

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-106-117>

УДК 664.785.8:635.24:641.5

© 2022

Поступила 03.09.2022

Received 03.09.2022



Принята в печать 23.09.2022

Accepted 23.09.2022

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests*

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ОВСЯНОГО ПЕЧЕНЬЯ, ОБОГАЩЕННОГО ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ТОПИНАМБУРА

Наталья Т. Шамкова<sup>1\*</sup>, Майя Ю. Тамова<sup>1</sup>,  
Альбина А. Варивода<sup>2</sup>, Никита С. Шелест<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет»;  
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;  
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Российская Федерация

**Аннотация.** Овсяное печенье популярно у населения различных возрастных групп, имеет хорошие органолептические свойства, но, вместе с тем, высокое содержание сахара при низком содержании белка и биологически активных нутриентов. Недостатком овсяного печенья, так же как и печенья из пшеничной муки, является несбалансированность по микронутриентному составу на фоне высокой энергетической ценности и сахароемкости. Авторами обоснована рецептура овсяного печенья, обогащенного продуктами переработки топинамбура – пюре и сиропом, с учетом требований «здорового питания». Топинамбур – ценный источник сложных углеводов, витаминов, минеральных веществ; широко используется в питании больных сахарным диабетом, для коррекции обменных нарушений, в производстве функциональных и специализированных продуктов питания. Проведена оптимизация рецептуры овсяного печенья с использованием обобщенной функции желательности. При разработке новых рецептур пищевых продуктов учитывались органолептические свойства и показатели качества модельных образцов. Решение задачи математического программирования проводилось в MathCAD v.15. Для регрессионного анализа использовали Statistica v.10. Впервые получены уравнения регрессии, описывающие зависимость органолептических показателей и набухаемости овсяного печенья с топинамбуром от массовой доли рецептурных компонентов. Определена рецептура овсяного печенья специализированного назначения, обеспечивающая оптимальные качественные характеристики готового продукта, состоящая из (% массы): хлопьев овсяных – 55, топинамбура (пюре) – 20, сиропа из топинамбура – 6, минеральной воды – 10, сухой молочной сыворотки – 9. Предлагаемый подход эффективен при моделировании рецептур мучных кондитерских изделий, в том числе функционального и специализированного назначения,

и является методологической базой для поиска новых технологических решений в пищевой промышленности и общественном питании.

**Ключевые слова:** овсяное печенье, рецептура, оптимизация, математическое моделирование, технология, топинамбур, пищевая ценность

### **Б л а г о д а р н о с т ь**

Работа выполнена в рамках проекта «Здоровое питание» при реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в 2022 г.  
(приказ КубГАУ от 12.07.2022 № 289-АХ-П).

*Для цитирования:* Математическое моделирование рецептуры овсяного печенья, обогащенного продуктами переработки топинамбура / Шамкова Н.Т. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 3. С. 106-117. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-106-117>.

## **MATHEMATICAL MODELING OF OAT BISCUITS FORMULA ENRICHED WITH PRODUCTS OF TOPINAMBUR PROCESSING**

**Natalya T. Shamkova<sup>1\*</sup>, Maya Y. Tamova<sup>1</sup>,  
Albina A. Varivoda<sup>2</sup>, Nikita S. Shelest<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“Kuban State Technological University”;*

*2 Moscovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation*

<sup>2</sup> *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“Kuban State Agrarian University named after I.Ti Trubilin”;  
13 Kalinin str., Krasnodar, 350044, the Russian Federation*

**Abstract.** Oat biscuits are popular among the population of various age groups. They have good organoleptic properties, but at the same time, high sugar content with low protein and biologically active nutrients. The disadvantage of oat biscuits as well as wheat flour cookies, is the imbalance in micronutrient composition against the background of high energy value and sugar content. The authors substantiated the recipe for oat biscuits enriched with Jerusalem artichoke processed products – puree and syrup, taking into account the requirements of “healthy eating”. Jerusalem artichoke is a valuable source of complex carbohydrates, vitamins, minerals; it is widely used in the nutrition of patients with diabetes mellitus, for the correction of metabolic disorders, in the production of functional and specialized food products. The optimization of the recipe for oat biscuits has been carried out using the generalized desirability function. When developing new recipes for food products, organoleptic properties and quality indicators of model samples have been taken into account. The solution of the problem of mathematical programming was carried out in MathCAD v.15. Statistica v.10 was used for regression analysis. For the first time, regression equations have been obtained that describe the dependence of organoleptic indicators and swelling of oatmeal cookies with Jerusalem artichoke on the mass fraction of prescription components. The recipe for oat biscuits for specialized purposes has been determined, providing optimal quality characteristics of the finished product, consisting of (wt %): oat flakes – 55, Jerusalem artichoke (puree) – 20, Jerusalem artichoke syrup – 6, mineral water – 10, dry whey – 9. The proposed approach is effective in modeling recipes for flour confectionery products, including functional and specialized purposes, and is a methodological basis for finding new technological solutions in the food industry and public catering.

