

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ГРЕЧИХИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТВОРОЖНОГО ПОЛУФАБРИКАТА

Мацейчик И.В., к.т.н., доцент НГТУ, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20. Тел. +7 (383) 346-07-68, maceichik@corp.nstu.ru

Корпачева С.М., ст. преподаватель НГТУ, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20. Тел. +7 (383) 346-07-68, evtechova@mail.ru

Мунтян В.В., магистрант 2 года обучения НГТУ, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20. Тел. +7 (383) 346-07-68, leramuntjan@mail.ru

Ткач А.Н., магистрант 2 года обучения НГТУ, Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, 20. Тел. +7 (383) 346-07-68, smile.lol.usa@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрена разработка технологии и рецептур творожного полуфабриката функционального назначения с использованием продуктов переработки гречихи и местного растительного сырья (порошка ИК-сушки из свеклы). Исследования проводились на кафедре технологии и организации пищевых производств (ТОПП) Новосибирского государственного технического университета (НГТУ). Продуктом переработки гречихи являются оболочки зерна гречихи, измельченные в тонкодисперсный порошок в Институте химии твёрдого тела и механохимии СО РАН. Свекольный порошок был получен в результате инфракрасной сушки с последующим механохимическим измельчением. В одном из образцов сахар заменили на стевиозид. При замене сахара на натуральный сахарозаменитель стевиозид массовая доля сахаров снизилась до минимума. Оптимальное соотношение основных компонентов определено путем математического моделирования с помощью программного продукта MatLab. Образцы исследованы по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям качества. По показателям качества и безопасности образцы соответствуют требованиям нормативной документации. Все образцы имеют хорошие органолептические показатели. Разработанные изделия являются источником белка, клетчатки, кальция и антиоксидантов и могут использоваться в диетическом и лечебно-профилактическом питании, как функциональные продукты питания, так как в 100 г продукции содержится 15% от суточной нормы потребления функциональных ингредиентов.

Ключевые слова: оболочки зерна гречихи, гречишная клетчатка, порошок ИК сушки, функциональные продукты, мучные кондитерские изделия, творожный полуфабрикат.

THE USE OF PROCESSED PRODUCTS OF BUCKWHEAT IN THE PRODUCTION OF CURD PREFABRICATED

Matejčik I. V., Ph. D., associate Professor, NSTU, Russia, 630073, Novosibirsk, str. K. Marx, 20. Tel. +7 (383) 346-07-68, macejchik@corp.nstu.ru;

Korpacheva S. M., senior lecturer, NSTU, Russia, 630073, Novosibirsk, Marx Ave., 20. Tel. +7 (383) 346-07-68, evtechova@mail.ru;

Muntyan V. V., master's student 2 years of training of NSTU, Russia, 630073, Novosibirsk, Marx Ave., 20. Tel. +7 (383) 346-07-68, leramuntjan@mail.ru;

Weaver A. N., master's student 2 years of study NSTU, Russia, 630073, Novosibirsk, ave. K. Marx, 20. Tel. +7 (383) 346-07-68, smile.lol.usa@list.ru.

Abstract. The article deals with the development of technology and formulations of semi-finished cottage cheese of a functional purpose with the use of processed products of buckwheat and local vegetative raw material (powder IR drying of beet). The research was conducted at the Department of technology and organization of food production (TOPP) of Novosibirsk state technical University (NSTU). The product of buckwheat processing is buckwheat grain shells, crushed into a fine powder at the Institute of solid state chemistry and Mechanochemistry of SB RAS. Beet powder was obtained by infrared drying followed by mechanochemical grinding. In one of the samples, the sugar was replaced with stevioside. When replacing sugar with natural sweetener stevioside, the mass fraction of sugars decreased to a minimum. The optimal ratio of the main components is determined by mathematical modeling using MatLab software. The samples were investigated by organoleptic, physico-chemical and microbiological quality indicators. In terms of quality and safety

Key words: shell of the buckwheat grain, buckwheat fiber, powder IR drying, functional foods, confectionery products, cheese products.

