

УДК 664

Научное обоснование и разработка рецептуры кондитерского изделия с использованием нетрадиционного вторичного сырьевого источника

Канд. техн. наук М. Н. АЛЬШЕВСКАЯ¹,

канд. техн. наук О. В. АНИСТРАТОВА^{1,2}, Е. С. КИРИЧЕНКО³

¹Калининградский государственный технический университет

²Западный филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

³Ресторан «Угли»

E-mail: oksana.anistratova@klgtu.ru

*Разработка рецептур кондитерских изделий из отечественного сырья, отвечающего современным требованиям безопасности, являющихся источниками эссенциальных компонентов отвечает задачам продовольственной безопасности Российской Федерации в условиях санкционной политики и импортозамещения. Актуальность работы основана на обосновании целесообразности включения в состав рецептуры макарон жмыха сыти съедобной луговой (*Cyperus esculentus* L.), пшеничной муки и их смеси с целью замены миндальной муки для снижения себестоимости готового изделия и использования отечественного нетрадиционного вторичного сырьевого источника. В статье представлены результаты исследований физико-химических и органолептических характеристик жмыха, получаемого после отжима масла клубнеплодов сыти съедобной луговой (*Cyperus esculentus* L.). Высокое содержание жира ($17,2\pm 0,7\%$), светло-кремовый цвет, ореховый вкус, позволяют его рассматривать как альтернативу миндальной муке в производстве кондитерских изделий. Установлено, что частичная замена миндальной муки на смесь пшеничной и жмыха тигрового ореха позволяет улучшить структурно-реологические характеристики теста, его формоустойчивость, снижается процент упека изделий. В образцах с добавлением жмыха сыти луговой значения показателя формоустойчивости выше и составили $0,32\pm 0,02\%$, меньшее значение данного показателя было в образце с миндальной мукой ($0,24\pm 0,01\%$). Проведенные исследования показали, что с добавлением жмыха в рецептуру теста уменьшается процент упека ($8,23\pm 0,38\%$), что соответственно определяет больший выход изделий. Введение в рецептуру кондитерского изделия макарон жмыха тигрового ореха дает возможность прогнозируемо выпускать кондитерские изделия с высокими органолептическими, текстурными характеристиками, пищевой и биологической ценностью и меньшей себестоимостью.*

Ключевые слова: мучное кондитерское изделие, макарон, жмых сыти съедобной луговой (*Cyperus esculentus* L.).

Информация о статье:

Поступила в редакцию 04.07.2023, одобрена после рецензирования 28.07.2023, принята к печати 11.08.2023

DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-4-73-78

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Альшевская М. Н., Анистратова О. В., Кириченко Е. С. Научное обоснование и разработка рецептуры кондитерского изделия с использованием нетрадиционного вторичного сырьевого источника. // Вестник Международной академии холода. 2023. № 4. С. 73–78. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-4-73-78

Scientific substantiation and development of a confectionery product recipe using a non-traditional secondary raw source

Ph. D. M. N. ALSHEVSKAYA¹, Ph. D. O. V. ANISTRATOVA^{1,2}, E. S. KIRICHENKO³

¹Kaliningrad State Technical University

²Western branch of the Russian President Academy of National Economy and Public Administration

³Restaurant Ugli

E-mail: oksana.anistratova@klgtu.ru

*The development of recipes for confectionery products from domestic raw materials that meet modern safety requirements, which are sources of essential components, meets the objectives of food security of the Russian Federation in the context of sanctions policy and import substitution. The relevance of the work is based on the justification of including in the composition of the macaron recipe edible meadow cake (*Cyperus esculentus* L.), wheat flour, and their mixtures*

