2020 Т. 50 № 1 / Техника и технология пищевых производств / Food Processing: Techniques and Technology
ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-1-10
УДК 637.522:615.322

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Разработка рецептуры полифункциональной добавки на основе взаимодействия ее компонентов

И. В. Бобренева[1,*], А. А. Баюми[1], А. В. Токарев[2]

[1] *ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 125080, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11*

[2] *ООО «ФудСофт», 394016, Россия, г. Воронеж, ул. Плехановская, 53*

**e-mail: dara56@mail.ru*

Дата поступления в редакцию: 14.11.2019
Дата принятия в печать: 23.03.2020

© И. В. Бобренева, А. А. Баюми, А. В. Токарев, 2020

Аннотация.
Введение. Тигровый орех и киноа произрастают на территории Египта и относятся к новому виду растительных добавок, содержащие значительное количество белка, пищевых волокон и обладающих высокой антиоксидантной активностью. В статье рассматриваются физико-химические и функциональные свойства тигровых орехов (*Cyperus esculentus*) и киноа (*Chenopodium quinoa*), а также их смесей с целью выявления их межфазного взаимодействия.
Объекты и методы исследования. На первом этапе изучали такие показатели, как оптическая плотность, показатель преломления, электропроводность, растворимость, pH и эффективная вязкость. Анализ был проведен на растворах растительных добавок и их смесей с целью оценки взаимосвязи и влияния каждого ингредиента на другой. На втором этапе использовали растительные добавки в сухом виде и исследовали влияние смесей добавок на качественные характеристики мясных модельных систем.
Результаты и их обсуждение. Выявлено, что исследуемые добавки являются синергистами. На основании изучения коллоидно-химических свойств добавок и их смесей с помощью специализированного программного комплекса «МультиМит Эксперт» разработана полифункциональная добавка «ТиКи», в которой оптимальное соотношение ингредиентов составляет 1:1. С помощью «МультиМит Эксперт» рассчитана стоимость нового вида полифункциональной добавки «ТиКи», составляющая 200 руб. за 1 кг, и рентабельность ее производства – 28 %. Степень гидратации добавки составляет 1:1. Разработанная полифункциональная добавка содержит 11,38 % пищевых волокон, 14,35 % липидов и 9,37 % белка, минеральные вещества (калий – 636,61 мг/100 г), витамины (С, Е и В) и обладает антиоксидантной активностью, достигающей 20,41 мг/г.
Выводы. Использование полифункциональной добавки «ТиКи» в качестве заменителя мясного сырья положительно влияет на такие показатели, как вкус, запах, цвет, аромат, и может применяться как функциональный ингредиент в мясных продуктах. Благодаря антиоксидантной активности исследуемой добавки можно предположить, что она положительно влияет на срок хранения.

Ключевые слова. Растительные добавки, тигровые орехи, киноа, мясные модельные образцы, взаимодействие компонентов, антиоксидантная активность

Для цитирования: Бобренева, И. В. Разработка рецептуры полифункциональной добавки на основе взаимодействия ее компонентов / И. В. Бобренева, А. А. Баюми, А. В. Токарев // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 1–10. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-1-10.

Original article
Available online at http://fptt.ru/eng

Formulation of a Multifunctional Plant Additive Based on the Interaction of its Components

I.V. Bobreneva[1,*], A.A. Baioumy[1], A.V. Tokarev[2]

[1] *Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamskoe Shosse, Moscow, 125080, Russia*

[2] *LLC Food Soft, 53, Plekhanovskaya Str., Voronezh, 394016, Russia*

Received: November 14, 2019

Accepted: March 03, 2020

*e-mail: dara56@mail.ru

© I.V. Bobreneva, A.A. Baioumy, A.V. Tokarev, 2020

Abstract.
Introduction. The research featured the physicochemical and functional properties of tiger nut (*Cyperus esculentus*), quinoa (*Chenopodium quinoa*), and their mixes. The research objective was to study the effects of their interfacial interaction and the qualitative characteristics of meat model systems, as well as general opportunities for their use in meat products.
Study objects and methods. The tiger nut is a traditional plant that grows in Egypt. It is often used in beverages and bakery. The quinoa is a cereal product that grows mainly in Peru and Colombia. A set of experiments was conducted to determine such colloidal-chemical parameters as optical density, electrical conductivity, solubility, pH, and effective viscosity. The studied additives proved to be synergists. The research also included the organoleptic characteristics of meat model samples prepared with a mix of tiger nut and quinoa at different ratios as a partial replacement of raw meat. The mix substituted 5% of the meat system. Tiger nut and quinoa used as a substitute for raw meat positively affected such indicators of the finished product as taste, smell, color, and aroma. The obtained data were analyzed with the help of a specialized software package "Multimeat Expert". The optimal ratio of tiger nut and quinoa in the mix was determined as 1:1.
Results and discussion. The mix of tiger nut and quinoa "TiQi" contained 11.38% of dietary fiber, 14.35% of lipids, and 9.37% of protein. In addition, the mix contained a large amount of minerals: potassium – 636.61 mg/100 g, calcium – 68.54 mg/100 g, and vitamins C, E, and B. Its antioxidant activity reached 20.41 mg/g.
Conclusion. The obtained mix of tiger nut and quinoa could be used as a functional ingredient in meat products to increase the content of dietary fibers, as well as vitamins and minerals. In addition, "TiQi" demonstrated good antioxidant activity and increased the shelf life of meat products.

