

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.689,641.561

*И.В. Мацейчик, А.Н. Сапожников,
С.М. Корпачева*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ И РЕЦЕПТУР ТВОРОЖНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*I.V. Matseychik, A.N. Sapozhnikov,
S.M. Korpacheva*

THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES AND COMPOUNDINGS OF THE COTTAGE CHEESE SEMI-FINISHED PRODUCT OF FUNCTIONAL PURPOSE

Мацейчик И.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск. E-mail: macejchik@corp.nstu.ru

Сапожников А.Н. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск. E-mail: a.sapozhnikov@corp.nstu.ru

Корпачева С.М. – ст. преп. каф. технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск. E-mail: korpacheva@corp.nstu.ru

Matseychik I.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology and Organization of Food Productions, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk. E-mail: macejchik@corp.nstu.ru

Sapozhnikov A.N. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology and Organization of Food Productions, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk. E-mail: a.sapozhnikov@corp.nstu.ru

Korpacheva S.M. – Asst, Chair of Technology and Organization of Food Productions, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk. E-mail: korpacheva@corp.nstu.ru

Мучные кондитерские изделия широко употребляются в пищу российским населением. При этом в них наблюдается недостаток пищевых волокон, белка и кальция, играющих важную роль в здоровье человека. На кафедре технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета были разработаны рецептуры изделия «Творожный полуфабрикат», обогащенного вышеуказанными пищевыми веществами, которые в значительном количестве содержатся в оболочках зерна гречихи, измельченного в тонкий порошок, и продуктах переработки свеклы (вводившихся в изделия в виде пюре и порошка ИК-сушки). В отдельных образцах сахар заменялся на стевииозид. Полученные образцы обладали высокими органолептическими показателями, так

как продукты переработки свеклы улучшают внешний вид и вкус изделий. Результаты экспериментальных данных свидетельствуют об обогащении изделий пищевыми волокнами, минеральными веществами, кальцием и белком, причем образцы с использованием порошков ИК-сушки обладают функциональными свойствами по всем вышеперечисленным показателям при их употреблении в количестве 100 г в сутки. У образцов с использованием свекольного пюре функциональные свойства при употреблении в количестве 100 г в сутки достигаются только по содержанию белка и кальция. Для достижения функциональности по всем видам показателей их рекомендуется употребить в количестве 200 г. Таким образом, разработанные изделия можно позиционировать как продукцию функционального

назначения и рекомендовать для использования в детском и геронтологическом питании, а при использовании стевиозида – для людей с ограниченным употреблением сахара.

Ключевые слова: гречиха, гречневая оболочка, свекла, творог, пищевые волокна, инфракрасная сушка, стевиозид, функциональные продукты, растительные порошки, математическое моделирование, проектирование рецептур, мучные кондитерские изделия.

Flour confectioneries are widely used in food by the Russian population. Thus the lack of the food fibers, protein and calcium playing an important role in health of the person is observed in them. On the Chair of Technology and Organization of Food Productions of Novosibirsk State Technical University the compounding of the product "Cottage Cheese Semi-finished Product" enriched with the above feedstuffs which in significant amount are present in shell powder of buckwheat grain crushed in thin powder and the products of processing of beet (entered into products in the form of puree or powder of infrared drying) were developed. In separate samples sugar was replaced by steviozide. The received samples possessed high organoleptic rates as products of processing of beet improve the appearance and taste of products. The results of experimental researches show that the production has been enriched with dietary fibers, minerals, calcium and protein and samples with use of powders of infrared drying possess functional properties on all above-mentioned indicators at their use in number of 100 g a day. In the samples with beet powders functional properties if using those 100 g a day reach only in protein content and calcium. For the achievement of functionality by all types of indicators they are recommended to be used in the portion of 200 g. Thus, the developed products can be positioned as the production of functional purpose and recommended for using in children's and gerontological food, and when using a steviozide – for the people with recommended limited use of sugar.

Keywords: buckwheat, buckwheat shell, beet, cottage cheese, food fibers, infrared drying, steviozide, functional products, vegetable powders, mathematical modeling, preparing recipes, flour confectionery.

Введение. Среди высококалорийных продуктов, входящих в ежедневный рацион населения, одно из первых мест занимают мучные кондитерские изделия, которые содержат недостаточное количество полезных для организма веществ (пищевых волокон, витаминов, антиоксидантов и т.д.). В связи с этим целесообразно разрабатывать новые технологии и рецептуры мучных кондитерских изделий специального назначения.