in order to replace almond flour to reduce the cost of the finished product and the use of domestic non-traditional secondary raw material source. The article presents the results of studies of the physico-chemical and organoleptic characteristics of the cake obtained after pressing the oil of tubers of cyperus edible meadow (*Cyperus esculentus* L.). The high fat content ($17.2 \pm 0.7\%$), light cream color, and nutty taste allow it to be considered as an alternative to almond flour in the production of confectionery. It was found that partial replacement of almond flour with a mixture of wheat and tiger nut cake allows to improve the structural and rheological characteristics of the dough, its shape stability, with the percentage of baking loss decreasing. In the samples with the addition of sweet meadow cake, the values of the shape stability index were higher and amounted to $0.32 \pm 0.02\%$, the lower value of this indicator was in the sample with almond flour ($0.24 \pm 0.01\%$). Studies have shown that with the addition of cake to the dough formulation, the percentage of baling loss decreases ($8.23 \pm 0.38\%$), which accordingly determines a greater yield of products. The introduction of tiger nut cake into the macaron recipe allows to produce predictably confectionery products of high organoleptic and textural characteristics, nutritional and biological value as well as lower cost.

Keywords: flour confectionery, pasta, macaron, cake of edible meadow sucrose (*Cyperus esculentus* L.).

Article info:

Received 04/07/2023, approved after reviewing 28/07/2023, accepted 11/08/2023

DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-4-73-78

Article in Russian

For citation:

Alshevskaya M. N., Anistratova O. V., Kirichenko E. S. Scientific substantiation and development of a confectionery product recipe using a non-traditional secondary raw source. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2023. No 4. p. 73–78. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-4-73-78

Введение

Кондитерские изделия пользуются огромным спросом среди различных групп населения. Широкий ассортимент, представленный в розничной торговле и предприятиях общественного питания, позволяет удовлетворить самые изысканные вкусы потребителей.

Французское пирожное макарон (macarons), изготавливаемое на основе теста макоранаж, представляет собой взбитый с сахаром белок с подмешиванием миндальной муки, которая является дорогим импортным сырьем.

Одним из наиболее распространенных путей удешевления макарон на производстве является замена миндальной муки на арахисовую. Также в патентной литературе есть данные о возможности частичной замены в макарон миндальной муки на кедровую и конопляную. Замена на кедровую муку направлена на повышение пищевой ценности конечного продукта за счет перераспределения жиров и белков и на расширение спектра вкусоароматических оттенков получаемого продукта. Использование кедровой, конопляной муки или конопляного протеина в изделии направлено на повышение количества белков в конечном продукте. Также существует альтернативный метод изготовления веганских макарон на картофельном протеине и аквафабе — вязкой жидкости, полученной в результате отваривания плодов бобовых культур [1, 2]. Недостатком использования таких рецептов является высокая стоимость сырья, более длительная технология изготовления, нестабильный результат теста и специфический вкус.

Поэтому исследования, по изысканию возможности снижения себестоимости кондитерских изделий в части замены импортного сырья на отечественное, на данный момент являются актуальными.

Ресурсосбережение, включающее комплексную переработку растительного сырья для создания пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям безопасности и качества, является важнейшим направлением

развития отрасли, формированием продовольственной безопасности, что отражено в нормативно-правовых актах Российской Федерации [3, 4].

Сыть съедобная луговая (*Cyperus esculentus* L.) распространенная в странах Африки, Средиземноморья известна также как чуфа, тигровый орех или земляной миндаль.

Также тигровый орех начали выращивать в фермерских хозяйствах Краснодарского края, где из выращенных и переработанных клубнеплодов получают масло, а полученный жмых может быть использован как вторичный сырьевой источник.

Проведенные исследования показали, что тигровый орех, выращенный в Кореновском районе Краснодарского края, обладает высоким биопотенциалом, как источник МНЖК, ПНЖК и витамина Е [5, 6].

Одним из решений по снижению себестоимости готового продукта является рассмотрение возможности частичной замены миндальной муки на жмых тигрового ореха и пшеничную муку, себестоимость которых существенно ниже.