Keywords. Plant additives, tiger nut, quinoa, meat model samples, interfacial interaction, antioxidant activity

For citation: Bobreneva IV, Baioumy AA, Tokarev AV. Formulation of a Multifunctional Plant Additive Based on the Interaction of its Components. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):1–10. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-1-10.

Введение

Питание – важнейший фактор внешней среды, который определяет правильное развитие, состояние здоровья и трудоспособность человека [1]. В настоящее время потребительская оценка продуктов питания рассматривается как ключ к успешному производству, сбыту и потреблению продуктов питания [2].

Проблема обеспечения населения продовольствием является одной из самых важных в современном мире. В сложившихся условиях при дефиците сырья основными задачами пищевой отрасли является создание новых видов продуктов с повышенной пищевой ценностью и низкой себестоимостью их производства. Это достигается за счет использования нетрадиционных видов сырья и добавок, способных заменить часть сырья в рецептуре [2]. Что касается выбора продуктов питания в целом, то причины покупки и/или потребления продуктов питания разнообразны. При употреблении функциональных продуктов питания выявлено, что на первом месте при их покупке стоит вера потребителя в пользу для здоровья, уверенность в их безопасности, а также хорошие органолептические характеристики [3].

В настоящее время используется большое количество различных видов биологически активных добавок. Однако недостаточное внимание уделяется БАД, получаемым из различных видов растений, произрастающих в странах Африки, Южной Америки и других странах с жарким климатом [4–7].

Все большую актуальность приобретает исследование природы и механизма взаимодействия различных добавок растительного и животного происхождения, используемых в пищевых продуктах. Большое количество пищевых добавок входит в состав функциональных продуктов питания, предназначенных для систематического потребления с целью снижения риска развития заболеваний. Межфазное взаимодействие, возникающее при совместном применении пищевых функциональных добавок, проявление их синергизма или антагонизма и влияние этих процессов на характеристики пищевых систем имеет важное значение при разработке новых видов добавок [8–10].

Различные виды растительных добавок, обладающих антиоксидантной активностью, влияют на сроки хранения мясных продуктов. В последние годы растет использование природных антиоксидантов в продуктах питания [11–13].

В мире большое внимание уделяется пищевым добавкам, полученным из орехов, фруктов, овощей, трав и специй. Их используют для обогащения продуктов питания пищевыми волокнами, микро и макроэлементами, для увеличения срока хранения, улучшения вкусовых характеристик и расширения ассортимента продуктов на мясной, растительной и мясорастительной основах, в том числе различных видов охлажденных и замороженных полуфабрикатов. Одними из таких добавок являются тигровый орех (*Cyperus esculentus*) и киноа (*Chenopodium quinoa*).

Тигровый орех – это сорное растение тропических и средиземноморских регионов. Он является корнеплодом, произрастающим во влажных местах и принадлежат к семейству *Cyperaceae*. Существуют разные типы тигровых орехов высотой от 24 до 55 см [14]. Сладкие миндалевидные клубни тигрового ореха высоко ценятся, так как содержат высокое количество клетчатки, белков и сахаров, богаты олеиновой кислотой и глюкозой, фосфором, калием и витаминами С и Е. В Испании эти клубневые «орехи» используются для производства молочного напитка под названием «Хорхата де чуфа». В настоящее время тигровый орех недостаточно изучен и применение его не велико. Разработка новых продуктов из клубней может повысить интерес к этой культуре. Возможно его использование в качестве добавки, содержащей в своем составе значительное количество пищевых волокон [15].

Киноа (*Chenopodium quinoa*) является зерновым продуктом, традиционно используемым для питания. Оно произрастает в Перу, Боливии, Эквадоре, Аргентине, Чили и Колумбии. В последние годы отмечается его использование в Европе, Северной Америке и Африке. Киноа имеет древнее происхождение. В цивилизации инков одним из трёх основных видов пищи, наравне с кукурузой и картофелем, являлось киноа. Инки называли его «золотым зерном» [16, 17].

Киноа считается священной травой для человека из-за высокого уровня белка и сбалансированного содержания незаменимых аминокислот. Благодаря тому, что киноа обладает высокой биологической и энергетической ценностью, а также отсутствием в своем составе глютена, возможно его использование для детей, пожилых людей, спортсменов, людей с непереносимостью лактозы, женщин с тенденцией к остеопорозу, людей, предрасположенных к таким заболеваниям, как анемия, сахарный диабет, дислипидемия, ожирение [16–20].

Основной задачей исследования была разработка рецептуры полифункциональной добавки, основанной на взаимном влиянии ее компонентов. Для этого были изучены коллоидные и химические характеристики тигровых орехов (*Cyperus esculentus*) и киноа (*Chenopodium quinoa*), а также их смесей с целью анализа их межфазного взаимодействия, разработки на основе полученных данных новой рецептуры полифункциональной добавки с использованием специализированного программного комплекса «МультиМит Эксперт» и изучения возможности ее использования в мясных продуктах.