К пищевым волокнам, представляющим интерес в плане повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий, можно отнести различные виды клетчатки, в том числе и гречневую.

Суточное потребление пищевых волокон должно составлять не менее 25–30 г, причём растворимых волокон должно быть не более 6 г от этого количества. Установлено, что увеличение потребления нерастворимых пищевых волокон минимум на 10 г/сут способно существенным образом уменьшить частоту возникновения и развития многих заболеваний, нормализовать обмен веществ, снизить концентрацию холестерина в сыворотке крови и т.д. [1].

Кроме того, при употреблении пищевых волокон создаются благоприятные условия для развития полезных лактобацилл, что благотворно влияет на усвояемость пищи. Это указывает на необходимость увеличения потребления в пищу злаковых и продуктов их переработки [2, 3].

Согласно результатам многочисленных исследований, установлено, что продукты переработки гречихи отличаются высокой пищевой ценностью, быстрой усвояемостью и ценными вкусовыми качествами. Они удовлетворяют физиологические потребности организма человека в питательных компонентах и энергии; выполняют профилактические и лечебные функции; являются незаменимым продуктом для питания детей и пожилых людей, диетической пищей при многих заболеваниях, в частности при глютенной энтеропатии [4].

Основным источником гречневой клетчатки являются оболочки зерна гречихи, которые также называют гречневая лузга или шелуха. Известно, что лузга гречихи составляет 16–22 % от массы зерна, окрашена в темно-коричневый цвет и состоит из грубых толстостенных клеток,

частично заполненных водорастворимым коричневым пигментом – фагопирином. Отличительной особенностью шелухи гречихи является высокое содержание макро- и микроэлементов и антиоксидантов, необходимых для организма. Согласно литературным данным, в составе гречневой лузги обнаружены такие элементы, как калий, натрий, медь, магний, железо, цинк и др. Их концентрация зависит от сорта и места произрастания гречихи, однако во всех случаях содержание калия и магния является доминирующим. Наибольший интерес из этих элементов представляет магний, который необходим для обеспечения работы сердечно-сосудистой системы организма [5].

Цель работы. Разработка технологии и рецептуры творожного полуфабриката с использованием комплексных добавок, обладающих функциональными свойствами.

Данный вид изделия был выбран потому, что творог является источником полноценного молочного белка (содержание 14–18%), в состав которого входят все незаменимые аминокислоты, в т.ч. метионин, обладающий липотропным свойством, а также ряд минеральных веществ: кальций, калий, натрий, железо, магний, фосфор и др. Соотношение кальция и фосфора в твороге составляет 2:1, что способствует их оптимальному усвоению. Все вышесказанное позволяет использовать творог в составе мучных кондитерских изделий для детского, геронтологического и диетического питания [6].

Задачи:

- обосновать выбор и целесообразность внесения различных видов клетчаток в мучное кондитерское изделие «Творожный полуфабрикат» (рецептура № 12 [7]);
- разработать рецептуры данных видов изделий с помощью метода математического моделирования и технологии их приготовления;
- определить органолептические, физико-химические и микробиологические показатели качества готовых изделий и обосновать их функциональные свойства.

Методы и результаты исследования. На кафедре технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного

технического университета была разработана линейка творожных полуфабрикатов для широкого круга потребителей и для людей с ограниченным потреблением сахара со следующими видами комплексных добавок, в т.ч. стевियोзида, использованного в качестве сахарозаменителя:

№ 1 – «Творожный полуфабрикат» (рецептура № 12 [7]; контрольный)

№ 2 – «Творожный полуфабрикат с гречневой клетчаткой, свекольным пюре и сахаром»;

№ 3 – «Творожный полуфабрикат с гречневой клетчаткой, свекольным пюре и стевियोзидом»;

№ 4 – «Творожный полуфабрикат с гречневой клетчаткой, порошком свеклы ИК-сушки и сахаром»;

№ 5 – «Творожный полуфабрикат с гречневой клетчаткой, порошком свеклы ИК-сушки и стевियोзидом».