Однако, изменение рецептурного состава макоранажа может значительно повлиять на органолептические характеристики готового изделия (внешний вид и консистенцию), его формоустойчивость и текстуру. Также важно изучение реологических свойств теста для прогнозирования качества выпускаемых изделий и предотвращения появления их дефектов [7]–[10].

Цели и задачи исследования

Цель работы — научное обоснование и разработка рецептуры кондитерского изделия макарон с использованием продукта переработки растительного сырья. Для достижения поставленной цели необходимо было выполнить следующие задачи: изучить органолептические, физико-химические показатели жмыха клубнеплодов сыти луговой (*Cyperus esculentus* L.) и возможность его использования в технологии кондитерских изделий;

обосновать соотношение растительных сухих компонентов смеси для теста макаронаж и определить его физико-химические показатели; изучить органолептические характеристики кондитерского изделия макарон, произведенные из различных сухих растительных компонентов и их смесей [11, 12].

Материалы и методы исследований

Для приготовления образцов использовалось сырье и полуфабрикаты: мука миндальная, мука пшеничная высшего сорта, жмых сыти съедобной луговой, сахар, сахарная пудра, яичный белок. Все используемое в процессе проведения исследований сырье по показателям качества и безопасности соответствовало требованиям нормативной документации.

Для изучения влияния рецептурных компонентов на органолептические, физико-химические показатели, пористость и текстуру полуфабриката макарон было приготовлено 3 опытных образца теста, в качестве контроля рассматривалось тесто, в составе которого была только миндальная мука. В табл. 1 представлено соотношение миндальной муки и заменяемых ингредиентов в рецептуре разрабатываемых образцов.

Таблица 1

Соотношение видов муки в образцах теста

Table 1

The ratio of flour types in dough samples

Наименование компонентов	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Миндальная мука	100	57,2	52,7	47,9
Пшеничная мука	—	—	47,3	25,7
Жмых сыти съедобной луговой	—	42,8	—	26,4
Итого, %	100	100	100	100

В полученных образцах теста определяли вязкость при помощи ротационного вискозиметра Brookfield DV-II+Pro с использованием шпинделя RV-6, температура образцов теста 22 ± 1 °C [13].

Далее тесто отсаживалось и выпекалось при температуре 140–145 °C в течение 12–18 мин, в зависимости от рецептуры. В полученных образцах определяли показатели, характеризующие качество готового изделия: массовую долю влаги (ГОСТ 5900–2014), титруемую кислотность (ГОСТ 5898–2022), упек, формоустойчивость, намокаемость (ГОСТ 10114–80), органолептические показатели (вкус, аромат, консистенцию, пористость изделий на разрезе).

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований были изучены физико-химические и органолептические показатели используемого жмыха. Порошок представлял собой дисперсную массу светло-бежевого цвета, вкус ореховый, сладковатый, со следующими физико-химическими показателями:

- массовая доля влаги $5,2 \pm 0,3$ %;
- массовая доля жира $17,2 \pm 0,7$ %;
- массовая доля белка %;
- массовая доля углеводов $62,9 \pm 1,7$ %, в том числе пищевые волокна $6,8 \pm 0,5$ %.

Для прогнозирования качества выпускаемых изделий важно изучение реологических свойств теста, так как любые изменения в рецептуре напрямую влияют на основные производственные параметры и качество готовой продукции.

В процессе исследований были изучены показатели вязкости образцов теста и определены темпы разрушения их структуры. Установлено, что наибольший темп разрушения структуры характерен для контрольного образца (0,482), и опытного образца 2 (0,540), в составе которого присутствует пшеничная мука. В образцах теста, в рецептуре которых присутствовал жмых тигровых орехов, система была более стабильна, способная лучше восстанавливаться после механического воздействия. В опытном образце 1 данный показатель составил 0,461, в образце 3 — 0,473 [14].