Объекты и методы исследования

Исследование проводилось в Российской Федерации на кафедре технологии и биотехнологии пищевых продуктов животного происхождения Московского государственного университета пищевых производств (МГУПП). При проведении исследований использовались методики по определению массовой доли влаги, белка, жира, углеводов, пищевых волокон и золы в соответствии с методами, установленными национальными стандартами. Растворимость определялась по ГОСТ 8756.11-2015. Определение величины pH проводилось потенциометрическим методом на pH-метре HANNA HI98103. Определение эффективной вязкости водных растворов производили на ротационном вискозиметре BROOKFIELD DV-II+Pro при температуре +20 °C и скорости вращения шпинделя 0,83 $с^{-1}$. Электропроводность измеряли кондуктометром HI 98303 DiST 3 (EC). Содержание минеральных веществ определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Витамины определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Интегральную антиоксидантную активность (АОА) определяли на приборе «Эксперт-006» кулонометрическим титрованием с использованием электрогенерированных галогенов. Данный метод позволяет оценить общую антиоксидантную активность объекта, а не концентрацию отдельных АО, информация о которых недостаточна, т. к. не учитываются процессы взаимного окисления/восстановления и влияние матрицы исследуемого объекта. Метод кулонометрического титрования считается наиболее эффективным за счет способности брома вступать в реакции радикальные, окислительно-восстановительные, электрофильного замещения и присоединения по кратным связям, охватывая всевозможные антиоксиданты в сырье.

Органолептическую оценку проводили по 5-балльной шкале в соответствии с ГОСТ 9959-2015. Добавку изготавливали из тигровых орехов, произрастающих в Республике Египет. Для получения однородной структуры добавки её промывали, сортировали и измельчили до мелкодисперсного состояния. Модельные образцы формировали массой по 50 г. Контрольный образец состоял из 100 % измельченной говядины 1 сорта. В опытных образцах мясное сырье заменялось на добавки в различных соотношениях.

Результаты и их обсуждение

Для изучения коллоидно-химических свойств тигрового ореха и киноа целесообразно проводить опыты на маленьких концентрациях их растворов, т. к. чем ниже концентрация вещества в растворе, тем сильнее проявляется химическая структура и развернутость молекулы. Ее взаимодействие с другой молекулой более интенсивно, а значит сильнее проявляются коллоидно-химические свойства изучаемых объектов. В связи с этим для исследований в качестве рабочего диапазона были выбраны концентрации растворов тигрового ореха и киноа, а также их смеси (в равном соотношении данных компонентов), составляющие 0,5–10 % с шагом 0,5.

Таблица 1. Определение показателя растворимости (%) растворов тигрового ореха и киноа, а также их смеси

Table 1. Solubility index (%) in the solutions of tiger nut, quinoa, and their mixes

Концентрация вещества в растворе С, %	Растворимость, %		
	Тигрового ореха	Киноа	Смесь тигрового ореха и киноа
0,5 %	35,4 ± 0,1	38,2 ± 0,2	36,7 ± 0,1
1 %	32,6 ± 0,2	35,8 ± 0,1	33,8 ± 0,2
1,5 %	30,2 ± 0,1	33,7 ± 0,3	32,2 ± 0,2
2 %	27,9 ± 0,3	30,8 ± 0,1	28,9 ± 0,1
2,5 %	25,7 ± 0,2	29,4 ± 0,1	27,9 ± 0,2
5 %	23,5 ± 0,1	27,4 ± 0,2	25,5 ± 0,1
10 %	21,4 ± 0,5	26,5 ± 0,1	24,8 ± 0,1

При исследовании коллоидно-химических характеристик добавок была определена растворимость препаратов центрифужным методом (табл. 1).

Экспериментальные данные показали, что тигровый орех и киноа не полностью растворимы в холодной воде при перемешивании без нагрева. При этом киноа имеет больший процент растворимости, чем тигровый орех. В смеси наблюдается незначительное увеличение растворимости. Измерение показателя оптической плотности даст возможность более точно количественно определить растворимость вещества. Зависимость оптической плотности от концентрации растворов приведена в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что оптическая плотность в тигровом орехе значительно выше, чем у киноа. Смесь компонентов обладает оптической плотностью средней между оптической плотностью каждого исходного компонента.

Одним из основных физико-химических показателей, обуславливающих течение технологического процесса, является pH. Полученные значения pH представлены в таблице 3.

Таблица 2. Определение показателя оптический плотности растворов тигрового ореха и киноа, а также их смеси

Table 2. Optical density index in the solutions of tiger nut, quinoa, and their mixes

Концентрация исследуемого раствора С, %	Оптическая плотность (D)		
	Исследуемый образец		
	Тигрового ореха	Киноа	Смесь тигрового ореха и киноа
0,5 %	0,671 ± 0,001	0,357 ± 0,001	0,492 ± 0,002
1 %	1,199 ± 0,002	0,731 ± 0,004	0,923 ± 0,001
1,5 %	1,538 ± 0,003	1,142 ± 0,003	1,245 ± 0,002
2 %	1,721 ± 0,002	1,426 ± 0,001	1,543 ± 0,001
2,5 %	1,921 ± 0,001	1,620 ± 0,002	1,756 ± 0,003
5 %	2,124 ± 0,001	1,740 ± 0,003	1,942 ± 0,002
10 %	2,221 ± 0,001	1,830 ± 0,002	2,056 ± 0,003

Таблица 3. Определение показателя pH раствора тигрового ореха и киноа, а также их смеси

