84,1	X_7	0	743	11
Порошок яичной скорлупы	0,5...0,5	12,0	98,75	X_8	0	60	54,43
ИК-порошок свёклы	0,5...2,0	6,0	91,2	X_9	4,3	25	2,05

Для обоснования экономической целесообразности и востребованности на рынке разрабатываемых образцов хлебобулочной продукции была оценена стоимость сырьевого набора. Минимальные затраты на сырье – у образца № 3, максимальные – у образца № 5. Однако по сравнению с контрольным образцом

№ 1 этот рост составляет 14,3 % при значительном превышении порога функциональности по белку и кальцию. Образцы № 2, 3 и 6 ниже стоимости сырьевого набора контрольного образца на 30-40 %. Ресурсосберегающий эффект образцов № 4 и 7 – порядка 12-15 %. В то же время определяющим в условиях рыночной экономики является не столько снижение абсолютного значения сырьевых затрат на производство продукции, сколько максимально эффективное достижение целевого результата. Поскольку для разрабатываемых образцов функциональных продуктов к таковым относятся обеспечение функциональности по показателям содержания белка, кальция и клетчатки, то нами был произведен перерасчет восполнения суточной потребности по контролируемым показателям при употреблении 50 г хлебобулочных изделий.

Мы соотнесли физиологическую ценность исследуемых образцов, которая воспринимается потенциальными потребителями как значимая для осуществления выбора функциональных хлебобулочных изделий, и стоимость сырьевого набора (рисунок 3).

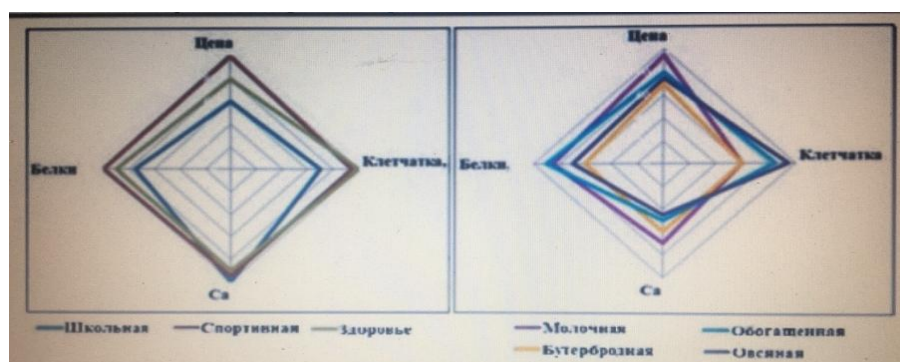


Рисунок 3. Сопоставление физиологической ценности исследуемых образцов хлебобулочных изделий выходом 50 г

Из рисунка 3 видно, что замена части основного сырья комплексными функциональными добавками и овсяными хлопьями незначительно влияет на стоимость продукта, однако значительно повышает его конкурентоспособность за счет высоких значений показателей, определяющих потребительский выбор. Из всего спектра исследуемых образцов более высокой стоимостью обладают образцы с применением клюквенного и свекольного порошков, полученных методом ИК-сушки, но содержание белков, кальция и клетчатки делает эти образцы наиболее предпочтительными для потребителей с точки зрения полезных свойств изделий.

Таким образом, можно утверждать, что разработанные изделия имеют высокий потенциал для внедрения в производство, с одной стороны, это здоровый, сбалансированный, обогащенный белками, витаминами, микроэлементами и клетчаткой продукт, который продлевает активную, трудоспособную жизнь и способствует снижению заболеваемости, с другой – это вариант наиболее рационального экономического выбора.

Литература

1. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий / сост. д-р экон. наук А.В. Павлов. СПб: Гидрометеоиздат, 1998. 294 с.
2. Н.Н. Аширова, Е.С. Бычкова, А.Н. Васюкова [и др.]. Реализация концепции здорового питания населения: состояние и перспективы : монография. Новосибирск, 2012. 355 с.
3. Муратова Е.И., Толстых С.Г., Дворецкий С.И. [и др.]. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания. Тамбов, 2011. 80 с.