В период выпечки уровень подъема теста играет важную роль, высота во время приготовления за счет расширения воздушных пор в изделии увеличивается почти в 2 раза, далее масса незначительно опускается и стабилизируется. Контрольный образец и опытный образец № 2 с добавлением пшеничной муки имеют наименьшую формоустойчивость ($0,24 \pm 0,01$ %). В образцах с добавлением жмыха сыти луговой показатели формоустойчивости составили: образец 1 — $0,29 \pm 0,01$ % и образец 3 — $0,32 \pm 0,02$ %, соответственно.

Полученные данные хорошо коррелируют со значениями эффективной вязкости готового макаронажа: чем ниже меньше скорость разрушения структуры, тем большую формоустойчивость имеет кондитерское изделие.

Влияние содержания жмыха тигрового ореха, пшеничной муки или их смесей на упек, показатель титруемой кислотности и содержание влаги образцов печенья макарон в процессе холодильного хранения при температуре 4 ± 2 °C и влажности 75 ± 1 % в негерметичной упаковке представлены в табл. 2.

Проведенные исследования показали, что с добавлением жмыха в рецептуру теста уменьшается процент

Таблица 2

Показатели упека и влажности образцов

Table 2

Indicators of baking loss and moisture content of samples

Наименование показателя	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Упек, %	$9,56 \pm 0,34$	$9,61 \pm 0,23$	$10,41 \pm 0,42$	$8,23 \pm 0,38$
Титруемая кислотность, град.	$1,79 \pm 0,11$	$1,29 \pm 0,10$	$1,99 \pm 0,15$	$1,19 \pm 0,10$
Массовая доля влаги (фон) %	$1,02 \pm 0,02$	$1,00 \pm 0,15$	$1,02 \pm 0,02$	$1,05 \pm 0,02$
Массовая доля влаги (6 сут. хранения), %	$9,32 \pm 0,19$	$9,3 \pm 0,18$	$9,32 \pm 0,19$	$9,55 \pm 0,19$

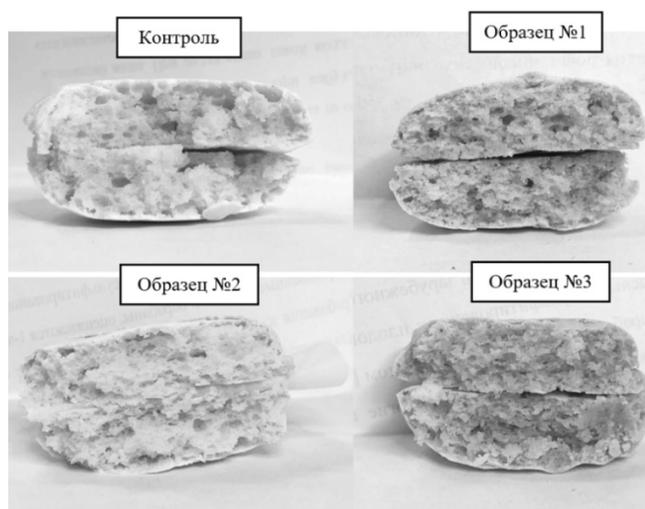


Рис. 1. Внешний вид образцов
Fig. 1. Appearance of samples



Рис. 2. Дегустационные образцы
Fig. 2. Degustation samples

упека изделий, что соответственно определяет больший выход изделий.

Массовая доля влаги образцов при использовании различных видов муки в составе теста существенно не изменилась и находится в едином диапазоне измерений.

Содержание кислот оказывает значительное влияние на свойства теста и хранение готовых изделий, поскольку в кислой среде лучше набухают белки муки, клейковина становится более упругой и менее растяжимой, снижается активность ферментов (амилолитических и протеолитических).