Введение. Использование в рецептурах мучных кондитерских изделий продуктов переработки гречихи, как вторичных сырьевых ресурсов крупяной промышленности, позволяет обеспечивать высокую пищевую ценность готовых изделий, создавать продукты диетического, лечебно-профилактического и функционального назначения.

Производство пищевых продуктов, содержащих вторичные ресурсы сельскохозяйственных отраслей, относится к ресурсосберегающим технологиям, отвечает основным направлениям Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ. Немаловажным фактором является возможность разрабатывать продукты питания, отвечающие нормам сбалансированного питания человека, содержащие повышенные концентрации биологически ценных веществ, таких как пищевые волокна [9].

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 глютеновой энтеропатии [10].

Основным продуктом переработки гречихи является лузга — ценное вторичное сырье для производства различных пищевых добавок, за счет содержания большого процента клетчатки, которая является необходимым компонентом пищи, стимулирующим моторику кишечника и выделение пищеварительных соков. По содержанию клетчатки лузга гречихи

превосходит все зерновые продукты. Лузга также может служить источником биологически активных веществ, в том числе пищевых волокон, витаминов, микроэлементов. При промышленной обработке гречихи на долю лузги приходится от 14 до 30% от общей массы зерна [5, 11].

Выбор гречихи в качестве добавок определялся следующими факторами: химическим, аминокислотным, витаминным, микроэлементным составом, позволяющим получить конечный продукт с высокой пищевой ценностью, обогащенный биологически активными веществами. Оболочки зёрен гречихи отличаются низкой зольностью и повышенным содержанием лигнина. Больше всего в них содержится клетчатки (до 80%), макро- и микроэлементов: Na, K, Ca, Mg, Fe [6].

Гречишную лузгу измельчали на дезинтеграторе Desi-11 в лаборатории химии твердого тела Института химии твердого тела и механохимии СО РАН в тонкодисперсный порошок. Данный порошок обладает коричневым цветом, ярко выраженным вкусом и запахом гречневой крупы, средневзвешенный размер частиц – 0,13-0,18 мм – определен методом дифракции лазерного луча на приборе Microsizer 201. По результатам исследований было установлено, что содержание клетчатки в порошке из оболочек зерен гречихи составляет 36,27% [7].

Использование продуктов переработки гречихи является перспективным направлением повышения пищевой ценности и расширения ассортимента изделий, что и явилось целью данной работы.

Объекты исследования. Объектами исследования служили образцы мучных кондитерских изделий с гречишной клетчаткой в комплексе с порошком свеклы ИК-сушки в следующем ассортименте:

- Образец № 1 – творожный полуфабрикат (контрольный образец);
- Образец № 2 – творожный полуфабрикат с гречишной клетчаткой, с порошком свеклы ИК-сушки;
- Образец № 3 – творожный полуфабрикат с гречишной клетчаткой, с порошком свеклы ИК-сушки и стевииозидом.

В качестве контрольного образца выбран творожный полуфабрикат (рец.12) [8]. Творог является ценным сырьём с точки зрения ликвидации существующих дефицитов пищевых нутриентов у детей, подростков, пожилых людей и беременных женщин. Так как гречишный порошок обладает коричневым цветом, ярко выраженным вкусом и запахом гречневой крупы, то его вводили в рецептуру творожного полуфабриката в виде тонкодисперсного порошка в комплексе с порошком свеклы ИК-сушки. Продукты переработки свеклы обладают высокими органолептическими показателями (ярко-бордовый цвет, нейтральный вкус). Свекла содержит ряд компонентов, способных влиять не только на качество готовых изделий, но и на организм человека. Свекла является традиционным продуктом в профилактическом питании. В ней содержится ряд компонентов, способных благотворно влиять не только на качество изделий, но и на организм человека: сахара (3-12%), с преобладанием сахарозы, аскорбиновой кислоты, бетанина и бетаина (физиологически важные соединения для обмена веществ в организме, которые препятствуют возникновению атеросклероза, стимулируют деятельность печени), азотистые вещества (0,5 – 3,6%: ксантин, гипоксантин, аргинин, аспарагин, нитраты и другие соединения). В ней находится большое количество органических кислот, антиоксидантов и солей, витаминов В1, В2, РР, С и каротина [7].