Table 3. pH in the solutions of tiger nut, quinoa, and their mixes

Концентрация исследуемого раствора С, %	pH раствора		
	Исследуемый образец		
	Тигровый орех	Киноа	Смесь тигрового ореха и киноа
0,5 %	7,22 ± 0,01	7,34 ± 0,02	7,29 ± 0,01
1 %	7,35 ± 0,05	7,41 ± 0,01	7,37 ± 0,02
1,5 %	7,43 ± 0,04	7,53 ± 0,04	7,51 ± 0,01
2 %	7,54 ± 0,02	7,66 ± 0,04	7,58 ± 0,01
2,5 %	7,66 ± 0,01	7,75 ± 0,02	7,71 ± 0,03
5 %	7,84 ± 0,02	7,89 ± 0,02	7,86 ± 0,02
10 %	7,96 ± 0,01	7,98 ± 0,02	7,95 ± 0,03

Из таблицы 3 видно, что увеличение процентного содержания веществ в растворе незначительно влияет на изменение pH самих растворов исследуемых объектов. Растворы киноа в диапазоне концентраций 0,5–10 % имеют более высокое значение pH (> 7), чем растворы тигрового ореха.

Измерение показателя преломления, зависящего от свойств исследуемого вещества, позволит судить о его природе. Данные по измерению показателей преломления растворов тигрового ореха и киноа сведены в таблицу 4.

Показатель преломления растворов различных веществ является константой для каждого вещества и позволяет определить чистоту препарата и наличие примесей. Были исследованы показатели преломления водных растворов с различной концентрацией. Установлено, что показатель преломления увеличивается с ростом концентрации и для каждого раствора имеет свои константные значения (табл. 4).

Таблица 4. Определение показателя преломления растворов тигрового ореха и киноа, а также их смеси

Table 4. Refractive index in the solutions of tiger nut, quinoa, and their mixes

Концентрация исследуемого раствора С, %	Показатель преломления, n		
	Исследуемый образец		
	Тигрового ореха	Киноа	Смесь тигрового ореха и киноа
0,5 %	1,3341 ± 0,0001	1,3345 ± 0,0002	1,3343 ± 0,0003
1 %	1,3343 ± 0,0002	1,3347 ± 0,0003	1,3344 ± 0,0001
1,5 %	1,3346 ± 0,0002	1,3349 ± 0,0001	1,3348 ± 0,0003
2 %	1,3349 ± 0,0004	1,3353 ± 0,0004	1,3351 ± 0,0002
2,5 %	1,3353 ± 0,0001	1,3357 ± 0,0001	1,3355 ± 0,0001
5 %	1,3366 ± 0,0002	1,3368 ± 0,0002	1,3366 ± 0,0002
10 %	1,3373 ± 0,0003	1,3377 ± 0,0001	1,3375 ± 0,0001

Таблица 5. Определение эффективной вязкости, мПа·с растворов тигрового ореха и киноа, а также их смеси

Table 5. Effective viscosity, mPa·s in the solutions of tiger nut, quinoa, and their mixes

Концентрация исследуемого раствора С, %	Вязкость, мПа·с		
	Исследуемый образец		
	Тигровый орех	Киноа	Смесь тигрового ореха и киноа
0,5 %	0,6 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,1 ± 0,1
1 %	3,6 ± 0,1	1,8 ± 0,2	2,6 ± 0,1
1,5 %	4,2 ± 0,2	7,8 ± 0,1	6,2 ± 0,2
2 %	3,0 ± 0,1	14,6 ± 0,1	8,8 ± 0,2
2,5 %	7,8 ± 0,2	15,6 ± 0,2	11,7 ± 0,1
5 %	12,7 ± 0,2	26,5 ± 0,3	19,5 ± 0,3
10 %	19,7 ± 0,3	36,5 ± 0,4	27,9 ± 0,3

Таблица 6. Определение показателя электропроводность раствора тигрового ореха и киноа, а также их смеси

Table 6. Electrical conductivity in the solutions of tiger nut, quinoa, and their mixes

Концентрация исследуемого раствора С, %	Электропроводность, мк См/см		
	Исследуемый образец		
	Тигровый орех	Киноа	Смесь тигрового ореха и киноа
0,5 %	492 ± 2	548 ± 2	523 ± 5
1 %	555 ± 5	599 ± 3	584 ± 4
1,5 %	592 ± 4	761 ± 3	643 ± 3
2 %	668 ± 2	812 ± 6	756 ± 1
2,5 %	747 ± 3	872 ± 5	813 ± 6
5 %	860 ± 6	960 ± 4	923 ± 7
10 %	912 ± 4	1084 ± 7	1012 ± 6

Данные по эффективной вязкости и электропроводности водных растворов приведены в таблицах 5 и 6.

Кондуктометр предназначен для измерения проводимости растворов. Применяется для контрольных измерений питьевой воды и сточных вод в лабораторных исследованиях в некоторых отраслях промышленности и сельского хозяйства. Для определения количества введения в мясные продукты разработанной комплексной пищевой добавки на модельных образцах были исследованы следующие показатели: pH, водосвязывающая способность (ВСС) и органолептические показатели. При проведении исследований контролем служил говяжий фарш, опытом – модельный образец из говяжьего фарша с заменой мясного сырья на добавку.

Ставилась задача выбора процентного соотношения исследуемых добавок при разработке комплексной добавки. Для этого в опытных образцах заменяли 5 % мясного сырья на исследуемые добавки в различных их соотношениях в диапазоне от 10 до 90 % с шагом 10. Из приготовленного фарша формировали опытные модельные образцы котлет массой 50 ± 0,3 г. Модельные образцы исследовали до и после термообработки (жарки). По стандартным методикам до термической обработки определяли такие показатели, как pH и водосвязывающую способность, а также органолептические показатели. Данные представлены в таблице 7.