Результаты исследований, приведенные в табл. 3 показывают, что самой высокой кислотностью (1,99±0,15 град.) обладает образец с добавлением пшеничной муки (образец 2). Это объясняется тем, что в муке присутствуют органические кислоты — яблочная, уксусная, молочная, щавелевая и другие, а также белки, имеющие кислую реакцию и различных фосфорорганические соединения, в первую очередь фитин и фосфолипиды. При добавлении жмыха сыти луговой в другие образцы (образцы 1 и 3) кислотность изделий сразу уменьшается, так как в его составе присутствует меньшее количество повышающих кислотность веществ.

Завершением технологического процесса приготовления макарон является отсадка крема на крышечки и их пропитывание в течение 8 ч и более. Но стоит отметить, что готовое кондитерское изделия не должно быть мягким снаружи при его взятии, оно должно иметь хрустящую корочку и влажный равномерно пропитанный мякиш внутри. Для выбора оптимальной рецептуры макарон исследовали намокаемость образцов и сравнили их между собой.

Самый высокий показатель намокаемости отмечался в опытном образце 2 из пшеничной муки (169,4±5,8%). У образцов, в рецептуре которых использовали миндальную муку (контроль и образец 1) данный показатель был меньше и составил 129,4±4,4% и 131,1±4,7%, соответственно. При использовании купажа пшеничной муки и жмыха тигрового ореха (образец 3) намокаемость изучаемых мучных кондитерских изделий уменьшилась на 24% и составила (145,1±5,1%).

Органолептические показатели и разрез образцов представлены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что образцы с добавлением жмыха сыти луговой имеют пропеченный разрез с более темным цветом, по сравнению с контролем.

Дальнейшие исследования по оценке органолептических характеристик образцов кондитерских изделий были в виде слепой дегустации, образцы макаронс были окрашены в разные цвета, для получения достоверного результата (рис. 2).

Все образцы получили высокую органолептическую оценку. Самые высокие балла получили опытные образцы печенья в рецептуре которых присутствовала пшеничная мука. Они обладали равномерной консистенцией и лучшими видами на разрезе. 81% дегустаторов посчитали опытные образцы 2 и 3 лучшими по всем показателям. Это показывает, что частичная замена миндальной муки на смесь пшеничной и жмыха сыти съедобной луговой возможна и не приводит к снижению качества готовых изделий, а использование предложенных рецептов удешевляет себестоимость крышечек в среднем на 33%, при этом органолептические показатели для потребителей аналогичны классическим.

В последнее время при разработке пищевых продуктов актуальным является их функциональная направленность.

Миндальная мука и шрот сыти съедобной луговой — продукты, богатые большим количеством жирорастворимого витамина Е, по сравнению с традиционной пшеничной мукой. Содержание данного витамина в миндальной муке составляет 24,6 мг%, в жмыхе сыти съедобной луговой — 23,97 мг% [15].

В табл. 3 представлены расчетные данные содержания витамина Е в макаронс, по классической рецептуре и разработанной авторами на 100 гр полуфабриката (крышечки) и порцию (30 г масса крышечек для одного изделия).

Из представленных данных табл. 1 видно, что в рецептурах контроля и образца 1 содержание витамина Е составляет свыше 15% в 100 г полуфабриката и порции (30 г) от уровня рекомендуемого суточного потребления, что удовлетворяет требованиям ГОСТ 55577 «Продукты пище-

Таблица 3

Содержание витамина Е в образцах, мг/100 г

Table 3

Vitamin E content in samples, mg/100g

Сырье	Витамин Е, мг/100 г продукта	Контроль		Образец 1		Образец 2		Образец 3	
		100 г п/ф	30 г п/ф (порция)						
Миндальная мука	24,6	7,18	2,15	4,1	1,23	3,79	1,14	3,44	1,03
Щрот сыти съедобной луговой	23,97	—	—	2,97	0,9	—	—	1,56	0,47
Итого		7,18	2,15	7,07	2,13	3,79	1,14	5,0	1,5
Суточное потребление	Физиологическая потребность для взрослых — 15 мг ток. экв./сутки (12,4 мг%) Физиологическая потребность для детей — от 3 до 15 мг ток. экв./сутки (2,5–12,4 мг%)								
% от уровня рекомендуемого суточного потребления	—	57,9	17,34	57,01	17,18	30,56	9,19	40,32	12,1

