





<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-82-88>  
УДК 664.143

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ СБИВНЫХ ИЗДЕЛИЙ БЕЗ ЯИЧНОГО БЕЛКА

Г. О. Магомедов<sup>1</sup> , Л. А. Лобосова<sup>1, \*</sup> , С. А. Рожков<sup>2</sup> , Н. А. Селина<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,  
394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко»,  
394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Дата поступления в редакцию: 27.02.2018  
Дата принятия в печать: 21.05.2018

\*e-mail: lobosova63@mail.ru







© Г. О. Магомедов, Л. А. Лобосова, С. А. Рожков, Н. А. Селина, 2018

**Аннотация.** Перспективным и актуальным является разработка новых видов функциональных сбивных кондитерских изделий типа суфле с заменой белков животного происхождения на растительные. Авторами предложено ввести в рецептурный состав сбивного изделия пшеничную муку высшего сорта, в качестве обогащающей добавки – цедру лимона. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств ВГУИТ. Сбивное изделие получали на экспериментальной сбивальной установке, разработанной сотрудниками кафедры. Обоснован выбор рецептурных компонентов. Оптимальные режимы приготовления сбивного изделия (состав: мука пшеничная высшего сорта, вода, кислота лимонная, агар, сахар белый, патока, цедра лимона) выбирали с помощью экспериментально-статистического подхода. Основными параметрами получения являются: продолжительность сбивания, с; частота вращения месильных органов, мин<sup>-1</sup>, выходной параметр – объемная масса полученного изделия, г/см<sup>3</sup>. В результате получены: продолжительность сбивания массы  $x_1 = 379 \text{ с}^{-1}$ , частота оборотов месильных органов  $x_2 = 651 \text{ мин}^{-1}$ . Определены показатели качества готового сбивного изделия. Оно обладает хорошей формоудерживающей способностью; структура – равномерная, мелкопористая; цвет – слегка кремовый; вкус – с легким привкусом лимонной цедры; массовая доля сухих веществ – 76 %; плотность – 0,43 г/см<sup>3</sup>. Полученное изделие обладает оригинальными органолептическими показателями, повышенной пищевой ценностью, из рецептурного состава исключены красители и ароматизаторы. Его можно рекомендовать не только людям, страдающим непереносимостью яичного белка, но и всем категориям потребителей.

**Ключевые слова.** Сбивные изделия типа суфле, агар, оптимизация, технологические параметры, мука пшеничная

**Для цитирования:** Выбор оптимальных параметров получения сбивных изделий без яичного белка / Г. О. Магомедов [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. С. 82–88. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-82-88>.

## SELECTION OF OPTIMAL PARAMETERS FOR OBTAINING WHIPPED PRODUCTS FROM EGG WHITES

G.O. Magomedov<sup>1</sup> , L.A. Lobosova<sup>1, \*</sup> , S.A. Rozhkov<sup>2</sup> , N.A. Selina<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies,  
19, Revolutsii Ave., Voronezh, 394036, Russia

<sup>2</sup>N.N. Burdenko Voronezh State Medical University,  
10, Studencheskaya Str., Voronezh, 394036, Russia

Received: 27.02.2018  
Accepted: 21.05.2018

\*e-mail: lobosova63@mail.ru



© G.O. Magomedov, L.A. Lobosova, S.A. Rozhkov, N.A. Selina, 2018

**Abstract.** Development of new types of functional whipped confectionery of soufflé type in which animal proteins are replaced with vegetable ones is promising and of high priority. The author proposed to introduce top grade wheat flour into the recipe of the whipped product and lemon zest as an enriching additive. Experimental studies were carried out under laboratory conditions of the department of technology of bakery, confectionery, macaroni and grain processing industries of Voronezh State University of Engineering Technologies. The whipped product was obtained using an experimental whipping device developed by the staff of the department. The author justified the choice of the components in the recipe. The optimum modes of obtaining the whipped product which includes top grade wheat flour, water, citric acid, agar, white sugar, molasses, and lemon zest were selected using the experimental-statistical approach. The main cooking parameters are the duration of whipping (seconds); rotation frequency of the whipping parts (minutes<sup>-1</sup>), an output parameter (the volume weight of the final product, g/cm<sup>3</sup>). The results are the following: duration of the mass whipping  $x_1 = 379 \text{ s}^{-1}$ , rotation speed of the whipping parts  $x_2 = 651 \text{ min}^{-1}$ . The author determined quality indicators of the final whipped product. It has a good form-retaining ability, uniform and fine-porous structure, slightly creamy color,

and slight taste of lemon zest. Mass fraction of dry matter is 76%, density – 0.43 g/cm<sup>3</sup>. The obtained product has original organoleptic parameters and higher nutritional value. The author did not include any food color additives and flavoring agents. For that reason the product can be recommended not only to people suffering from egg white intolerance, but also to all categories of consumers.