Определение органолептических показателей при различных соотношениях исследуемых добавок приведены в таблице 8.

Результаты полученных данных были обработаны с помощью автоматизированной экспертной системы управления технологическим процессом производства мясных и рыбных изделий заданного качества – программный комплекс (ПК) «МультиМит Эксперт» (рис. 1). Он позволяет одновременно решать широкий спектр технологических и учётных задач на предприятиях мясной и рыбной промышленности. Экспертная система, реализованная в ПК «МультиМит Эксперт», анализирует качество рецептуры продукта, выявляет технологические проблемы и предлагает технологу пути их решения. При анализе учитывается множество факторов, в частности физико-химические и функционально-технологические свойства сырья и ингредиентов. Математический аппарат программного модуля «Оптимизация и моделирования рецептур» ПК «МультиМит Эксперт» обеспечивает высокую эффективность процесса моделирования и гарантирует получение оптимального ингредиентного состава рецептур мясных и рыбных изделий. Из имеющегося в наличии сырья система обеспечивает получение такой рецептуры продукта, в которой,

Таблица 7. Определение pH и ВСС при различных соотношениях исследуемых добавок

Table 7. pH and water binding capacity at various ratios of the additives

Соотношение тигрового ореха: киноа, %		ВСС, % к общей влаге	pH
Контрольный образец			
Мясное сырье 100 %		67,45 ± 0,03	6,15 ± 0,01
Опытные образцы			
Тигрового ореха, %	Киноа, %		
100	0	75,82 ± 0,03	6,43 ± 0,01
90	10	76,25 ± 0,01	6,35 ± 0,03
80	20	76,44 ± 0,02	6,31 ± 0,01
70	30	77,23 ± 0,01	6,22 ± 0,02
60	40	77,45 ± 0,02	6,16 ± 0,03
50	50	77,83 ± 0,04	6,11 ± 0,03
40	60	77,64 ± 0,02	6,03 ± 0,01
30	70	77,21 ± 0,03	6,09 ± 0,03
20	80	76,33 ± 0,01	6,07 ± 0,04
10	90	76,12 ± 0,01	6,01 ± 0,02
0	100	76,02 ± 0,01	6,04 ± 0,01

Таблица 8. Определение органолептических показателей при использовании различных соотношений исследуемых добавок

Table 8. Organoleptic indicators at different ratios of the additives

Соотношение тигрового ореха:киноа, %		Внешний вид	Цвет	Аромат	Консистенция	Вкус	Среднее значение
		Баллы					
Контрольный образец		4,50 ± 0,15	4,50 ± 0,12	4,0 ± 0,15	4,75 ± 0,11	4,25 ± 0,13	4,4
Опытный образцы							
Тигрового ореха, %	Киноа, %	Баллы					
100	0	4,50 ± 0,11	4,50 ± 0,08	4,25 ± 0,14	4,75 ± 0,12	4,50 ±0,12	4,5
90	10	4,50 ± 0,10	4,25 ± 0,06	4,50 ± 0,12	4,50 ± 0,10	4,50 ± 0,13	4,45
80	20	4,50 ± 0,12	4,25 ± 0,07	4,50 ± 0,11	4,75 ± 0,12	4,50 ± 0,14	4,5
70	30	4,50 ± 0,11	4,25 ± 0,06	4,50 ± 0,12	4,75 ± 0,11	4,50 ± 0,11	4,5
60	40	4,50 ± 0,14	4,5 ± 0,09	4,25 ± 0,13	4,75 ± 0,14	4,75 ± 0,12	4,55
50	50	4,75 ± 0,10	4,75 ± 0,08	4,75 ± 0,12	4,75 ± 0,12	5,0 ± 0,0	4,8
40	60	4,50 ± 0,12	4,50 ± 0,07	4,50 ± 0,13	4,75 ± 0,13	4,75 ± 0,10	4,6
30	70	4,50 ± 0,11	4,50 ± 0,04	4,25 ± 0,15	4,75 ± 0,10	4,75 ± 0,12	4,55
20	80	4,50 ± 0,13	4,50 ± 0,06	4,50 ± 0,11	4,75 ± 0,12	4,50 ± 0,11	4,55
10	90	4,50 ± 0,10	4,50 ± 0,09	4,50 ± 0,10	4,75 ± 0,14	4,50 ± 0,12	4,55
0	100	4,50 ± 0,15	4,50 ± 0,13	4,50 ± 0,11	4,50 ± 0,0	4,75 ± 0,13	4,55

с одной стороны, его качество соответствует предъявляемым к нему требованиям, а с другой стороны – минимизируется его цена.

Применение ПК «МультиМит Эксперт» на мясоперерабатывающих предприятиях позволяет автоматизировать процесс производства мясопродуктов: от убоя скота до выпуска и реализации готовой продукции, существенно сокращает временные и финансовые затраты предприятия, предоставляет широкие возможности анализа его деятельности, дает возможность не только оптимизировать процесс планирования и управления, но и снизить себестоимость производимых продуктов, а также уменьшить издержки на разработку нового ассортимента продукции.