вые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности». Использование пшеничной муки в рецептурах образцов 2 и 3 удешевляет продукт более чем на 30 %, при этом содержание витамина Е в порции (30 г полуфабриката) образцов 2 и 3 ниже рекомендуемой. Для удовлетворения требуемого уровня возможно увеличение порции в 2 раза (2 шт. изделия).

Выводы

В результате проведенного исследования разработан рецептура французского кондитерского изделия «макарон» с использованием смеси пшеничной муки и продукта переработки растительного сырья — жмыха тигрового ореха.

Полеченная рецептурная композиция способствует улучшению структурно-реологических характеристик теста, что позволяет производить кондитерские изделия

с заданными органолептическими характеристиками, что было отмечено дегустаторами в процессе испытаний.

В процессе изучения физико-химических показателей установлено, что введение в рецептуру печенья макарон нетрадиционного растительного сырья увеличивает формоустойчивость (на 20–30%), уменьшает упек и намокаемость мучного кондитерского изделия.

Рассчитано количество витамина Е в образцах, показано, что в образце с добавлением жмыха сыти съедобной луговой содержание витамина Е в 100 г или разовой порции пищевого продукта составляет не менее 15 % от уровня рекомендуемого суточного потребления.

Результаты проведенных исследований позволили обосновать возможность использования продуктов переработки тигрового ореха в технологии кондитерского изделия макарон для получения печенья макарон из сырья отечественного производства.

Литература

1. Патент 2019141640 Российская Федерация, МПК А23G 3/48 (2006.01), А23G 3/50 (2006.01). Способ изготовления кондитерских изделий / Т. П. Вьюгина; заявитель и патентообладатель Т. П. Вьюгина. № 2019141640; заявл. 16.12.2019; опубл. 14.07.2020, Бюл. № 20.
2. Патент 2020135581 Российская Федерация, МПК А23G 3/48 (2006.01), А23G 3/52 (2006.01), А21D 13/50 (2017.01). Способ изготовления кондитерских изделий / Т. П. Вьюгина; заявитель и патентообладатель Т. П. Вьюгина. № 2020135581; заявл. 29.10.2020; опубл. 01.06.2021, Бюл. № 16.
3. Жаркова И. М. Обзор разработок мучных изделий для безглютенового и геродиетического питания / И. М. Жаркова, А. А. Самохвалов, В. Г. Густинович, С. Я. Корячкина, Ю. Ф. Росляков // Вестник ВГУИТ. 2019. № 1 (79). С. 35–42.
4. Лукина С. И. Применение нетрадиционного сырья в производстве бисквитно-сбивного печенья / И. С. Лукина, Е. И. Пономарева, И. П. Пешкина, Х. Ю. Боташева // Хранение и переработка сельхозсырья. 2018. № 1. С. 56–59.
5. Бобренева И. В., Баюми А. А. Возможность использования тигровых орехов в мясных продуктах. // Техника и технология пищевых производств. 2019. № 2. С. 185–192.
6. Холобова К. А. Анализ биопотенциала клубней сыти съедобной луговой (*Cyperus esculentus L.*), производимой в Краснодарском крае, и перспективы ее использования в технологии продуктов питания / К. А. Холобова, О. В. Анистратова, М. Л. Винокур, А. П. Рынковой // Науч-