**Keywords.** Souffle type whipped products, agar, optimization, production parameters, wheat flour

**For citation:** Magomedov G.O., Lobosova L.A., Rozhkov S.A., Selina N.A. Selection of optimal parameters for obtaining whipped products from egg whites. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 2, pp. 82–88 (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-82-88>.

### Введение

В Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, принятой Правительством РФ 29.06.2016 (распоряжение N 1364-р), говорится о стимулировании развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества. Потребление пищевой продукции низкого качества, в том числе за счет ее высокой энергетической и низкой пищевой ценности, потребления избыточного количества насыщенных жиров, дефицита пищевых волокон, микронутриентов снижает качество жизни и ведет к возникновению ряда серьезных заболеваний [1].

Поэтому важнейшей составляющей укрепления здоровья человека является выпуск продукции высокого качества, обогащенной полезными физиологически функциональными ингредиентами: витаминами, пищевыми волокнами, минеральными веществами, полноценным белком [2].

Рынок кондитерских изделий сложен из-за высокой конкуренции. Большой популярностью пользуются изделия пенной структуры (зефир, пастила) [3].

Зефир рекомендован Федеральным исследовательским центром питания, биотехнологии и безопасности пищи (ранее Институт питания РАМН). В рецептурный состав зефира входит яичный белок, но есть категория людей, страдающая непереносимостью яичных белков.

Аллергия на яичный белок или на куриные яйца полностью – патология, затрагивающая 10 людей из 100. Заболевание поражает детей и взрослых, причем с точки зрения современной медицины аллергия на куриные яйца бывает ответом не только на индивидуальные особенности организма, но и общее ухудшение экологии.

Аллергическая реакция – ответ иммунной системы на повторные поступления антигена. В данном случае это альбумин – белок. Вещество является сильнейшим аллергеном, заставляющим вырабатывать организм человека огромное количество иммуноглобулинов [4, 5].

Поэтому учеными ведутся работы по изысканию новых видов растительного сырья, которые могли бы заменить яичный белок при получении зефира.

Анализ научных публикаций говорит о том, что ассортимент пастильных изделий расширяется, так как используются новые сырьевые ресурсы и технологии.

Для снижения расхода яичного белка разработан способ получения сбивных кондитерских масс, где пенообразователем является белковый изолят подсолнечника в количестве 13–15 % от массы яичного белка [6].

Учеными Орловского государственного технического университета предложено исключить из рецептурного состава зефира яичный белок, пектин, глюкозу, молочную кислоту. Для стабилизации процесса пенообразования и интенсификации структурообразования вносится молочная сыворотка, желатин, двууглекислый натрий [7].

Для экономии сырья за счет сокращения расхода яичного белка, ускорения процесса, повышения качества изделий разработан способ производства зефира, в котором используют сухие яичный альбумин и пшеничную клейковину в соотношении 7:3. При этом сухую пшеничную клейковину вносят в нагретую до кипения яблочно-пектиновую смесь, а сбивание массы производят до увеличения объема в 2–2,5 раза [8].

Ученые В. В. Румянцева и Н. М. Ковач доказали целесообразность использования набухшего биомодифицированного продукта ячменя взамен яичного белка в рецептурном составе зефира [9].

Существует способ получения зефира, в котором предложено применять пенообразователь – смесь яичного и соевого белков. Обеспечивается получение зефира с равномерной структурой и консистенцией, с равномерными формами в объеме партии [10].

Таким образом, учеными активно ведутся исследования, формирующие качество и безопасность функциональных пастильных кондитерских изделий. Ассортимент новой продукции учитывает ее потребление даже людьми, страдающими определенными алиментарными заболеваниями [11].