Для снижения калорийности и придания диетической направленности изделий, частично в рецептурах сахар был замен на натуральный сахарозаменитель - стевииозид. Он способствует снижению уровня глюкозы в крови, обладает антигипертензивными и бактерицидными свойствами, обеспечивая нормализацию функций иммунной системы, и повышает уровень биоэнергетических возможностей организма [2].

Сырье и готовые изделия исследовали по органолептическим (внешний вид, вкус, цвет, запах, консистенция), физико-химическим (щелочность, массовая доля сухих веществ,

сахаров, содержание клетчатки, антиоксидантная активность) и микробиологическим показателям.

Результаты и их обсуждение. Оптимальное соотношение основных ингредиентов в рецептурах мучных кондитерских изделий определено на основе решения систем линейных уравнений и неравенств с использованием программного обеспечения MatLab. При этом целевой функцией являлось определение содержания в готовых образцах пищевых веществ (белков, кальция, клетчатки) в количествах, обеспечивающих функциональность изделий. В качестве примера приведем расчет рецептуры творожного полуфабриката с гречишной клетчаткой, с порошком свеклы ИК-сушки и стевииозидом. В таблице 1 представлена информационная матрица данных для проектирования этой рецептуры.

Таблица 1

Информационная матрица данных по рецептуре образца № 3

Рецептурные ингредиенты	Диапазон варьирования, %	Содержание белка, %	Индекс, X_i	Массовая доля пищевых волокон (клетчатки), %	Энергетическая ценность, ккал	Содержание Са, 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 свеклы	3...8	14,51	X_7	4,3	270	2,05
Гречишная 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:

наличие пищевых волокон не менее 3 г (10% от рекомендуемого суточного потребления (РСП)):

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

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

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

содержание белка не менее 9 г (10% от рекомендуемого суточного потребления (РСП)):

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

получение единицы продукта:

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

Приведенная 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 1) формируется система линейных балансовых уравнений [1].

Таким образом, данная модель подтверждает оптимальность выбранной рецептуры творожного полуфабриката с использованием гречишной клетчатки, с порошком свеклы ИК-сушки и стевии по содержанию белка, пищевых волокон и кальция.

На следующем этапе исследований проводилось приготовление образцов мучных кондитерских изделий. Концентрация порошка из оболочек зерен гречихи и порошка ИК-сушки из свеклы в образцах, определенная путем математического моделирования, составила 8% и 10% от массы муки с соответствующим уменьшением ее закладки.

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

Органолептическая оценка проводилась по результатам дегустационных листов экспертной комиссии [4]. Результаты исследования показали, что полученные образцы обладают высокими качественными характеристиками. Балльная оценка представлена в виде профилограммы на рисунке 1.