**Keywords:** oat biscuits, recipe, optimization, mathematical modeling, technology, Jerusalem artichoke, nutritional value

### Acknowledgment

The research was carried out as part of the “Healthy Nutrition” project during the implementation of the strategic academic leadership program “Priority-2030” in 2022 (order of KubSAU dated July 12, 2022 No. 289-АН-Р).

*For citation:* Mathematical modeling of oat biscuits formula enriched with products of topinambur processing / Shamkova N.T. [et al.] // New technologies. 2022; 18(3): 106-117. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-3-106-117>.

Популярностью у населения различных возрастных групп пользуется овсяное печенье [1; 2; 3]. Известны разновидности овсяного печенья на основе цельных овсяных хлопьев или овсяной муки. Кроме муки в состав печенья входят сахар и жиродержащее сырье, а также дополнительные ингредиенты [4; 5; 6; 7].

Овсяное печенье имеет хорошие органолептические свойства, но, вместе с тем, высокое содержание сахара (до 40%) при низком содержании белка и биологически активных нутриентов. Недостатком овсяного печенья, так же как и печенья из пшеничной муки, является несбалансированность по микронутриентному составу на фоне высокой энергетической ценности и сахароемкости [8].

В современных условиях, учитывая тренд на «здоровое питание» [1; 9; 10; 11], востребованным является печенье специализированного назначения – с пониженной калорийностью, обогащенное биологически активными веществами, с повышенным содержанием белка, пищевых волокон, с низким гликемическим индексом и др. [12].

Разработка мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности с целью расширения ассортимента специализированных продуктов питания требует поиска новых сырьевых компонентов, обладающих физиологической ценностью, невысокой стоимостью и доступностью на местном потребительском рынке. В связи с этим перспективным является использование в рецептурах печенья растительного сырья с высоким биотехнологическим

потенциалом и низкой энергетической ценностью [1; 13]. Таким сырьем является топинамбур [14; 15; 16].

Учитывая вышеизложенное, теоретический и практический интерес представляет обоснование рецептуры овсяного печенья повышенной пищевой ценности, обогащенного продуктами переработки топинамбура.

#### *Объекты и методы исследований*

В качестве рецептурных компонентов печенья использовали: хлопья овсяные по ГОСТ 21149, сухую молочную сыворотку по ГОСТ 33958, продукты переработки топинамбура – сироп из топинамбура по ТУ 9185-003-56857055-05 (ООО «ТЕРРА», Россия) и пюре, полученное в лабораторных условиях кафедры общественного питания и сервиса ФГБОУ КубГТУ (г. Краснодар, Россия), воду минеральную по ГОСТ Р 54316.

Пюре из топинамбура готовили из клубней топинамбура сорта «Интерес» [1] следующим образом: клубни, прошедшие инспекцию, мыли, очищали, измельчали на кусочки с ребром от 20 до 30 мм, бланшировали и пропускали через протирочную машину с диаметром отверстий сит около 1,5 мм. Полученную массу стерилизовали и укупоривали.

В образцах печенья определяли органолептические показатели по ГОСТ 5897, намокаемость по ГОСТ 10114. Комплексный органолептический показатель определяли с использованием функции желательности Харрингтона-Мехера [17], который представляет собой математический метод расчета преобразования

реальных значений параметров в единую безразмерную числовую шкалу с фиксированными границами от 0 до 1 [18; 19]. Эта шкала разбита на пять поддиапазонов: от 0 до 0,20 – очень плохо; от 0,20 до 0,37 – плохо; от 0,37 до 0,63 – удовлетворительно; от 0,63 до 0,80 – хорошо; от 0,80 до 1,00 – очень хорошо.

Экспериментальные исследования проводились методами инструментального анализа в трех повторностях, включая подготовку и анализ образцов.