Целью данного исследования является разработка технологии сбивного кондитерского изделия типа суфле на агаре, без добавления яичного белка, выбор оптимальных режимов его приготовления.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- осуществить анализ научной литературы, в которой рассматриваются вопросы совершенствования ассортимента сбивных кондитерских изделий, в частности при замене яичного белка на другие пенообразователи;
- выбрать оптимальные режимы производства;
- определить показатели качества разработанного изделия.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились сырье, сбивное кондитерское изделие типа суфле.

Для приготовления сбивного изделия применяли сырье: муку пшеничную хлебопекарную высшего сорта, сахар белый, агар, патоку крахмальную, кислоту лимонную, цедру лимонную, воду дистиллированную.

Исследования проводили в лабораториях кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств ВГУИТ, ОАО «Хлебозавод № 7» (филиал кафедры ТХКМЗП ВГУИТ).

Применяли общепринятые органолептические, химические и физические методы исследования.

Внешний вид, вкус, цвет, запах, консистенцию, форму, поверхность, вид в изломе изделий определяли органолептически (ГОСТ 5897-90); массовую долю сухих веществ в сырье, полуфабрикатах и изделиях – рефрактометрическим методом (ГОСТ 5900-2014) с помощью рефрактометра ИРФ-454 Б2М (Россия); массовую долю редуцирующих веществ – феррицианидным методом (ГОСТ 5903-89); плотность сбивного изделия – на приборе Сосновского (Россия) (ГОСТ 5902-80).

### Результаты и их обсуждение

Существующие способы производства зефира достаточно длительны (10–24 ч) и характеризуются высокими денежными затратами на производство [12]. Продолжительность сбивания массы зависит от конструктивных особенностей машин, частоты вращения вала, формы лопастей, их расположения, размеров загрузки [13, 14].

Нами предложен способ получения сбивных изделий типа суфле, в котором белок животного происхождения заменен на растительные, содержащиеся в муке пшеничной хлебопекарной высшего сорта.

В муке содержатся пищевые волокна, микро- и макроэлементы (магний, марганец, фосфор, калий, кальций, селен, витамины Е, К, группы В).

В качестве обогащающей добавки выбрали цедру лимона. Она богата эфирными маслами, витамином С, калием, кальцием. Ее применение обогащает организм полезными ингредиентами, укрепляет иммунитет [15].

Сбивали массу на экспериментальной установке периодического действия (разработана на кафедре ТХКМЗП ВГУИТ).

Рецептурные компоненты сбиваются под давлением. При этом воздух захватывается и дробится на мелкие частички. В результате происходит образование пены. Дисперсная фаза в ней – воздух, дисперсионная – раствор альбуминовой и глобулиновой фракций белков муки, целлюлоза и гемцеллюлоза водорастворимых пентозанов, связанные липиды, набухшие белки проламиновой и глютелиновой фракций, дезагрегированный крахмал, водорастворимые рецептурные компоненты теста.

Диспергированные пузырьки в жидкости окружают пузырьки воздуха. Чтобы придать диспергированным пузырькам устойчивость, необходимо присутствие пенообразователей – поверхностно-активных веществ. Растворы альбуминовой и глобулиновой фракций являются лучшими пенообразователями.

С увеличением концентрации высокомолекулярных пенообразователей возрастает пенообразующая способность. Молекулы ПАВ двигаются к границе раздела фаз, адсорбируются следующим образом: гидрофильные части молекул находятся в водной фазе, а гидрофобная направлена в сторону газовой среды или твердой поверхности, если последняя гидрофобна. Таким образом, на поверхности пузырьков образуется пленка, обладающая упругими свойствами и разделяющая отдельные пузырьки. Пена обладает минимальной поверхностной энергией, а значит, наиболее устойчива [16].

Для того чтобы оптимизировать режимы приготовления сбивного кондитерского изделия состава: мука пшеничная высшего сорта, вода, кислота лимонная, агар, сахар белый, патока, ароматизатор, применен экспериментально-статистический подход [17, 18, 20].

Основными факторами выбраны: продолжительность сбивания –  $x_1$ , с; частота вращения месильных органов,  $\text{мин}^{-1}$  –  $x_2$  – (табл. 1). Плотность изделия,  $\text{г/см}^3$  – это выходной параметр –  $y$ .

Выбранные факторы совместимы и между собой не коррелируют.

На первом этапе построено регрессионное уравнение. С его помощью адекватно описывается зависимость выходного параметра от изучаемых факторов [19].

Активный эксперимент проведен по системе центрального композиционного униформ-ротабельного плана (табл. 2).