Источником гречневой клетчатки служили оболочки зерна гречихи, измельченные в тонкодисперсный порошок в Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН. Данный порошок обладает темно-серым цветом, ярко выраженным вкусом и запахом гречневой крупы, поэтому рекомендуется вводить его в рецептуры в комплексе с растительными добавками, такими как продукты переработки свеклы (пюре, порошки ИК-сушки), которые обладают высокими органолептическими показателями (ярко-бордовый цвет, нейтральный вкус), содержат значительное количество биологически активных веществ: бетанина, бетаина, витаминов В₁, В₂, РР, С и органических кислот.

На кафедре совместно с лабораторией биохимии Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН был определен химический состав функциональных добавок (воды – по ГОСТ 21094-75, белка – по ГОСТ 13496.4-93, жира – по ГОСТ 13496.15-2016, клетчатки – по ГОСТ 13496.2-91, золы – по ГОСТ Р 52189-2003, кальция – по ГОСТ 26570-95, калия – по ГОСТ 30504-97, натрия – по ГОСТ 30503-97, железа – по ГОСТ 27998-88, марганца – по ГОСТ 27997-88, меди – по ГОСТ 27995-88, цинка – по ГОСТ 27996-88), представленный в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав функциональных добавок, используемых при приготовлении мучного кондитерского изделия «Творожный полуфабрикат»

Показатель	Содержание веществ в 100 г		
	Порошок из оболочек зерен гречихи	Свекольное пюре	ИК-порошок свеклы
Вода, %	7,0	86,87	8,8
Белки, %	4,83	1,5	14,51
Сырой жир, %	Следы	0,1	0,96
Сахара, %	41,34	8,8	50,92
Клетчатка, %	36,27	0,85	4,3
Органические кислоты, %	-	0,1	-
Крахмал, %	-	-	3,32
Пектин, %	3,74	-	8,72
Сырая зола, %	6,82	1,3	8,47
Минеральные вещества, мг%:			
Na	1000,0	135,87	35,85
K	840,0	341,78	54,08
Ca	260,0	71,56	2,05
Mg	-	51,14	2,36
Fe	48,0	1,5	0,06

Соотношение ингредиентов в рецептуре было определено на основе решения систем линейных уравнений и неравенств в программе Matlab. При этом целевой функцией являлось определение содержания в готовых образцах пищевых веществ (белков, кальция, клетчатки)

в количествах, обеспечивающих функциональность изделий [8]. В качестве примера приведем расчет рецептуры образца № 4. В таблице 2 представлена информационная матрица данных для проектирования рецептуры данного образца.

Таблица 2

Информационная матрица данных для проектирования рецептуры образца № 4

Рецептурный ингредиент	Диапазон варьирования, %	Содержание белка, %	Индекс X_i	Массовая доля пищевых волокон (клетчатки), %	Энергетическая ценность, ккал	Содержание Ca, мг/100 г
Мука пшеничная	2...8	9,2	X_5	2,7	342	24
Яйцо куриное	2...8	12,7	X_2	-	157	55
Масло сливочное	2...8	0,5	X_3	-	748	24
Творог нежирный	55...75	17,2	X_1	-	120	164
Сода пищевая	0,5...2	-	X_5	-	-	-
Стевиозид	0,05...0,1	-	X_6	-	2	-
ИК-порошок	3...8	14,51	X_7	4,3	270	2,05
Гречневая клетчатка	0,5...2	4,83	X_6	36,27	342	0,26

Обозначим через $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$ соответственно искомый удельный вес включения в состав изделия каждого вида сырья. Тогда

задачу можно записать в следующем виде: найти искомые значения $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$, при которых $F(x) = \min \{342 \cdot X_1 + 157 \cdot X_2$

$+748 \cdot X_3 + 120 \cdot X_4 + 0 \cdot X_5 + 2 \cdot X_6 + 270 \cdot X_7 + 342 \cdot X_8$ при соблюдении следующих условий:

1. Наличие пищевых волокон не менее 3 г (10 % от рекомендуемого суточного потребления (РСП))

$$0,0027 \cdot X_1 + 0,0043 \cdot X_7 + 0,03627 \cdot X_8 \geq 4,5.$$

2. Наличие кальция не менее 0,15 г (15 % от рекомендуемого суточного потребления (РСП))

$$0,024 \cdot X_1 + 0,055 \cdot X_2 + 0,024 \cdot X_3 + 0,164 \cdot X_4 + 0 \cdot X_5 + 0 \cdot X_6 + 0,002 \cdot X_7 + 0,00026 \cdot X_8 \geq 0,15.$$