Для оптимизации рецептуры овсяного печенья, обогащенного продуктами переработки топинамбура, готовили опытные образцы печенья с разным

Таблица 1

**Соотношение рецептурных компонентов в модельных образцах печенья овсяного с топинамбуром**

*Table 1*

**The ratio of prescription components in model samples of oat biscuits with Jerusalem artichoke**

Наименование образца	Массовая доля, %				
	хлопья овсяные	топинамбур	сироп из топинамбура	минеральная вода	молочная сыrovоротка (сухая)
1	50	33	12	5	0
2	45	27	9	15	4
3	55	20	6	10	9
4	65	13	3	5	14
5	60	23	5	0	12
6	50	22	15	4	9
7	57	18	10	9	6
8	68	10	5	14	3
9	65	13	3	14	5
10	60	18	5	7	10

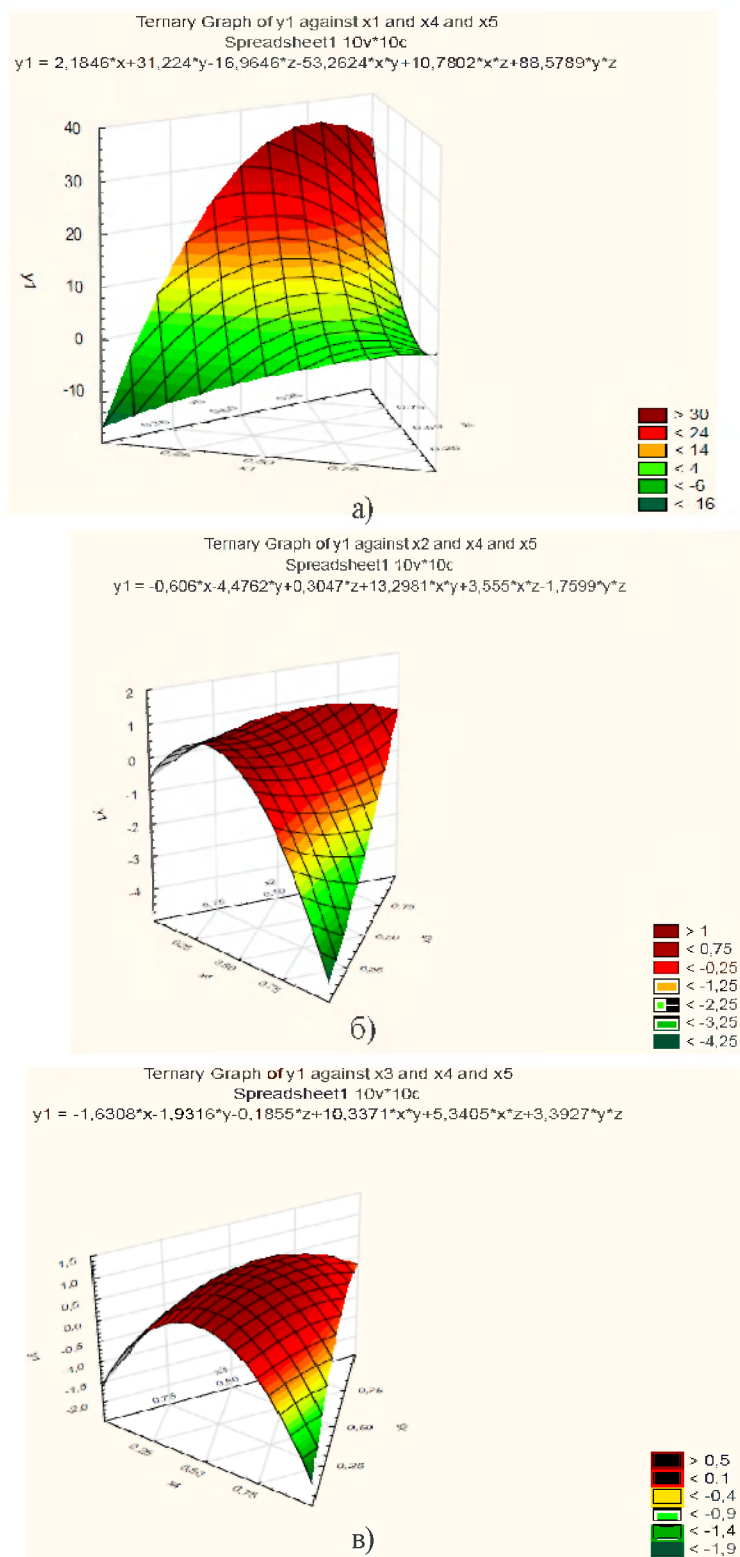
Таблица 2

**Оценка комплексного органолептического показателя и намокаемости модельных образцов печенья**

*Table 2*

**Evaluation of the complex organoleptic index and absorptivity of model biscuit samples**

Наименование образца	Значение показателя	
	комплексный органолептический показатель, ед.	намокаемость, усл. ед.
1	0,4	140,0
2	0,8	155,0
3	1,0	160,0
4	0,6	157,0
5	0,5	151,0
6	0,7	138,0
7	0,9	159,0
8	0,2	125,0
9	0,1	113,0
10	0,3	119,0



**Рис. 1.** Модели зависимости органолептических показателей печенья от массовой доли рецептурных компонентов

**Fig. 1.** Models of dependence of organoleptic indicators of biscuits on the mass fraction of formulation components

соотношением рецептурных компонентов [1]. В таблице 1 приведены массовые доли рецептурных компонентов в модельных образцах.