References

1. Patent 2019141640 Russian Federation, IPC A23G 3/48 (2006.01), A23G 3/50 (2006.01). Method of making confectionery products / T. P. Vyugina; applicant and patent holder T. P. Vyugina. No. 2019141640; application 16.12.2019; publ. 14.07.2020, Bul. No. 20. (in Russian)
2. Patent 2020135581 Russian Federation, IPC A23G 3/48 (2006.01), A23G 3/52 (2006.01), A21D 13/50 (2017.01). Method of making confectionery / T. P. Vyugina; applicant and patent holder T. P. Vyugina. No. 2020135581; application No. 29.10.2020; publ. 01.06.2021, Bul. No. 16. (in Russian)
3. Zharkova I. M. Review of the development of flour products for gluten-free and herodietic nutrition / I. M. Zharkova, A. A. Samokhvalov, V. G. Gustinovich, S. Ya. Koryachkina, Yu. F. Roslyakov. *Vestnik VGUIT*. 2019. No. 1 (79). pp. 35–42. (in Russian)
4. Lukina S. I. The use of unconventional raw materials in the production of biscuit-churned cookies / I. S. Lukina, E. I. Ponomareva, I. P. Peshkina, H. Y. Botasheva. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2018. No. 1. pp. 56–59. (in Russian)
5. Bobreneva I. V., Bayumi A. A. The possibility of using tiger nuts in meat products. *Technique and technology of food production*. 2019. No. 2. pp. 185–192. (in Russian)
6. Kholobova K. A. Analysis of the biopotential of tubers of edible meadow grass (*Cyperus esculentus L.*) produced in the Krasnodar Territory and prospects for its use in food technology / K. A. Kholobova, O. V. Anistratova, M. L. Vinokur, A. P. Ryn-

- ный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2022. № 3. С. 3–11.
7. Defelice M. S. Yellow nutsedge *Cyperus esculentus* L. Snack food of the gods. // *Weed Technol.* 2002. No 16. P. 901–907.
 8. Arafat S. M. Chufa tubers (*Cyperus esculentus* L.): As a new source of food. / S. M. Arafat, A. M. Gaafar, A. M. Basuny, L. S. Nassef. // *World Appl. Sci. J.* 2009. No 7. P. 151–156.
 9. Abano E., Amoah K. Effect of moisture content on the physical properties of tiger nut (*Cyperus esculentus*). // *Asian J. Agric. Res.* 2011. No 5. P. 56–66.
 10. Adel A. A. Chemical composition, physicochemical properties and fatty acid profile of Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L) seed oil as affected by different preparation methods / A. A. Adel, A. M. Awad, H. H. Mohamed, S. Iryna // *Int. Food Res. J.* 2015. No 22. P. 1931–1938.
 11. Ogunlade I. Chemical compositions, antioxidant capacity of Tiger nut (*Cyperus esculentus*) and potential health benefits / I. Ogunlade, A. Adeyemi Bilikis, G. Aluko Olanrewaju // *Eur. Sci. J.* 2015. No 11. P. 217–224.
 12. Ezeh O. Tiger nut oil (*Cyperus esculentus* L.): A review of its composition and physico-chemical properties / O. Ezeh, M. H. Gordon, K. Niranjana // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2014. No 116. P. 783–794.
 13. Крупенникова В. Е. Определение динамической вязкости на ротационном вискозиметре Brookfield RVDVII+Pro / В. Е. Крупенникова, В. Д. Раднаева, Б. Б. Танганов. Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2011. 48 с.
 14. Альшевская М. Н. Исследование реологических свойств теста для производства кондитерского изделия макарон / М. Н. Альшевская, О. В. Анистратова, Е. С. Кириченко // *Вестник молодежной науки.* 2023. № 1. <https://doi.org/10.46845/2541-8254-2023-1> (38)-9-9.
 15. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. И. М. Скурихина и В. А. Тутельяна. Москва: ДеЛи принт. 2002. 236 с.
 16. kova. *Scientific Journal of ITMO Research Institute. The series «Processes and devices of food production».* 2022. No. 3. pp. 3–11. (in Russian)
 7. Defelice M. S. Yellow nutsedge *Cyperus esculentus* L. Snack food of the gods. *Weed Technol.* 2002. No 16. P. 901–907.
 8. Abano E., Amoah K. Effect of moisture content on the physical properties of tiger nut (*Cyperus esculentus*). *Asian J. Agric. Res.* 2011. No 5. P. 56–66.
 9. Abano E., Amoah K. Effect of moisture content on the physical properties of tiger nut (*Cyperus esculentus*). *Asian J. Agric. Res.* 2011. No 5. P. 56–66.
 10. Adel A. A. Chemical composition, physicochemical properties and fatty acid profile of Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L) seed oil as affected by different preparation methods / A. A. Adel, A. M. Awad, H. H. Mohamed, S. Iryna. *Int. Food Res. J.* 2015. No 22. P. 1931–1938.
 11. Ogunlade I. Chemical compositions, antioxidant capacity of Tiger nut (*Cyperus esculentus*) and potential health benefits / I. Ogunlade, A. Adeyemi Bilikis, G. Aluko Olanrewaju. *Eur. Sci. J.* 2015. No 11. P. 217–224.
 12. Ezeh O. Tiger nut oil (*Cyperus esculentus* L.): A review of its composition and physico-chemical properties / O. Ezeh, M. H. Gordon, K. Niranjana. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2014. No 116. P. 783–794.
 13. Krupennikova V. E. Determination of dynamic viscosity on a Brookfield RVDV II+Pro rotary viscometer / V. E. Krupennikova, V. D. Radnaeva, B. B. Tanganov. Ulan-Ude: Publishing House of VSSTU, 2011. 48 p. (in Russian)
 14. Alshevskaya M. N. Investigation of rheological properties of dough for the production of confectionery pasta / M. N. Alshevskaya, O. V. Anistratova, E. S. Kirichenko. *Bulletin of Youth Science.* 2023. no 1. <https://doi.org/10.46845/2541-8254-2023-1> (38)-9-9. (in Russian)
 15. Chemical composition of Russian food products: Reference / Edited by I. M. Skurikhin and V. A. Tutelyan. Moscow: Delhi print. 2002. 236 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Альшевская Марина Николаевна