3. Содержание белка не менее 9 г (10 % от рекомендуемого суточного потребления)

$$0,0092 \cdot X_1 + 0,0127 \cdot X_2 + 0,0005 \cdot X_3 + 0,0172 \cdot X_4 + 0,01451 \cdot X_7 + 0,00483 \cdot X_8 \geq 9.$$

4. Получение единицы продукта

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 1.$$

Приведённая задача является задачей линейного программирования, решение которой определяет удельный вес участия каждого вида сырья в производстве единицы искомого изделия.

На основе информационной матрицы данных формируется система линейных балансовых уравнений.

Результатом решения системы являются следующие значения переменных: $X_1 = 2,02$; $X_2 = 2,07$; $X_3 = 2,00$; $X_4 = 57,91$; $X_5 = 0,5$; $X_6 = 0,05$; $X_7 = 3,00$; $X_8 = 0,55$. Таким образом, данная модель подтверждает оптимальность выбранной рецептуры.

По остальным экспериментальным образцам (№ 2, 3, 5) системы уравнений составлены и решены аналогичным образом.

Все образцы исследовались по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям.

Результаты исследования. Результаты исследования показали, что полученные образцы обладают высокими качественными характеристиками, балльная оценка наглядно представлена в виде профилограмм на рисунке 1.

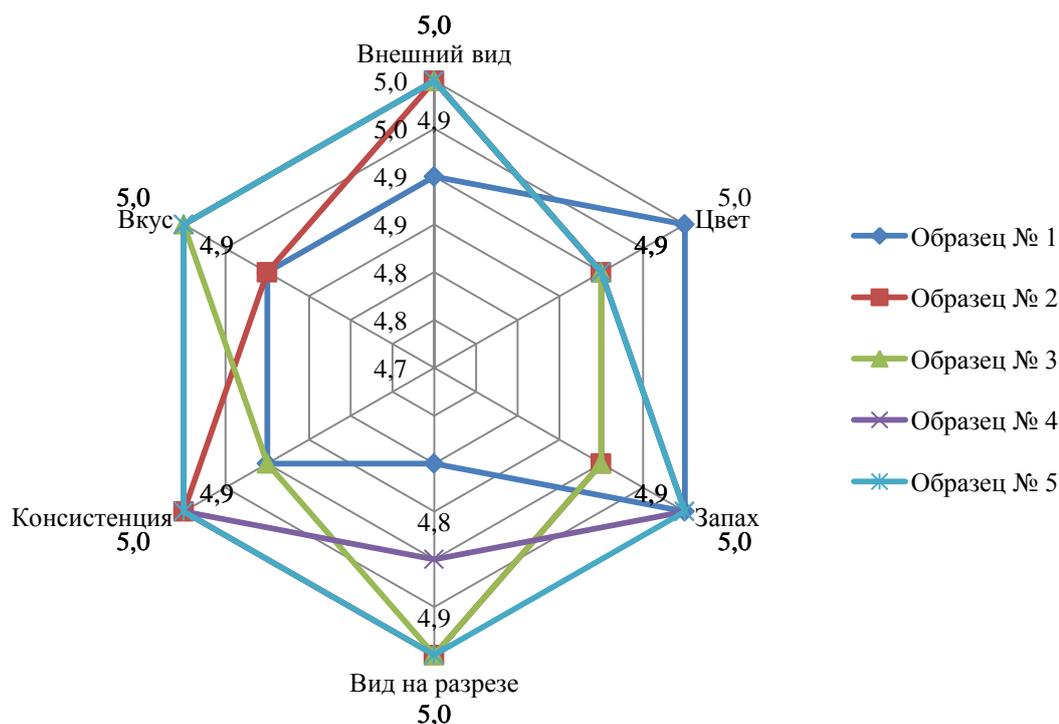


Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей изделия «Творожный полуфабрикат»

Внесение комплексных растительных добавок улучшило цвет и вкус готовых изделий по сравнению с контрольным образцом, при том, что гречневая клетчатка придает изделиям специфический привкус гречневой крупы, что не портит качество готовой продукции. Наличие

стевии в образцах придало им приятную сладость, не ухудшая вкусовых достоинств.