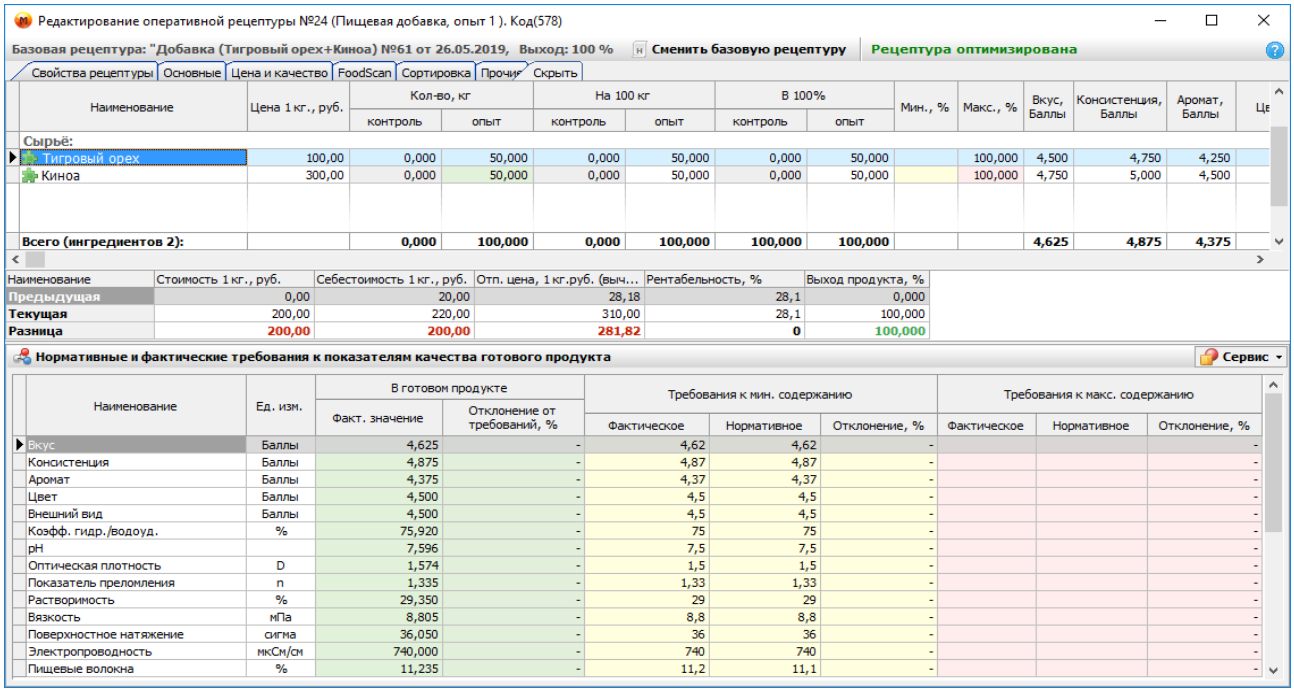

Рисунок 1. Рецептура и характеристика полифункциональной добавки, полученная с помощью программного комплекса «МультиМит Эксперт»

Figure 1. Formulation and characteristics of the multifunctional additives obtained using the “MultiMit Expert” software package

Таблица 9. Качественные характеристики полифункциональной добавки «ТиКи»

Table 9. Qualitative characteristics of the “TiQi” multifunctional additive

Химический состав	
Исследуемые показатели, массовая доля	Содержание, %
Влаги	10,35 ± 0,17
Золы	2,47 ± 0,14
Белка	9,37 ± 0,13
Жира	14,35 ± 0,11
Углеводов	52,08
В том числе, пищевых волокон	11,38 ± 0,14
Содержание минеральных веществ	
Минеральные вещества	Содержание мг/100 г
Na	8,52 ± 0,07
K	636,61 ± 0,03
Mg	143,72 ± 0,08
P	245,67 ± 0,02
Fe	2,68 ± 0,01
Zn	1,55 ± 0,02
Cu	0,47 ± 0,01
Ca	68,54 ± 0,04
Содержание витаминов	
Витамины	Содержание мг/100 г
Витамин С	11,0 ± 0,02
α-токоферол (Е)	3,82 ± 0,02
Тиамин (B_1)	0,23 ± 0,01
Рибофлавин (B_2)	0,25 ± 0,02
Ниацин (B_3)	0,76 ± 0,03
Пиридоксин (B_6)	0,51 ± 0,01
Антиоксидантная активность, мг на 1 г	
(АОА)	20,41 ± 0,14
Степень гидратации	
Степень гидратации	1:1

С помощью ПК «МультиМит Эксперт» было рассчитано процентное соотношение исследуемых добавок, которое составило 50:50. Стоимость добавки составила 200 рублей за 1 кг. Рентабельность добавки составила 28,1 %. Также по полученным данным выявлено, что добавки являются синергистами. Разработанная полифункциональная добавка получила название «ТиКи».

Было исследовано влияние способа введения добавки на качественные характеристики мясных модельных систем. Для этого была определена степень гидратации разработанной добавки. Качественные характеристики исследуемой растительной добавки приведены в таблице 9.

Из проведенных исследований выявлено, что разработанная добавка содержит 9,37 % белка, 11,38 % пищевых волокон, 14,35 % жира, а также большое количество минеральных веществ и витаминов (витамины группы В, витамин Е и С). Показатель антиоксидантной активности составляет 20,41 мг на 1 г. Степень гидратации 1:1.

Выводы

По результатам проведенных исследований можно сказать, что разработанная полифункциональная добавка «ТиКи» может быть использована в качестве функционального ингредиента в мясных продуктах для повышения содержания пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ. Кроме того, разработанная добавка «ТиКи» обладают хорошей антиоксидантной активностью, что способствуют увеличению срока хранения мясных продуктов.

