

## Оптимизация рецептуры обогащенного бисквитного полуфабриката

*Шабурова Г.В., Зуева А.Ю.*

**Аннотация.** Актуальным направлением в производстве пищевых продуктов является проектирование рецептур продуктов питания с заданными химическим составом и потребительскими свойствами. Приведены результаты применения методов математического моделирования рецептуры обогащенного бисквитного полуфабриката с пониженной энергетической ценностью с применением муки семян льна и порошка моркови. Выбор муки семян льна в качестве одного из ингредиентов проектируемой рецептуры обусловлен наличием в ней пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ, полиненасыщенных жирных кислот, которые относятся к группе функциональных пищевых ингредиентов. Полиненасыщенные жирные кислоты оказывают влияние на сердечно-сосудистую деятельность, участвуют в формировании фосфолипидов клеточных мембран, входят в состав всех клеточных оболочек и мембран, и необходимы для правильного роста и функционирования организма человека. К полезным свойствам моркови относят наличие пищевых волокон, богатого витаминного и минерального состава. Разработка оптимизированной рецептуры бисквитного полуфабриката, обогащенного функциональными пищевыми ингредиентами муки семян льна и порошка моркови, произведена с помощью метода линейного программирования.

**Ключевые слова:** бисквитный полуфабрикат, рецептура, обогащенные пищевые продукты, математическое моделирование, симплекс-метод.

**Для цитирования:** Шабурова Г.В., Зуева А.Ю. Оптимизация рецептуры обогащенного бисквитного полуфабриката // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 2. С. 20–23.

## Optimization of the recipe for an enriched biscuit semi-finished product

*Shaburova G.V., Zueva A.Y.*

**Abstract.** The current trend in food production is the design of food recipes with a given chemical composition and given consumer properties. The results of applying the methods of mathematical modeling of the formulation of an enriched biscuit semi-finished product with a reduced energy value using flax seed flour and carrot powder are presented. The choice of flax seed flour as one of the ingredients of the projected recipe is due to the presence of dietary fiber, vitamins, minerals, polyunsaturated fatty acids, which belong to the group of functional food ingredients. Polyunsaturated fatty acids affect cardiovascular activity, participate in the formation of phospholipids of cell membranes, are part of all cell membranes and membranes, and are necessary for the proper growth and functioning of the human body. The beneficial properties of carrots include the presence of dietary fiber, rich in vitamin and mineral composition. The development of an optimized recipe for a biscuit semi-finished product enriched with functional food ingredients of flaxseed flour and carrot powder was carried out using the linear programming method.

**Keywords:** biscuit semi-finished product, recipe, fortified food products, mathematical modeling, simplex method.

**For citation:** Shaburova G.V., Zueva A.Y. Optimization of the recipe for an enriched biscuit semi-finished product. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2021. Vol. 8. No. 2. pp. 20–23. (In Russ.).

## Введение

Проектирование рецептурных компонентов обуславливает получение продуктов питания с заданным химическим составом. Анализ научных и практических подходов к созданию оптимизированных рецептур многокомпонентных пищевых продуктов свидетельствует о высокой эффективности использования различных современных компьютерных математических систем [1-4]. Одной из наиболее распространённых программ для расчёта рецептур является MS Excel с использованием надстройки «Поиск решения». В статье рассмотрено решение рецептурной задачи бисквитного полуфабриката с использованием системы компьютерного моделирования, основанного на методах линейного программирования.

Целью исследований является оптимизация с использованием симплекс-метода рецептурного состава бисквитного полуфабриката с применением муки семян льна и порошка моркови.

## Объекты и методы исследований

В работе используется метод математического моделирования с применением современной компьютерной системы – надстройки MS Excel «Поиск решения», обеспечивающей возможность решения задачи линейного программирования и позволяющую оптимизировать состав рецептур.

## Результаты и их обсуждение

На первом этапе сформирован информационный банк данных, включающий наименование, химический состав ингредиентов рецептуры и

стандартный состав разрабатываемого бисквитного полуфабриката. На втором этапе, на основании информационного банка данных, сформированы линейные балансовые уравнения по химическому составу проектируемой рецептуры бисквитного полуфабриката. Установлены технологические ограничения на использование отдельных видов ингредиентов и определена функция цели (критерий) для проведения оптимизации рецептуры.

На третьем этапе, на основе симплекс-метод решается сформированная система линейных балансовых уравнений.

При моделировании рецептуры важно учесть все ограничения и минимальное количество сырья каждого компонента. Результаты расчета модифицированной рецептуры бисквитного полуфабриката с заменой части пшеничной муки на муку из семян льна и замены части сахара на порошок моркови с помощью надстройки MS Excel «Поиск решения» приведены на рисунке 1.

Масса компонентов оптимизированной рецептуры приведена в граммах в составе массы теста, необходимого для получения 100 г бисквитного полуфабриката. Содержание основных пищевых ингредиентов в изделиях по традиционной и по предлагаемой модифицированной рецептуре приведено без учета потерь сухих веществ.