В таблице 3 представлены результаты исследования физико-химических показателей образцов изделий.

Таблица 3

Физико-химические показатели образцов изделия «Творожный полуфабрикат», %

Образец	Влажность	Массовая доля белка	Массовая доля клетчатки	Содержание кальция	Массовая доля золы
№ 1	32,6±0,14	10,1±0,32	0,03±0,003	0,12±0,01	0,8±0,07
№ 2	33,7±0,39	13,3±0,17	0,85±0,01	0,17±0,01	1,2±0,02
№ 3	27,1±0,27	13,3±0,07	0,85±0,01	0,21±0,01	1,2±0,01
№ 4	33,5±0,4	12,8±0,26	3,55±0,1	0,17±0,01	1,7±0,02
№ 5	30,3±0,47	12,8±0,16	3,52±0,03	0,21±0,01	1,7±0,01

Результаты экспериментальных данных свидетельствуют об обогащении изделий пищевыми волокнами, минеральными веществами, кальцием и белком, причем образцы № 3 и № 5 обладают функциональными свойствами по всем вышеперечисленным показателям, т.е. они составляют 15 % и выше от суточной нормы при их употреблении в количестве 100 г в сутки. У образцов № 2 и № 4 функциональные свой-

ства при употреблении в количестве 100 г в сутки достигаются только по содержанию белка и кальция. Для достижения функциональности по всем видам показателей их необходимо употребить в количестве 200 г.

На рисунках 2, 3 показаны результаты определения массовой доли белка и клетчатки соответственно в образцах изделий и обозначен порог их функциональности.