Добавка «ТиКи» состоит из смеси тигрового ореха и киноа, имеет кремовый цвет, отсутствие запаха и используется в виде порошка, состоящего из мелкоизмельченных частиц.

Рекомендации по использованию нового вида добавки «ТиКи» в мясной промышленности: добавка вносится в мясные продукты в качестве замены мясного сырья и животных жиров; рекомендуемая гидратация добавки 1:1; после гидратации необходима выдержка в течение 10–20 минут.

Критерии авторства

И. В. Бобренева руководила работой – 45 %. А. А. Баюми проводил экспериментальные исследования – 50 %. А. В. Токарев проводил математическую обработку данных – 5 %.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

I.V. Bobreneva supervised the research (45%). A.A. Baioumy conducted the experimental research (50%). A.V. Tokarev processed the mathematical data (5%).

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Матвеева, Т. В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: монография / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина. – Орел : ФГОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс», 2011. – 342 с.

2. Nystrand, B. T. Consumers' attitudes and intentions toward consuming functional foods in Norway / B. T. Nystrand, O. O. Svein // Food Quality and Preference. – 2020. – Vol. 80. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103827.

3. Hung, Y. Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite / Y. Hung, T. M. de Kok, V. Wim // Meat science. – 2016. – Vol. 121. – P. 119–126. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.002.

4. Смирнов, С. О. Разработка рецептуры и технологии получения биологически активной добавки к пище с использованием природных компонентов / С. О. Смирнов, О. Ф. Фазуллина // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 105–114. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-105-114.

5. Новиков, В. С. Функциональное питание человека при экстремальных воздействиях / В. С. Новиков, В. Н. Каркищенко, Е. Б. Шустов. – СПб. : Политехника-принт, 2017. – 346 с.

6. Pharmacological effects of active components of Chinese herbal medicine in the treatment of Alzheimer's disease: A review / Z. Y. Wang, J. G. Liu, H. Li [et al.] // American Journal of Chinese Medicine. – 2016. – Vol. 44, № 8. – P. 1525–1541. DOI: https://doi.org/10.1142/S0192415X16500853.

7. Hygreeva, D. Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products / D. Hygreeva, M. C. Pandey, K. Radhakrishna // Meat Science. – 2014. – Vol. 98, № 1. – P. 47–57. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.006.

8. Харитонов, Д. В. Разработка концепции создания синбиотиков и синбиотических молочных продуктов / Д. В. Харитонов, И. В. Харитонова, А. Ю. Просеков // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – Т. 31, № 4. – С. 91–94.

9. Разработка интегрированной системы управления на пищевом предприятии / Е. С. Вайскробова, Н. И. Барышникова, И. Ю. Резниченко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 132–142. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-132-142.

10. Зерновые композиты с комплементарным аминокислотным составом для пищевых и кормовых целей / В. В. Колпакова, Р. В. Уланова, Д. С. Куликов [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 301–311. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-301-311.

11. Гуринович, Г. В. Исследование процессов окисления комбинированных мясных систем с мясом птицы и льняной мукой / Г. В. Гуринович, П. В. Санников, И. С. Патракова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 41–49. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-41-49.

12. Development of a functional basis of phyto-beverages with an increased antioxidant activity for the correction of nutrition of patients with diabetes mellitus / L. A. Mayurnikova, S. F. Zinchuk, N. I. Davydenko [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2017. – Vol. 5, № 2. – P. 178–188. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2017-2-178-188.

13. Жбанова, Е. В. Плоды малины *Rubus idaeus* L. как источник функциональных ингредиентов (обзор) / Е. В. Жбанова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 5–14. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-5-14.

14. Бобренева, И. В. Возможность использования тигровых орехов в мясных продуктах / И. В. Бобренева, А. А. Баюми // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 185–192. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-185-192.

15. Sánchez-Zapata, E. Tiger nut (*Cyperus esculentus*) commercialization: health aspects, composition, properties, and food applications / E. Sánchez-Zapata, J. Fernández-Lópezand, J. Angel Pérez-Alvarez // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2012. – Vol. 11, № 4. – P. 366–377. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00190.x.

16. Sezgin, A. C. A new generation plant for the conventional cuisine: Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) / A. C. Sezgin, N. Sanlier // Trends in Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 86. – P. 51–58. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.039.

17. Nowak, V. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) / V. Nowak, J. Du, U. R. Charrondière // Food chemistry. – 2016. – Vol. 193. – P. 47–54. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111.

18. Vilcacundo, R. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) / R. Vilcacundo, B. Hernández-Ledesma // Current Opinion in Food Science. – 2017. – Vol. 14. – P. 1–6. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.11.007.

19. Nutritional, physicochemical, and sensorial evaluation of flat bread supplemented with quinoa flour / S. A. El-Sohaimy, M. G. Shehata, T. Mehany [et al.] // International Journal of Food Science. – 2019. – Vol. 2019. DOI: https://doi.org/10.1155/2019/4686727.

20. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features / A. Lorusso, M. Verni, M. Montemurro [et al.] // LWT – Food Science and Technology. – 2017. – Vol. 78. – P. 215–221. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.046.

References

1. Matveeva TV, Koryachkina SYa. Muchnye konditerskie izdeliya funktsional′nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tekhnologii, retseptury: monografiya [Functional pastry. Scientific foundations, technologies, formulations: monograph]. Orel: Gosudarstvennyy universitet – uchebno-nauchno-proizvodstvennyy kompleks; 2011. 342 p. (In Russ.).