В таблице 1 приведена модифицированная рецептура бисквитного полуфабриката.

В соответствии с математическим моделированием оптимальным количеством льняной муки является 4,0 г в составе массы теста для получения 100 г бисквитного полуфабриката. Указанное количество внесённой муки семян льна в сравнении с рецептурой прототипа позволяет снизить содержание пшеничной муки высшего сорта на 16,4 %

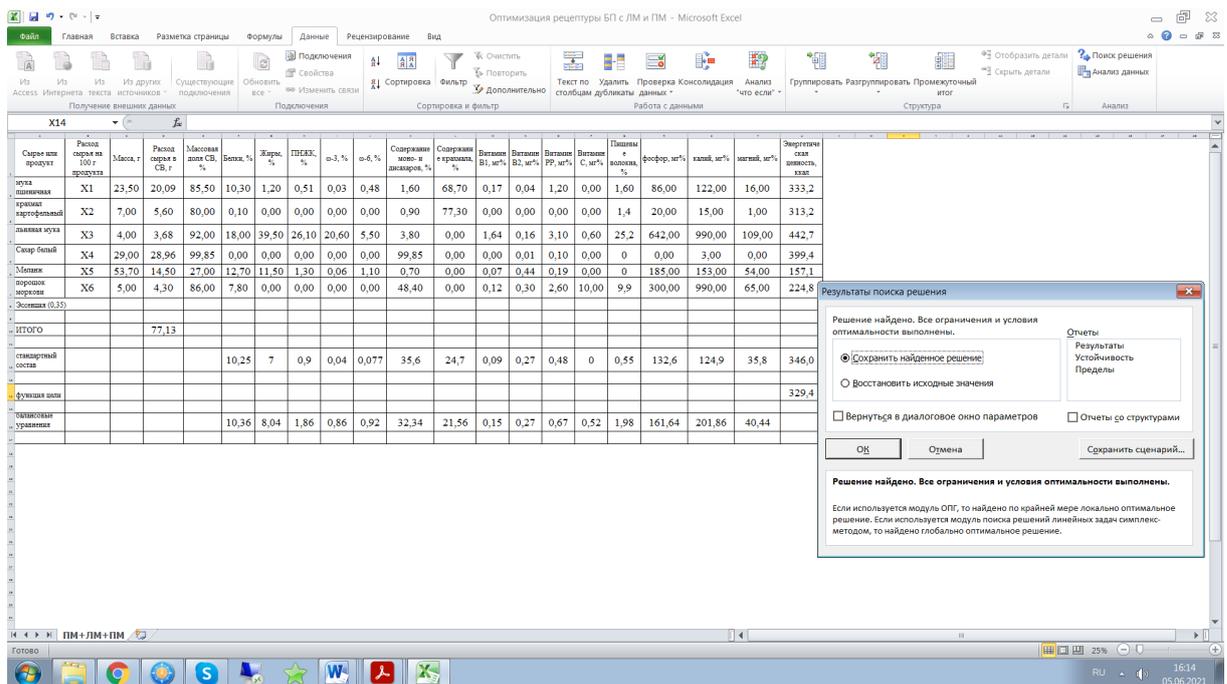


Рис. 1. Скриншот окна надстройки «Поиск решения» в Excel в процессе оптимизации рецептуры бисквитного полуфабриката с применением льняной муки и порошка моркови

Таблица 1 – Модифицированная рецептура бисквитного полуфабриката

| Наименование сырья           | Массовая доля сухих веществ, % | Расход сырья на 100 г выпеченного полуфабриката, г |                   |
|------------------------------|--------------------------------|--|-------------------|
|                              |                                | в натуре   | в сухих веществах |
| Мука пшеничная высшего сорта | 85,5                           | 23,5   | 20,09             |
| Мука льняная                 | 92                             | 4  | 3,68              |
| Крахмал картофельный         | 80                             | 7  | 5,6               |
| Сахар белый                  | 99,85                          | 29   | 28,96             |
| Порошок моркови              | 86                             | 5  | 4,3               |
| Меланж                       | 27                             | 53,7   | 14,5              |
| Эссенция                     | 0                              | 0,35   | 0                 |
| Итого                        |                                | 122,55   | 77,13             |

по сухим веществам – с 24,04 г по традиционной рецептуре до 20,09 г сухих веществ по модифицированной рецептуре.

Оптимальным количеством порошка моркови в составе модифицированной рецептуры бисквитного полуфабриката является 5,0 г в составе массы теста для получения 100 г бисквитного полуфабриката. В результате высокого уровня моно- и дисахаров в порошке моркови, в модифицированной рецептуре снизилось содержание сахара на 16,4 % по сухим веществам – с 34,66 г по традиционной рецептуре до 28,96 г сухих веществ по модифицированной рецептуре.

Содержание крахмала и меланжа и сахара остается на уровне традиционной рецептуры.