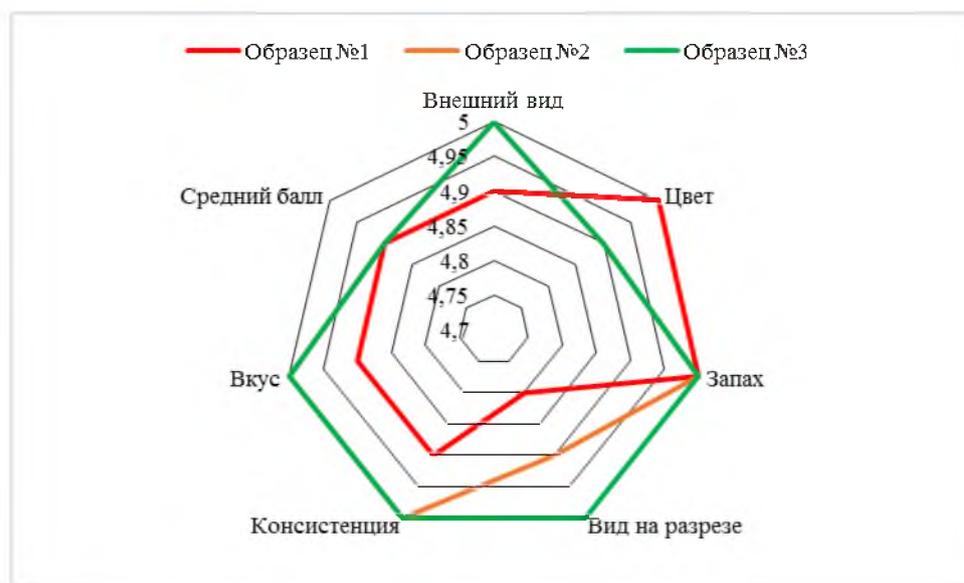


Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей мучных кондитерских изделий

Установлено, что готовые изделия имеют: приятный розовый цвет, хорошую консистенцию, несколько специфический привкус гречневой крупы, что не ухудшает в целом органолептические показатели изделий.

Физико-химические показатели определялись стандартными методами. В таблице 2 представлены результаты физико-химических показателей готовых образцов.

Таблица 2

Результаты физико-химических показателей качества готовых образцов

Наименование образца	Влажность, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля клетчатки, %	Содержание кальция, %	Массовая доля золы, %	Массовая доля сахаров, %
Образец 1	32,6±0,14	10,1±0,32	0,03±0,003	0,17±0,01	0,8±0,07	32,4±0,12
Образец 2	33,48±0,39	12,8±0,26	3,55±0,1	0,21±0,01	1,7±0,02	35,1±0,15
Образец 3	30,28±0,4	12,8±0,26	3,55±0,1	0,21±0,01	1,7±0,01	0,2±0,006

На рисунках 2, 3, 4 показаны результаты определения массовой доли клетчатки, белка и кальция, соответственно, в образцах изделий и обозначен порог их функциональности.

Установлено, что больше всего клетчатки содержится в образце с добавлением гречневой лузги в совокупности с порошком ИК-сушки свеклы, тогда как в контрольном образце ее содержание близко к нулю. Содержание клетчатки составляет более 15% от рекомендуемой суточной нормы, что доказывает функциональность готовых изделий (рис.2) [3].