При проведении статистической обработки экспериментальных данных проведены вычисление оценок регрессионных коэффициентов, проверка их значимости, оценка воспроизводимости опытов. Установлена адекватность полученного уравнения. Для этого при доверительной вероятности 95 % применены статистические критерии Стьюдента, Кохрена и Фишера [16, 19].

Регрессионное уравнение, которое адекватно описывает зависимость объемной массы сбивного полуфабриката  $y$  от исследуемых факторов, имеет следующий вид (1):

$$y = 0,399 - 0,084X_1 - 0,145X_2 - 0,025X_1X_2 + 0,043X_1^2 + 0,079X_2^2, \quad (1)$$

где  $X_i$  – кодированные значения факторов, связанные с натуральными значениями  $x_i$  соотношениями (2):

$$X_1 = \frac{x_1 - 300}{150}; \quad X_2 = \frac{x_2 - 500}{250}. \quad (2)$$

Таблица 1 – Характеристики планирования

Table 1 – Planning characteristics

Условия планирования	Продолжительность сбивания $x_1$ , с	Частота вращения месильного органа $x_2$ , мин <sup>-1</sup>
Основной уровень (0)	300	500
Интервал варьирования	150	250
Верхний уровень (+1)	450	750
Нижний уровень (-1)	150	250
Верхняя «звездная» точка (+1,41)	511,5	852,5
Нижняя «звездная» точка (-1,41)	88,5	147,5

Таблица 2 – Матрица планирования и результаты эксперимента

Table 2 – Planning matrix and the results of the experiment

№ п/п	Значения				$y$ , г/см <sup>3</sup>
	натуральные		кодированные		
	$x_1$ , с	$x_2$ , мин <sup>-1</sup>	$X_1$	$X_2$	
1	150	250	-1	-1	0,730
2	450	250	+1	-1	0,610
3	150	750	-1	+1	0,490
4	450	750	+1	+1	0,270
5	88,5	500	-1,41	0	0,600
6	511,5	500	+1,41	0	0,365
7	300	147,5	0	-1,41	0,760
8	300	852,5	0	+1,41	0,350
9	300	500	0	0	0,403
10	300	500	0	0	0,401
11	300	500	0	0	0,406
12	300	500	0	0	0,403
13	300	500	0	0	0,402

Последнее уравнение определяет границы области эксперимента (сфера радиусом  $R$ ), оно ограничивает значения независимых переменных.

Чтобы решить поставленную задачу, применили метод неопределенных множителей Лагранжа, составив целевую функцию  $F$  вида (4):

$$F = 0,399 - 0,084X_1 - 0,145X_2 - 0,025X_1X_2 + 0,043X_1^2 + 0,079X_2^2 + \lambda(X_1^2 + X_2^2 - R^2) \quad (4)$$

где  $\lambda$  – неопределенный множитель Лагранжа.

Составлена система уравнений (5):

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial X_1} = -0,084 - 0,025X_2 + 0,086X_1 + 2\lambda X_1 = 0; \\ \frac{\partial F}{\partial X_2} = -0,145 - 0,025X_1 - 0,158X_2 + 2\lambda X_2 = 0; \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda} = X_1^2 + X_2^2 - R^2 = 0. \end{cases} \quad (5)$$

На втором этапе проведена геометрическая интерпретация, проанализировано регрессионное уравнение. В виде поверхности отклика и двумерных сечений соответственно представлены графические интерпретации уравнения (1) (рис. 1 и 2). Анализируя графические зависимости (рис. 1 и 2) и уравнения регрессии (1), можно сделать вывод, что чувствительность объемной массы сбивного полуфабриката к изменению частоты оборотов месильных органов в 2 раза превышает аналогичную чувствительность к изменению продолжительности сбивания.

Таким образом, при практической реализации указанных режимов приготовления сбивного полуфабриката следует обеспечить строгое поддержание частоты оборотов месильных органов на заданном значении. К постоянству продолжительности сбивания, в свою очередь, могут быть предъявлены менее жесткие требования.

Третий этап заключался в поиске оптимальных режимов приготовления сбивной массы.

На этом этапе необходимо было найти значения независимых переменных  $X_1$  и  $X_2$ , при которых объемная масса  $y$  будет минимальна. Независимые переменные должны находиться в области  $-1 \leq X_i \leq +1$ , т. е.  $150 \leq X_1 \leq 450$  (с) и  $250 \leq X_2 \leq 750$  (мин<sup>-1</sup>).