К. т. н., доцент кафедры технологии продуктов питания, заместитель директора по основной образовательной деятельности Калининградского государственного технического университета, 236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, marina.alshevskaya@klgtu.ru, ORCID: 0000-0002-0632-9013

Анистратова Оксана Вячеславовна

К. т. н., преподаватель Западного филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 236016, Россия, Калининград, ул. Артиллерийская, 62, доцент кафедры технологии продуктов питания Калининградского государственного технического университета, 236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, oksana.anistratova@klgtu.ru, ORCID: 0000-0002-6278-0861

Кириченко Екатерина Сергеевна

Кондитер ресторана «Угли», Россия, Калининград, пр. Мира, 19–21, kirich_kate10@mail.ru, ORCID: 0009-0004-0773-4012

Information about authors

Alshevskaya Marina N.

Ph. D., Associate Professor at the Department of Food Technology, Deputy Director for Basic Educational activities of Kaliningrad State Technical University, 236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky avenue, 1, marina.alshevskaya@klgtu.ru, ORCID: 0000-0002-0632-9013

Anistratova Oksana V.

Lecturer of Western branch of the Russian President Academy of National Economy and Public Administration, Russia, Kaliningrad, st. Artillery, 62, Ph. D, Associate Professor at the Department of Food Technology Kaliningrad State Technical University, 236022, Russia, Kaliningrad, Sovetsky avenue, 1, oksana.anistratova@klgtu.ru, ORCID: 0000-0002-6278-0861

Kirichenko Ekaterina S.

Pastry-cook at the Ugli restaurant, Russia, Kaliningrad, avenue Mira, 19–21, kirich_kate10@mail.ru, ORCID: 0009-0004-0773-4012