Содержание белка, по результатам расчета оптимизированной рецептуры бисквитного полуфабриката, изменилось незначительно. Оптимизация свидетельствует о повышении белка в изделиях на 1,05 %.

Содержание жира увеличилось за счет высокого содержания жира в льняной муке на 14,8 %. При этом следует подчеркнуть, что обогащение изделий в соответствии с оптимизацией рецептуры, происходит жирами растительного происхождения. В проектируемых изделиях возрастает, как и следовало ожидать, уровень полиненасыщенных жирных кислот – на 107 %, содержания  $\omega$ -3 возрастает в 21,6 раза,  $\omega$ -6 – в 12 раз.

Снизилось содержание моно- и дисахаров и крахмала на 9 % и 13 %, соответственно, в сравнении с уровнем стандартных показателей изделий.

Содержание пищевых волокон по оптимизированной рецептуре повысилось в изделиях в 3,6 раза.

Улучшился витаминный состав изделий по

проектируемой рецептуре. На 65 % повысилось содержание витамина  $B_1$ . Уровень витамина  $B_2$  остался без изменений. На 40,0 % увеличилось количество витамина PP на 100 г продукта. В изделии, выпеченном по проектируемой рецептуре, отмечено содержание витамина C – 0,62 г на 100 г продукта. В изделиях, выпеченных по традиционной технологии витамин C отсутствует.

Применение муки семян льна и порошка моркови привело к повышению содержания фосфора, калия и магния – на 22 %, 61,6 % и 13 %, соответственно.

Энергетическая ценность бисквитного полуфабриката с применением муки семян льна и порошка моркови в соответствии с математическим моделированием по предлагаемой оптимизированной рецептуре составляет 329,4 ккал, что на 5,0 % ниже энергетической ценности бисквитного полуфабриката, приготовленного по традиционной рецептуре (346 ккал).

Таким образом, цель проектирования рецептуры бисквитного полуфабриката с применением льняной муки достигнута.

## Выводы

Применена методика оптимизации рецептуры многокомпонентного мучного кондитерского изделия с использованием математической системы надстройки «Поиск решения» Excel. Использование компьютерной системы позволило упростить рецептурные расчеты в связи с переводом их в автоматический режим, а также исключить ошибки, связанные с человеческим фактором.

## Литература

- [1] Муратова, Е.И. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания: учебное пособие / Е.И. Муратова, С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.

## References

- [1] Muratova, E.I. Computer-aided design of complex multicomponent food products: textbook / E.I. Muratova, S.G. Tolstykh, S.I. Butler. - Tambov: Publishing house of FGBOU VPO «TSTU», 2011. - 80 p.

- [2] Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика: учеб. пособие / О. Н. Красуля, С. В. Николаева, А. В. Токарев [и др.]. – СПб. : ГИОРД, 2015. – 320 с.
- [3] Лисин П.А. Компьютерные технологии в производственных процессах пищевой промышленности / П.А. Лисин. – СПб.: ЛАНЬ, 2016. – 256 с.
- [4] Лисин, П.А. Практическое руководство по проектированию продуктов питания с применением Excel, MathCAD, Maple : учебное пособие / П.А. Лисин. – Санкт – Петербург: Лань, 2020. – 240 с.
- [2] Modeling of recipes for food products and technologies for their production: theory and practice: textbook allowance / O. N. Krasulya, S. V. Nikolaeva, A. V. Tokarev [and others]. - SPb. : GIORД, 2015 .-- 320 p.
- [3] Lisin P.A. Computer technologies in production processes of food industry / P.A. Lisin. - SPb .: LAN, 2016 .-- 256 p.
- [4] Lisin, P.A. A practical guide to food design using Excel, MathCAD, Maple: a tutorial / P.A. Lisin. - St. Petersburg: Lan, 2020 .-- 240 p.

**Сведения об авторах**

**Information about the authors**

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Шабурова Галина Васильевна</b><br/>кандидат технических наук<br/>доцент кафедры «Пищевые производства»<br/>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный<br/>технологический университет»<br/>440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11<br/><b>Тел.:</b> +7(905) 366-63-43<br/><b>E-mail:</b> Shaburovs@mail.ru</p> | <p><b>Shaburova Galina Vasilievna</b><br/>PhD in Technical Sciences<br/>associate professor at the department of «Food productions»<br/>Penza State Technological University<br/><b>Phone:</b> +7(905) 366-63-43<br/><b>E-mail:</b> Shaburovs@mail.ru</p> |
| <p><b>Зуева Анна Юрьевна</b><br/>магистрант кафедры «Пищевые производства»<br/>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный<br/>технологический университет»<br/>440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11<br/><b>Тел.:</b><br/><b>E-mail:</b> zuevaanna98@yandex.ru</p>   | <p><b>Zueva Anna Yuryevna</b><br/>undergraduate of the department «Food productions»<br/>Penza State Technological University<br/><b>Phone:</b><br/><b>E-mail:</b> zuevaanna98@yandex.ru</p>  |