Таким образом, математическая модель «фактор-аргумент» включает [1]:

$x_1$  – массовая доля овсяных хлопьев,  
 $x_2$  – массовая доля топинамбура,  
 $x_3$  – массовая доля сиропа,  
 $x_4$  – массовая доля минеральной воды,  
 $x_5$  – массовая доля молочной сыворотки.

В комплекс показателей, характеризующих качество печенья, входят комплексный органолептический показатель ( $y_1$ ) и намакаемость ( $y_2$ ). Общая постановка задачи оптимизации имеет вид:

$$y_1 \xrightarrow{x_i=?} \max, y_2 \xrightarrow{x_i=?} \max \quad (1)$$

В таблице 2 приведены результаты определения комплексного органолептического показателя и намакаемости модельных образцов печенья.

#### Результаты и их обсуждение

На первом этапе оптимизации рецептуры необходимо найти оценку регрессионной модели для зависимости  $y_1$  ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ ) и  $y_2$  ( $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ ). Для построения корреляционной матрицы в меню Statistics выбирали команду Basic Statistic Tables – Correlation Matrices-One variables list и строили квадратную корреляционную матрицу, элементами которой являются коэффициенты корреляции между переменными [1].

При построении модели важным является отсутствие мультиколлинеарности между факторами. Определено, что в данной задаче мультиколлинеарность наблюдается у переменных  $x_1, x_2$  и  $x_3$ . Это свидетельствует о том, что данные факторы характеризуют одну и ту же сторону изучаемого объекта, то есть их одновременное включение в модель нецелесообразно. При этом мультиколлинеарность связана с неустойчивостью и ненадежностью результатов решения.

На рис. 1 приведены модели зависимости органолептических показателей

печенья от массовой доли рецептурных компонентов.

Далее сравнивали эти три модели по статистическим показателям.

Зависимая переменная  $y_1$  отвечает за комплексный органолептический показатель. Его значения всегда находятся в пределах от 0 до 1, поэтому в основе его спецификации лежат функции с областью значений в этом интервале. Например, функции  $y = 1 - e^x$ .

Лучшие показатели имеет модель:

$$y_1 = 1 - e^{(0.035x_1 - 0.159x_3 - 0.09x_4 - 0.16x_5)} \quad (2)$$

Для намакаемости ( $y_2$ ) модели зависимости от массовой доли рецептурных компонентов [1] имеют следующий вид (рисунок 2).

Далее сравним эти две модели.

Определено, что модель 1 (рисунок 2а) имеет большее вхождение переменных, в сравнении моделью 2 (рисунок 2б), однако хуже статистические показатели ( $p$ -value > 0,05).