Выбор искомого диапазонов варьирования факторов обусловлен тем, что при увеличении продолжительности сбивания свыше 450–500 с образованная к этому времени структура разрушается. Интенсивность ее разрушения повышается с увеличением частоты вращения месильного органа.

Условие оптимизации имеет следующий вид (3):

$$\begin{cases} y = 0,399 - 0,084X_1 - 0,145X_2 - 0,025X_1X_2 + 0,043X_1^2 + 0,079X_2^2 \rightarrow \min \\ X_1^2 + X_2^2 = R^2, \end{cases} \quad (3)$$

Для решения системы уравнений (5), вычисления значения функции отклика  $y$  применили интегрированный пакет MAPLEW 12.

Расчеты проведены в диапазоне от 0 до 1,41 (табл. 3).

Таблица 3 – Выбор оптимальных параметров

Table 3 – Selection of the optimal parameters

№ шага	$R$	$X_1$	$X_2$	$\lambda$	$y$ , г/см <sup>3</sup>
1	0	0,234	0,324	0,154	0,341
2	0,2	0,109	0,168	0,362	0,368
3	0,4	0,373	0,470	0,085	0,319
4	0,6	0,234	0,324	0,153	0,341
5	0,8	0,373	0,470	0,085	0,319
6	1,0	0,523	0,605	0,052	0,300
7	1,2	0,683	0,730	0,032	0,285
8	1,4	0,849	0,848	0,019	0,275
9	1,41	1,020	0,959	0,010	0,267



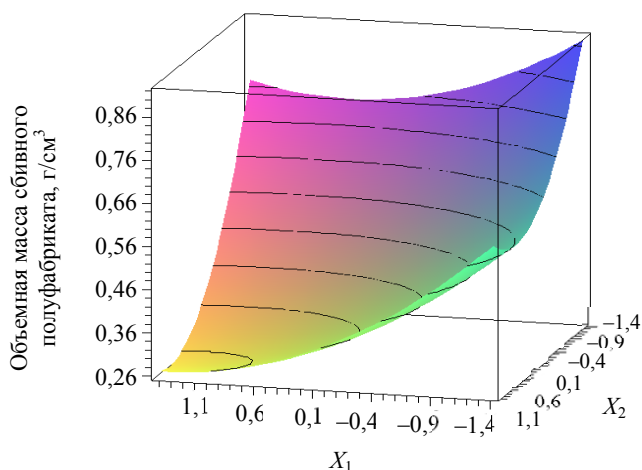
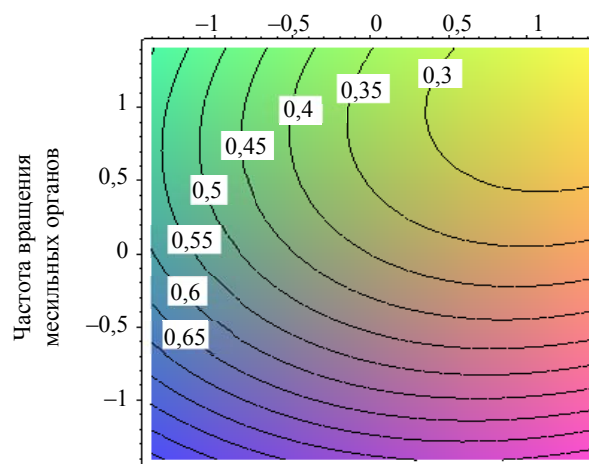


Рисунок 1 – Зависимость объемной массы сбивного полуфабриката от продолжительности сбивания  $X_1$  и частоты вращения месильных органов  $X_2$

Figure 1 – Dependence of the volume mass of the whipped semi-finished product on the duration of whipping  $X_1$  and rotation frequency of the whipping parts  $X_2$



Продолжительность сбивания

Рисунок 2 – Линии равного уровня объемной массы сбивного полуфабриката (числа на кривых – значения объемной массы,  $г/см^3$ )

Figure 2 – Lines of the equal level of whipped semi-finished product volume weight (numbers on the curves are volume weight values,  $г/см^3$ )

Таблица 4 – Результаты оптимизации

Table 4 – Results of the optimization

Значение объемной массы изделия, $г/см^3$		Дисперсия, $S^2$	Расчетное значение критерия Стьюдента, $t_p$	Ошибка $\delta$ , $г/см^3$	Доверительный интервал плотности изделия, $г/см^3$
расчетное, $y^p$	экспериментальное, $y^e$				
0,300	0,318	0,0022	0,953	0,039	0,261 ÷ 0,339

Из результатов оптимизации (табл. 3) следует, что при движении по поверхности отклика от центра к периферии происходит постепенное уменьшение параметра оптимизации  $y$ , но оптимальными будут являться условия, полученные на шестом шаге оптимизации, так как независимые переменные не выходят за границы  $-1 \leq X_i \leq +1$ .