2. Nystrand BT, Svein OO. Consumers' attitudes and intentions toward consuming functional foods in Norway. Food Quality and Preference. 2020;80. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103827.

3. Hung Y, de Kok TM, Wim V. Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite. Meat science. 2016;121:119–126. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.002.

4. Smirnov SO, Fazullina OF. Formula and technology development for obtaining biologically active natural food additives. Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(3):105–114. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-105-114.

5. Novikov VS, Karkishchenko VN, Shustov EB. Funktsional′noe pitanie cheloveka pri ehkstremal′nykh vozdeystviyakh [Functional nutrition of a person under extreme conditions]. St. Petersburg: Politekhnika-print; 2017. 346 p. (In Russ.).

6. Wang ZY, Liu JG, Li H, Yang H-M. Pharmacological effects of active components of Chinese herbal medicine in the treatment of Alzheimer's disease: A review. American Journal of Chinese Medicine. 2016;44(8):1525–1541. DOI: https://doi.org/10.1142/S0192415X16500853.

7. Hygreeva D, Pandey MC, Radhakrishna K. Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. Meat Science. 2014;98(1):47–57. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.006.

8. Kharitonov DV, Kharitonova IV, Prosekov AYu. The concept of synbiotics and synbiotic dairy products development. Food Processing: Techniques and Technology. 2013;31(4):91–94. (In Russ.).

9. Vayskrobova ES, Baryshnikova NI, Reznichenko IYu, Pokramovich LE. Development of the integrated management system in food production company. Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(1):132–142. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-132-142.

10. Kolpakova VV, Ulanova RV, Kulikov DS, Gulakova VA, Kadieva AT. Grain composites with a complementary amino acid composition in food and fodder. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(2):301–311. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-301-311.

11. Gurinovich GV, Sannikov PV, Patrakova IS. Oxidation Processes of Combined Meat Systems with Poultry Meat and Flaxseed Flour. Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(3):41–49. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-41-49.

12. Mayurnikova LA, Zinchuk SF, Davydenko NI, Gilmulina SA. Development of a functional basis of phyto-beverages with an increased antioxidant activity for the correction of nutrition of patients with diabetes mellitus. Foods and Raw Materials. 2017;5(2):178–188. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2017-2-178-188.

13. Zhbanova EV. Fruit of raspberry *Rubus Idaeus* L. as a source of functional ingredients (review). Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(1):5–14. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-5-14.

14. Bobreneva IV, Baioumy AA. Tiger nut in meat products. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(2):185–192. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-185-192.

15. Sánchez-Zapata E, Fernández-Lópezand J, Angel Pérez-Alvarez J. Tiger nut (*Cyperus esculentus*) commercialization: health aspects, composition, properties, and food applications. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2012;11(4):366–377. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00190.x.

16. Sezgin AC, Sanlier N. A new generation plant for the conventional cuisine: Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.). Trends in Food Science and Technology. 2019;86:51–58. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.039.

17. Nowak V, Du J, Charrondière UR. Assessment of the nutritional composition of quinoa (C*henopodium quinoa* Willd.). Food chemistry. 2016;193:47–54. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111.

18. Vilcacundo R, Hernández-Ledesma B. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Current Opinion in Food Science. 2017;14:1–6. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.11.007.

19. El-Sohaimy SA, Shehata MG, Mehany T, Zeitoun MA. Nutritional, physicochemical, and sensorial evaluation of flat bread supplemented with quinoa flour. International Journal of Food Science. 2019;2019. DOI: https://doi.org/10.1155/2019/4686727.

20. Lorusso A, Verni M, Montemurro M, Coda R, Gobbetti M, Rizzello CG. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. LWT – Food Science and Technology. 2017;78:215–221. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.046.

Сведения об авторах

Бобренева Ирина Владимировна
д-р. техн. наук, профессор кафедры технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 125080, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, тел.: +7 (499) 750-01-11, e-mail: dara56@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-2335-3760

Information about the authors

Irina V. Bobreneva
Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Technology and Biotechnology of Food of Animal Origin, Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamskoe Shosse, Moscow, 125080, Russia, phone: +7 (499) 750-01-11, e-mail: dara56@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-2335-3760

Баюми Ахмед Адель
аспирант кафедры технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 125080, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, тел.: +7 (925) 359-04-88, e-mail: ahmedadel35@yahoo.com
https://orcid.org/0000-0002-2909-603X

Токарев Алексей Викторович
канд. техн. наук, технический директор, ООО «ФудСофт», 394016, Россия, г. Воронеж, ул. Плехановская, 53, тел.: +7 (915) 546-33-15, e-mail: multimeat@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-0226-5921

Ahmed A. Baioumy
Postgraduate Student of the Department of Technology and Biotechnology of Food of Animal Origin, Moscow State University of Food Production, 11, Volokolamskoe Shosse, Moscow, 125080, Russia, phone: +7 (925) 359-04-88, e-mail: ahmedadel35@yahoo.com
https://orcid.org/0000-0002-2909-603X

Alexey V. Tokarev
Cand.Sci.(Eng.), Technical Director, LLC Food Soft, 53, Plekhanovskaya Str., Voronezh, 394016, Russia, phone: +7 (915) 546-33-15, e-mail: multimeat@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-0226-5921