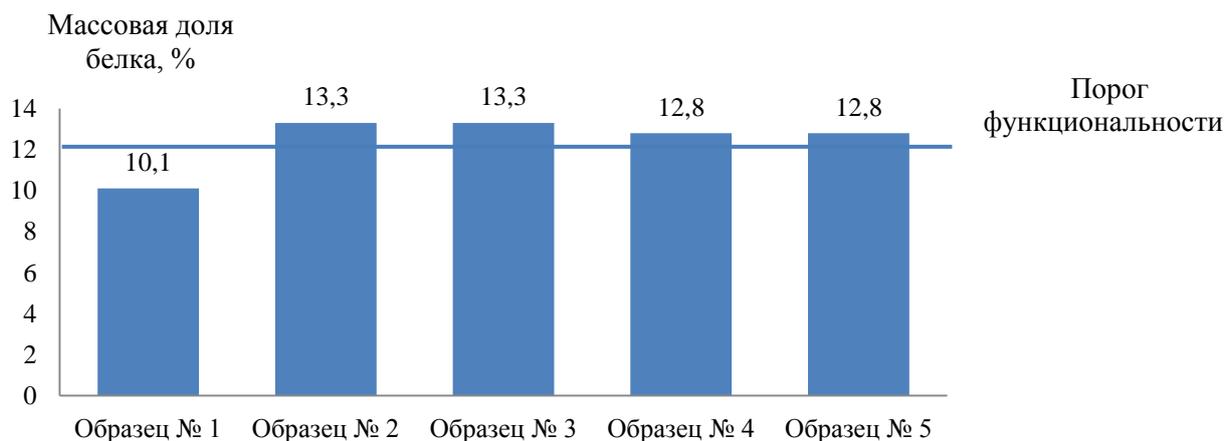


Рис. 2. Результаты определения массовой доли белка в образцах изделий

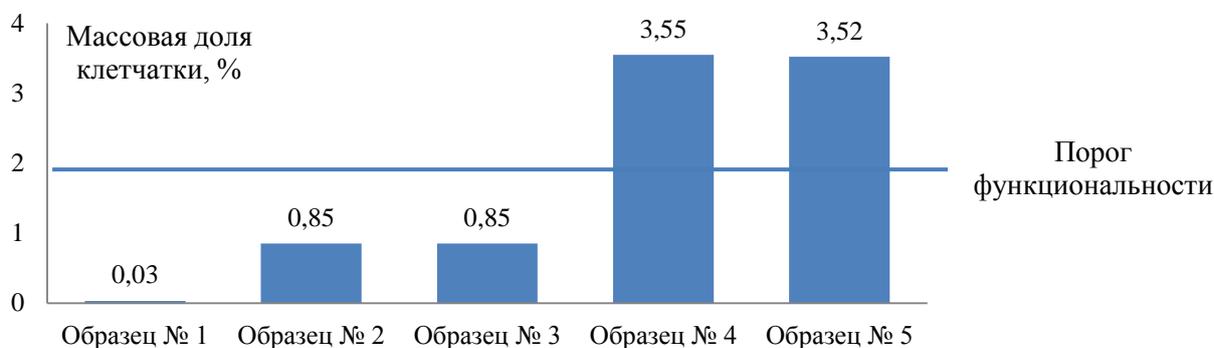


Рис. 3. Результаты определения массовой доли клетчатки в образцах изделий

Результаты микробиологических исследований по содержанию КМАФАнМ, БГКП и плесеней показали соответствие образцов требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011.

Выводы. Проведенные экспериментальные исследования показали, что обогащение мучного кондитерского изделия «Творожный полуфабрикат» комплексными растительными добавками, содержащими различные виды клетчатки, оказывает положительное влияние на химический состав изделий по содержанию белков, пищевых волокон и кальция. По содержанию данных веществ можно позиционировать разработанные изделия как функциональные, рекомендовать для использования в детском и геронтологическом питании. Замена сахара на стевииозид также позволит рекомендовать данные изделия для людей, ограничивающих употребление сахара.

Литература

1. *Ильина О.Н.* Пищевые волокна – важнейший компонент хлебобулочных и кондитерских изделий // *Хлебопродукты.* – 2002. – № 9. – С. 34–36.
2. *Беляева Л.Е.* Способно ли регулярное потребление «функциональной пищи» замедлить рост атерогенеза? // *Вестник ВГМУ.* – 2012. – Т. II. – №3. – С. 15–27.
3. *Ипатова Л.Г., Кочеткова А.А.* Пищевые волокна в продуктах питания // *Пищевая промышленность.* – 2007. – № 5. – С. 8–9.
4. *Холодильна Т.Н., Антимонов С.В., Ханин В.П.* Исследование возможности повышения питательной ценности гречневой лузги // *Вестник ОГУ.* – 2004. – № 10. – С. 153–156.
5. *Язев С.Г.* Использование лузги и гречихи в пищевом производстве // *Наука и современность.* – 2014. – № 34. – С. 102–105.
6. *Сычева О.В.* Товароведная характеристика и оценка качества молочных продуктов: практ. пособие. – Ставрополь: АГРУС, 2008. – 120 с.
7. *Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий / сост. А.В. Павлов.* – М.: Гидрометеиздат, 1998. – 294 с.
8. *Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания / Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий [и др.].* – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2011. – 80 с.

Literatura

1. *Ильина О.Н.* Pishhevye volokna – vazhnejshij komponent hlebobulochnyh i konditerskih izdelij // *Hleboprodukty.* – 2002. – № 9. – С. 34–36.
2. *Beljaeva L.E.* Sposobno li reguljarnoe potreblenie «funkcional'noj pishhi» zamedlit' rost aterogeneza? // *Vestnik VGMU.* – 2012. – Т. II. – №3. – С. 15–27.
3. *Ipatova L.G., Kochetkova A.A.* Pishhevye volokna v produktah pitaniya // *Pishhevaja promyshlennost'.* – 2007. – № 5. – С. 8–9.
4. *Holodilina T.N., Antimonov S.V., Hanin V.P.* Issledovanie vozmozhnosti povyshenija pitatel'noj cennosti grechnevoj luzgi // *Vestnik OGU.* – 2004. – № 10. – С. 153–156.
5. *Jazev S.G.* Ispol'zovanie luzgi i grechihy v pishhevom proizvodstve // *Nauka i sovremennost'.* – 2014. – № 34. – С. 102–105.
6. *Sycheva O.V.* Tovarovednaja harakteristika i ocenka kachestva molochnyh produktov: prakt. posobie. – Stavropol': AGRUS, 2008. – 120 s.
7. *Sbornik receptur muchnyh konditerskih i bulochnyh izdelij / sost. A.V. Pavlov.* – М.: Gidrometeoizdat, 1998. – 294 s.
8. *Avtomatizirovanное proektirovanie slozhnyh mnogokomponentnyh produktov pitaniya / E.I. Muratova, S.G. Tolstyh, S.I. Dvoreckij [i dr.].* – Tambov: Izd-vo TGTU, 2011. – 80 s.