$$y_2 = -1574 + 58.55x_1 + 33.41x_4 - \quad (3)$$

$$2.21x_4x_5 - 0.54x_1^2 - 0.84x_4^2 + 1.15x_5^2$$

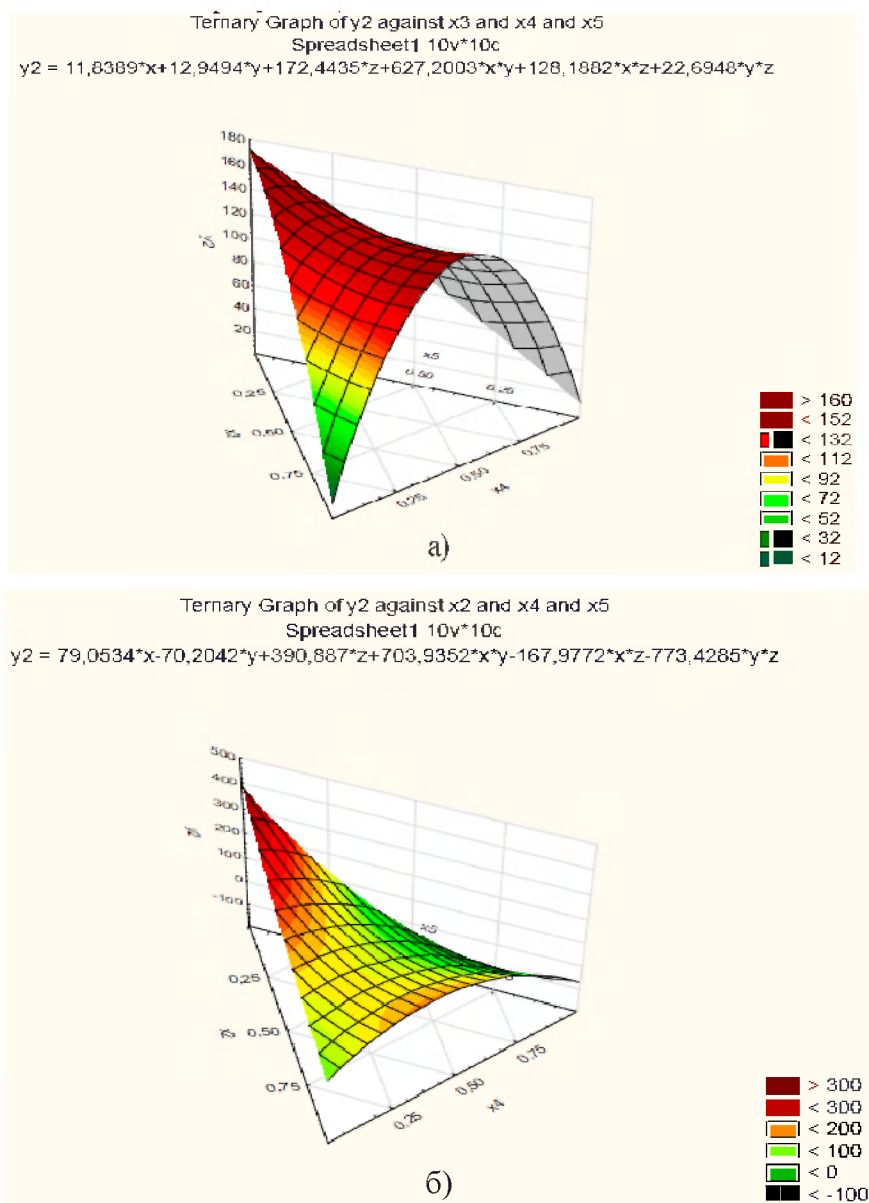
$$y_2 = 176.7 - 4.5x_3 - 6.09x_4 + 0.85x_4x_3 \quad (4)$$

Учитывая, что на практике предпочтение отдается простым видам функций, требующим меньшего объема наблюдений, была выбрана наиболее информативная связь (рисунок 3).

Таким образом:

$$y_2 = -1574 + 58.55x_1 + 33.41x_4 - \quad (5)$$
$$2.21x_4x_5 - 0.54x_1^2 - 0.84x_4^2 + 1.15x_5^2$$

На следующем этапе проводили визуальные вычисления Парето-оптимальных решений в Statistica [1; 20; 21]. Графическое изображение Парето-оптимизация рецептуры овсяного печенья, обогащенного продуктами переработки топинамбура, приведено на рисунке 4. В программе Statistica построены линии уровня для  $Y_1, Y_2$ , с помощью



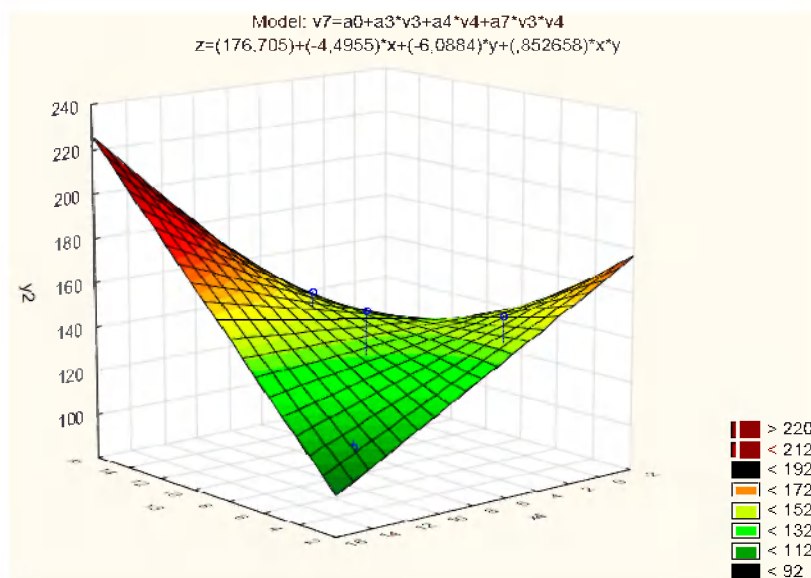
**Рис. 2.** Модели зависимости намакемости печенья от массовой доли рецептурных компонентов  
**Fig. 2.** Models of dependence of absorbability of biscuits on the mass fraction of formulation components

бикубической сплайн интерполяции. В качестве третьей оси принят фактор  $X_3$ .