Учитывая условия планирования (табл. 1), переходя от кодированных значений факторов к натуральным, получили оптимальные значения факторов и параметры оптимизации: продолжительность сбивания массы  $x_1 = 379 \text{ с}^{-1}$ , частота оборотов месильных органов  $x_2 = 651 \text{ мин}^{-1}$ ; объемная масса  $y = 0,300 \text{ г/см}^3$  (рис. 1 и 2).

На четвертом этапе осуществлена экспериментальная проверка полученных оптимальных параметров, проведена оценка степени точности, надежности значения параметра оптимизации.

При найденных оптимальных значениях продолжительности сбивания массы  $x_1 = 379 \text{ с}^{-1}$  и частоте оборотов месильных органов  $x_2 = 651 \text{ мин}^{-1}$  изготовлены образцы сбивного кондитерского изделия ( $n = 6$  шт). В них определили объемную массу.

В табл. 4 приведены средние арифметические значения сбивной массы  $y^e$  и дисперсии  $S^2$  (получены по результатам шести параллельных опытов).

Из табл. 4 видно, что расчетное и экспериментальное значения плотности немного отличаются друг от друга. Чтобы признать эти

различия несущественными, объяснить их только появлением случайной ошибки, выдвинута нуль-гипотеза: расчетное и экспериментальное значения параметра оптимизации принадлежат к одной и той же генеральной совокупности.

Для проверки нуль-гипотезы необходимо воспользоваться распределением Стьюдента и вычислить расчетное значение критерия Стьюдента (6).

$$t_p = \frac{|y^e - y^p|}{\sqrt{S^2}} \sqrt{n} \quad (6)$$

Сравнивая величины  $t_p$  с табличным значением критерия Стьюдента  $t_m = 2,015$  (число степеней свободы  $f = 5$ , доверительная вероятность  $\delta = 95 \%$ ), можно сделать вывод, что условие  $t_p < t_m$  выполняется.

Таким образом, различия между расчетным и экспериментальным значениями плотности сбивного изделия несущественны, могут быть объяснены только случайной ошибкой, а значит, выдвинутая нуль-гипотеза может быть принята.

Из результатов табл. 4 можно сделать вывод, что значение плотности сбивного изделия не выходит за границы доверительного интервала, который был получен расчетным путем. Следовательно, полученные результаты достоверны и надежны.

Определены показатели качества готового сбивного изделия. Оно обладает хорошей формоудерживающей способностью; структура – равномерная, мелкопористая; цвет – слегка кремовый; вкус – с легким привкусом лимонной

цедры; массовые доли: сухих веществ – 76 %; плотность – 0,43 г/см<sup>3</sup>.

### Выводы

Разработана технология сбивного изделия на агаре, без красителей и ароматизаторов; установлены оптимальные режимы технологии приготовления: продолжительность сбивания

$x_1 = 379 \text{ с}^{-1}$ , частота оборотов месильных органов  $x_2 = 651 \text{ мин}^{-1}$ ; показано, что замена яичного белка на растительные белки пшеничной муки и введение в рецептуру лимонной цедры позволяет получить изделие с оригинальными органолептическими показателями. Его можно рекомендовать не только людям, страдающим непереносимостью яичного белка, но и всем категориям потребителей.