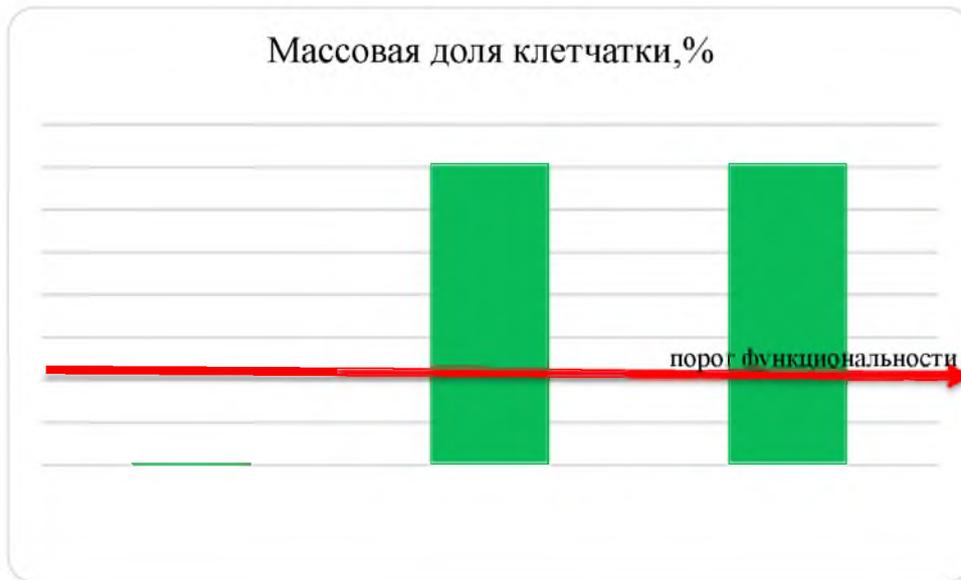


Рис. 2. Результаты определения массовой доли клетчатки, %



Рис. 3. Результаты определения массовой доли белка, %

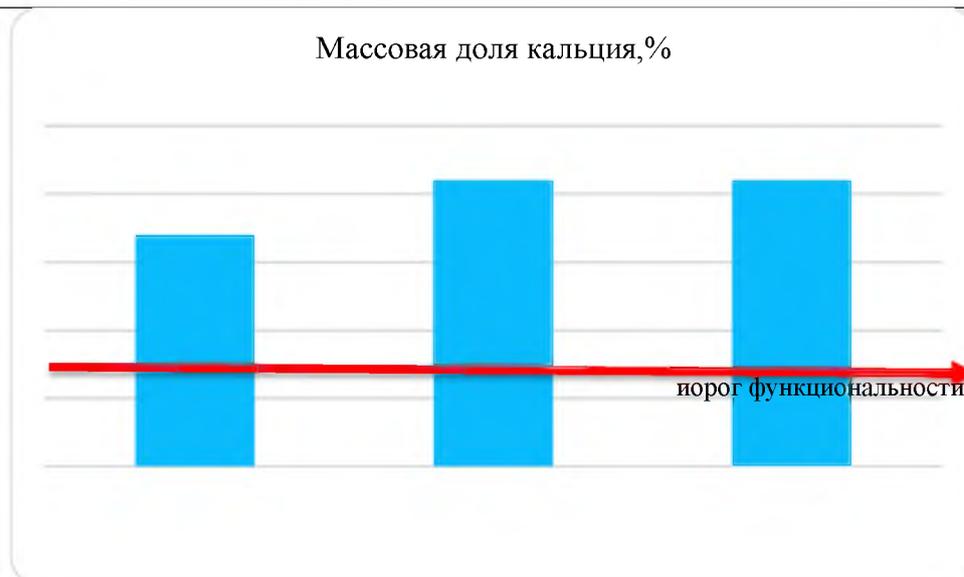


Рис. 4. Результаты определения массовой доли кальция, %

С учётом физиологической нормы потребления клетчатки (25 мг/сутки) и процента функциональности 15% (0,75 мг) установлено, что образцы № 2 и №3 восполняют 15% от нормы потребления клетчатки, что свидетельствует о функциональности изделия.

С учётом физиологической нормы потребности в кальции (1000–1200 мг/сут) и белке (90 г/сут), их процента функциональности 15% (150–180 мг) и 10% (9 г) соответственно, установлено, что образцы № 1, № 2, №3 восполняют нормы потребления кальция и белка, что свидетельствует об их функциональности. По результатам исследования установлено, что при замене сахара на натуральный сахарозаменитель стевииозид (образец №3), массовая доля сахаров в изделиях снижается до минимума.

Результаты микробиологических исследований по КМАФАМ содержанию, БГКП и плесеней показали соответствие всех образцов требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Выводы. Таким образом, разработанные рецептуры творожных полуфабрикатов с использованием гречишной клетчатки можно отнести к функциональным продуктам по содержанию в них белка, кальция и клетчатки. Готовые изделия с сахаром можно рекомендовать для широкого круга потребителей, а с сахарозаменителем для категории населения с ограниченным потреблением сахара.

Разработанные изделия являются источником белка, клетчатки, кальция и антиоксидантов и могут использоваться в диетическом и лечебно-профилактическом питании как функциональные продукты питания, так как в 100 г продукции содержится 15% от суточной нормы потребления функциональных ингредиентов. Таким образом, разработанные мучные кондитерские изделия имеют высокий потенциал для внедрения в производство, поскольку являются изделиями функционального назначения.

Список литературы

1. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания [Текст]: учебное пособие / Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий; ФГБОУ ВПО «КГТУ». – Тамбов, 2011. – 80 с.
2. Голубев В.Н. Ресурсосберегающая технология природного подсластителя пищевых продуктов – стевииозид [Текст] / Голубев В.Н., Гедрих М.Г., Русакова И.А. // Пищевая промышленность. – 1997. - №5. – С.10-11.

3. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартиформ, 2014. – 10с.
4. ГОСТ 31986-2012. Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания. Введ. 01.01.2015. М: Стандартиформ, 2014. – 11 с.
5. Каравай Л.В., Кузнецова А.А., Николаенко О.Ю., Чернышова А.Н., Л.В. Левочкина. Влияние комбинированного гидролиза на пищевую ценность лузги гречихи и использование её пищевых волокон в производстве мучных кондитерских изделий // Международная научно-практическая интернет-конференция «SCIENTIFIC RESEARCHES AND THEIR PRACTICAL APPLICATION. MODERN STATE AND WAYS OF DEVELOPMENT» с 2 по 12 октября 2012 г. на сайте www. sworld.
6. Li, X. Antioxidative properties of hydrated ethanol extracts from tartary buckwheat grains as affected by the changes of rutin and quercetin during preparations / X. Li, D. Li. J. Schmidt, V. Grishchenko, T. Kalenik // Journal of Medicinal Plants Research. 2011, Vol. 5(4). PP. 572-578
7. Мацейчик И. В. Разработка технологий и рецептур творожного полуфабриката функционального назначения = The development of technologies and compoundings of the cottage cheese semi-finished product of functional purpose / И. В. Мацейчик, А. Н. Сапожников, С. М. Корпачева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. - 2017. – № 8 (131). – С. 62–68.
8. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. - СПб.:ПРОФИ – ИНФОРМ, 2005. – 296 с.
9. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.04.2012 г. № 559-р: по состоянию на 13 января 2017 г.
10. Суровикина В. И. Гречиха: питание, лечение, здоровье, долголетие человека // Здоровье и экология. – 2005. – № 4. – С. 8-11.
11. Язев С.Г. Использование лузги гречихи в пищевом производстве// Наука и современность. – 2014. - № 34. – С. 102-105.

Bibliographic list

1. Computer-aided design of complex multicomponent food [Text]: textbook / E. I. Muratova, S. G. Tolstykh, S. I. Dvoretzky; FSBEI HPE "TSTU". – Tambov, 2011. – 80 p.
2. Golubev V. N. Resource-saving technology of natural food sweetener – stevioside [Text] / Golubev V. N., Gedrich M. G., Rusakova I. A. // Food industry. – 1997. - №5. – P. 10-11.
3. GOST 31675-2012. Stern. Methods of determining the content of crude fiber with the use of an intermediate filter. Enter. 01.07.2013. M.: STANDARTINFORM, 2014. – 10 PP.
4. GOST 31986-2012. Catering service. The method of organoleptic evaluation of the quality of catering products. Enter. 01.01.2015. M: Standardinform, 2014. 11 PP.
5. Karavay L. V., Kuznetsova A. A., Nikolaenko O. Yu., Chernyshova A. N., Levochkin. The effect of combined hydrolysis on the nutritional value of buckwheat husk and its use of dietary fibers in the production of flour confectionery products // international scientific-practical Internet-conference "SCIENTIFIC RESEARCHES AND THEIR PRACTICAL APPLICATION. MODERN STATE AND WAYS OF DEVELOPMENT" from 2 to 12 October 2012 at www. sworld.
7. Matejczik, I. V. Development of technologies and formulations of semi-finished cottage cheese of a functional purpose = The development of compoundings and technologies of the cottage cheese semi-finished product of functional purpose / I. V. Matejczik, A. N. Shoemakers, Korpacheva, S. M. // Bulletin of Krasnoyarsk state agrarian University. - 2017. – № 8 (131). – P. 62-68.
8. Collection of recipes of flour confectionery and bakery products. - SPb.: PROFIL - INFORM, 2005. - 296 p.

Известия КГТУ им. И.Раззакова 50/2019

9. Strategy of development of the food and processing industry of the Russian Federation for the period up to 2020: Order of the Government of the Russian Federation dated 17.04.2012 № 559-р: as of January 13, 2017

10. Surovikina V. I. Grechikha: nutrition, treatment, health, human longevity // Health and ecology. – 2005. – № 4. – P. 8-11.

11. Yazev S. G. the Use of buckwheat husks in food production// Science and modernity. – 2014. - № 34. – P. 102-105.