Каждая точка на диаграмме обозначает вариант рецептурного состава. Идеальные показатели содержания биологически активных ингредиентов изображены звездочкой. Приближение точек к этим линиям уровня красного цвета означает приближение рецептурного состава к максимальным биологически активным показателям ингредиентов.

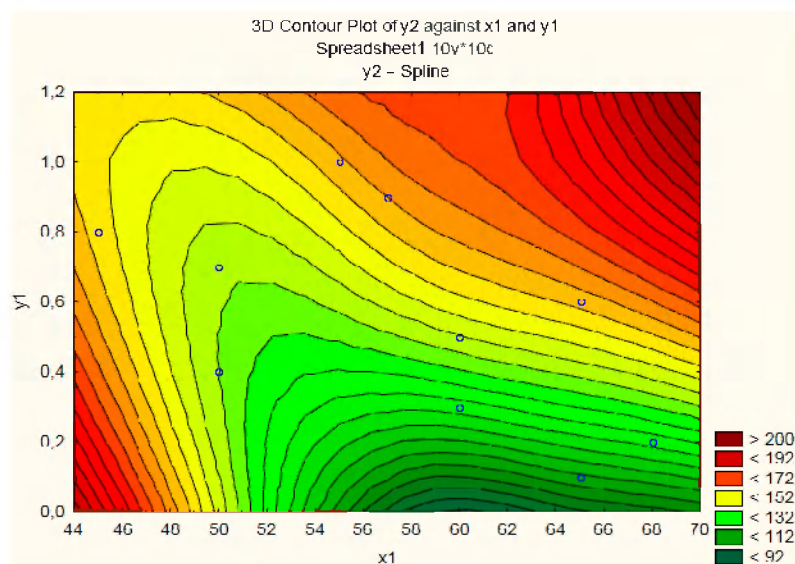
Необходимо найти рецептуру, максимально приближенную к этим точкам. Другие две выделенные точки являются максимально приближенными к анализируемым показателям, а значит, этот рецептурный состав является искомым (точка 1 и 2 на рисунке 4).

Точка соответствует рецептуре под номером 3, вторая точка – рецептура под номером 7. Таким образом, наилучшими показателями характеризовались две



**Рис. 3.** Модели зависимости намакаемости печенья от массовой доли рецептурных компонентов

**Fig. 3.** Models of dependence of asorpbility of biscuits on the mass fraction of formulation components



**Рис. 4.** Парето-оптимизация рецептуры овсяного печенья, обогащенного продуктами переработки топинамбура

**Fig. 4.** Pareto optimization of the recipe for oat biscuits enriched with Jerusalem artichoke processing products

рецептуры овсяного печенья, обогащенного продуктами переработки топинамбура (таблица 3).

**Выводы:**

1. Получены уравнения регрессии, описывающие зависимость органолептических показателей и набухаемости

овсяного печенья от массовой доли рецептурных компонентов. Определена рецептура овсяного печенья специализированного назначения, обеспечивающая оптимальные качественные характеристики готового продукта. Это рецептура, состоящая из (% массы): хлопьев овсяных



Результаты оптимизации рецептуры овсяного печенья,  
обогащенного продуктами переработки топинамбура

Table 3

Results of optimizing the formulation of oat biscuits enriched  
with Jerusalem artichoke processing products

Наименование образца	Массовая доля, %					Определяемые показатели	
	хлопья овсяные	топинамбур	сироп	минеральная вода	молочная сыворотка (сухая)	комплексный органолептический показатель	намокаемость
3	55	20	6	10	9	1,0	160,0
7	57	18	10	9	6	0,9	159,0

– 55, топинамбура – 20, сиропа из топинамбура – 6, минеральной воды – 10, сухой молочной сыворотки – 9.

2. Разработанные соотношения рецептурных компонентов могут использоваться в качестве основного рецептурного модуля при формировании ассортимента

овсяного печенья, обогащенного продуктами переработки топинамбура.

3. Предлагаемый подход эффективен при моделировании рецептур мучных кондитерских изделий и является методологической базой для поиска новых технологических решений в пищевой промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Шелест Н.С. Формирование качества овсяного печенья, обогащенного продуктами переработки топинамбура: выпускная квалификационная работа. Краснодар: КубГТ, 2022. 65 с.
2. Балаболин Д.Н., Ливинский А.А., Марченко С.С. Анализ ассортимента овсяного печенья, реализуемого в торговых сетях Москвы // Товаровед продовольственных товаров. 2020. № 2. С. 42–47.
3. Демченко Е.А., Мистенева С.Ю., Савенкова Т.В. Способы оптимизации технологии и рецептуры овсяного печенья // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2019. Т. 22, № 3. С. 363–370.
4. Грязина Ф.И. Влияние семян тыквы на качество овсяного печенья. Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 172–176.
5. Применение нетрадиционных видов сырья в производстве овсяного печенья / Присухина Н.В. [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 11–1 (113). С. 47–53.
6. Ткешелашвили М.Е., Бобожонова Г.А. Использование натуральных сахарозаменителей в производстве овсяного печенья // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 5. С. 316–318.
7. Betz J., Naumova N., Buchel A. The Quality and Nutritional Value of Oatmeal Cookies of Different Recipes. Agricultural food engineering. 2021; 14(1).
8. Чанов И.М., Сырвачева М.В., Наумова Н.Л. Макро-и микронутриенты овсяного печенья // Ползуновский вестник. 2019. № 2. С. 90–94.
9. Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9JUDtB0p qmoAatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf>

10. Национальный проект «Здравоохранение» Министерства здравоохранения Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie>
11. Костюченко М.Н., Косан А.П. Обеспечение качества хлебобулочных изделий – стратегическая задача государства // Контроль качества продукции. 2019. № 9. С. 8–13.
12. Harrison J., Bramlett A., McKemie R [et al.] Consumer Acceptability of Oatmeal Cookies Prepared with Sucralose/maltodextrin:isomalt Blends. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2012; 112(9).
13. Меренкова С.П., Лукин А.А., Николаева А.И. Оценка потребительских свойств овсяного печенья с добавлением амарантовой муки // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016; 3 (38): 57–63.
14. Шамкова Н.Т., Токарев В.Ю., Добровольская А.В. Научно-практические аспекты переработки топинамбура с получением полуфабрикатов и продуктов питания специализированного назначения. Краснодар: Дом-Юг, 2021.
15. Ceylan H., Bilgiçli N., Cankurtaran T. Improvement of functional cake formulation using Jerusalem artichoke flour as inulin source and resistant starch (RS4). *LWT*. 2021; 145.
16. Rubela I.A., Iraporda C., Manrique G.D. Inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.): From its biosynthesis to its application as bioactive ingredient. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2021; 26.
17. Харрингтон Е.С. Функция желательности и ее применение. *Промышленный контроль качества*. 1965; 21(10): 494–498.
18. Многокритериальная оптимизация баланса состава и органолептических характеристик специализированного питания антианемической направленности / Конева М.С. [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2016. № 1. С. 110–113.
19. Shamkova N.T., Usatkov S.V., Dobrovolskaya A.V. [et al.] A comprehensive approach to design molded culinary products using cottage cheese for school meals. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2021; 24: 202021.
20. Постановка эксперимента по идентификации модели гипераккумуляции тяжелых металлов топинамбуром при фиторемедиации почв / Григорьев А.А. [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 873.
21. Исследование кривой вязкости пресного безглютенового теста в зависимости от концентрации разных видов муки / Корнева О.А. [и др.] // Пищевая промышленность. 2019. № 6. С. 62–65.

#### REFERENCES:

1. Shelest N.S. Formation of the quality of oat biscuits enriched with Jerusalem artichoke processing products: a final qualifying work. Krasnodar: KubST, 2022. 65 p. (In Russ.)
2. Balabolin D.N., Livinsky A.A., Marchenko S.S. Analysis of the assortment of oat biscuits sold in retail chains in Moscow // *Tovaroved of food products*. 2020. No. 2. P. 42–47. (In Russ.)
3. Demchenko E.A., Misteneva S.Yu., Savenkova T.V. Methods for optimizing technology and recipes for oat biscuits. *Vestnik MSTU. Proceedings of the Murmansk State Technical University*. 2019. V. 22, No. 3. P. 363–370. (In Russ.)
4. Gryazina F.I. Effect of pumpkin seeds on the quality of oat biscuits. *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. 2021. No. 23. P. 172–176. (In Russ.)
5. The use of non-traditional raw materials in the production of oatmeal cookies / Prisukhina N.V. [et al.] // *International Research Journal*. 2021. No. 11-1 (113). P. 47–53. (In Russ.)
6. Tkeshelashvili M.E., Bobozhonova G.A. The use of natural sweeteners in the production of oatmeal cookies. 2022. No. 5. P. 316–318. (In Russ.)

7. Betz J., Naumova N., Buchel A. The Quality and Nutritional Value of Oatmeal Cookies of Different Recipes. *Agricultural food engineering*. 2021; 14(1).
8. Chanov I.M., Syrvacheva M.V., Naumova N.L. Macro- and micronutrients of oatmeal cookies // *Polzunovskiy vestnik*. 2019. No. 2. P. 90–94. (In Russ.)
9. On the approval of the Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030 [Electronic resource]: Order of the Government of the Russian Federation dated 29/06/2016 No. 1364-r. Access mode: <http://static.government.ru/media/files/9JUDtBOPqmoAatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf> (In Russ.)
10. Health Ministry of the Russian Federation. [Electronic resource]: national project. Access mode: <https://minzdrav.gov.ru/poleznye-resursy/natsproektzdravoohranenie> (In Russ.)
11. Kostyuchenko M.N., Kosan A.P. Ensuring the quality of bakery products is a strategic task of the state // *Product quality control*. 2019. No. 9. P. 8–13. (In Russ.)
12. Harrison J., Bramlett A., McKemie R [et al.] Consumer Acceptability of Oatmeal Cookies Prepared with Sucralose/maltodextrin:isomalt Blends. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2012; 112(9).
13. Merenkova S.P., Lukin A.A., Nikolaeva A.I. Evaluation of consumer properties of oatmeal cookies with the addition of amaranth flour // *Technology and commodity science of innovative food products*. 2016; 3(38):57–63. (In Russ.)
14. Shamkova N.T., Tokarev V.Yu., Dobrovolskaya A.V. Scientific and practical aspects of the processing of Jerusalem artichoke with the production of semi-finished products and food products for specialized purposes. Krasnodar: Dom-South, 2021. (In Russ.)
15. Ceylan H., Bilgiçli N., Cankurtaran T. Improvement of functional cake formulation using Jerusalem artichoke flour as inulin source and resistant starch (RS4). *LWT*. 2021; 145.
16. Rubela I.A., Iraporda C., Manrique G.D. Inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.): From its biosynthesis to its application as a bioactive ingredient. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fiber*. 2021; 26.
17. Harrington E.S. Desirability function and its application. *Industrial quality control*. 1965; 21(10): 494–498. (In Russ.)
18. Multi-criteria optimization of the balance of composition and organoleptic characteristics of specialized anti-anemic nutrition / Koneva M.S. [and others] // *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2016. No. 1. P. 110–113. (In Russ.)
19. Shamkova N.T., Usatkov S.V., Dobrovolskaya A.V. [et al.] A comprehensive approach to design molded culinary products using cottage cheese for school meals. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2021; 24:202021.
20. Setting up an experiment to identify the model of hyperaccumulation of heavy metals by Jerusalem artichoke during soil phytoremediation / Grigoriev A.A. [et al.] // *Modern problems of science and education*. 2013. No. 6. S. 873. (In Russ.)
21. Study of the viscosity curve of unleavened gluten-free dough depending on the concentration of different types of flour / Korneva O.A. [et al.] // *Food industry*. 2019. No. 6. P. 62–65. (In Russ.)

---

**Информация об авторах / Information about the authors**

---

**Наталья Тимофеевна Шамкова**, доктор технических наук, профессор кафедры общественного питания и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
[shamkova75@yandex.ru](mailto:shamkova75@yandex.ru)

**Natalya T. Shamkova**, Doctor of Technical Sciences, a professor of the Department of Public Catering and Service of FSBEI HE “Kuban State Technological University”  
[shamkova75@yandex.ru](mailto:shamkova75@yandex.ru)

**Майя Юрьевна Тамова**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой общественного питания и сервиса ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет tamova\_maya@mail.ru

**Альбина Алексеевна Варивода**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» albin2222@mail.ru

**Никита Сергеевич Шелест**, магистр группы 20-ПМ-ТО1 ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» nikitashlesttt@yandex.ru

**Maya Yu. Tamova**, Doctor of Technical Sciences, a professor, Head of the Department of Public Catering and Service, FSBEI HE “Kuban State Technological University” tamova\_maya@mail.ru;

**Albina A. Varivoda**, Candidate of Technical Sciences, an associate professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Crop Products FSBEI HE “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”

albin2222@mail.ru;

**Nikita S. Shelest**, master of group 20-PM-TO1 FSBEI HE “Kuban State Technological University”

nikitashlesttt@yandex.ru