### Список литературы


1. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года : Распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016. № 1364-р. – Собрание законодательства РФ. – 2016. – № 28. – Ст. 4758.
2. Лисицын, А. Б. Научное обеспечение инновационных технологий при производстве продуктов здорового питания / А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, Н. А. Горбунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 10. – С. 9.
3. Функциональные продукты питания: особенности современного развития пищевых технологий / В. К. Малышев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 6. – С. 51–52.
4. Мачарадзе, Д. Ш. Пищевая аллергия у детей и взрослых. Клиника, диагностика, лечение / Д. Ш. Мачарадзе. – ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 392 с.
5. Все об аллергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://netalergii.ru/allergiya-na-yaichnyj-belok-chto-nelzya-est.html>. – Дата доступа: 13.01.2018.
6. Пат. 1271484 Российская Федерация, МПК 7 A23L1/06. Способ производства сбивных кондитерских масс / Артемьева Н. К., Бухтоярова З. Т., Щербаков В. Г. ; заявитель и патентообладатель Краснодарский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт. – № 437510 ; заявл. 21.09.1984 ; опубл. 23.11.1986.
7. Пат. 2146473 Российская Федерация, МПК 7 A23G3/00. Способ производства зефира / Жукова Л. П. ; заявитель и патентообладатель Орловский государственный технический университет. – № 98107238/13 ; заявл. 14.04.1998 ; опубл. 20.03.2000.
8. Пат. 2432771 Российская Федерация, МПК 7 A23G3/00. Способ производства зефира / Колпакова В. В., Студенникова О. Ю. ; заявитель и патентообладатель Московский государственный университет прикладной биотехнологии. – № 2010119603/13 ; заявл. 18.05.2010 ; опубл. 10.11.2011.
9. Пат. 2366257 Российская Федерация, МПК C1 A23G3/00. Способ производства зефира / Румянцева В. В., Ковач Н. М. ; заявитель и патентообладатель Орловский государственный технический университет. – заявл. 21.04.2008 ; опубл. 10.09.2009.
10. Пат. 2279229 Российская Федерация, A23G3/52, A23L1/06. Зефир / Цыганова Т. Б., Куличенко А. И. ; заявитель и патентообладатель Московский государственный университет технологий и управления федерального агентства по образованию. – заявл. 11.09.2004 ; опубл. 10.07.2006.
11. Олейникова, А. Я. Технология кондитерских изделий / А. Я. Олейникова, Л. М. Аксенова, Г. О. Магомедов. – СПб. : РАПП, 2010. – 672 с.
12. Матисон, В. А. Контроль качества сырья, материалов и готовой продукции в пищевом производстве / В. А. Матисон // Пищевая промышленность. – 2016. – № 7. – С. 8–11.
13. Анализ существующих способов производства зефира / Г. О. Магомедов [и др.] / Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2012. – № 1. – С. 14.
14. Полуниин, Е. Г. Влияние бетаина на пищевую ценность, структуру и сроки хранения зефира / Е. Г. Полуниин, О. Г. Шубина / Известия вузов, пищевые технологии. – 2010. – № 2–3. – С. 40–42.
15. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий / Г. О. Магомедов [и др.]. – СПб. : ГИОРД, 2015. – 440 с.
16. Дерканосова, Н. М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств / Н. М. Дерканосова, А. А. Журавлев, Н. А. Сорокина. – Воронеж : ВГТА, 2011. – 195 с.
17. Myers, R. N. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments / R. N. Myers, D. C. Montgomery, C. M. Anderson-Cook. – 3th ed. – Hoboken : Wiley, 2009. – 704 p.
18. Цирлин, А. М. Методы оптимизации для инженеров / А. М. Цирлин. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 214 с.
19. Smolikhina, S. I. The study of structure formation processes in the confectionery mass / P. M. Smolikhina, E. I. Muratova, S. I. Dvoretzky // Advanced Materials & Technologies. – 2016. – № 2. – P. 43–47. DOI: 10.17277/amt.2016.02.
20. Оптимизация рецептуры мини-зефира на желатине с гуммиарабиком / И. В. Плотникова [и др.] / Кондитерское производство. – 2013. – № 5. – С. 10–11.

### References


1. Rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 29.06.2016 goda № 1364-r «Strategiya povysheniya kachestva pishchevoy produktii v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda» [Instruction of the Government of the Russian Federation “The strategy of improving foods quality in the Russian Federation until 2030”].
2. Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Gorbunova N.A. Nauchnoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologiy pri proizvodstve produktov zdorovogo pitaniya [Scientific support of innovative technologies for healthy foods]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2012, no. 10, p. 9.
3. Malyshev V.K., Demidova T.I., Nechaev A.P., et al. Funktsional'nyye produkty pitaniya: osobennosti sovremennogo razvitiya pishchevykh tekhnologiy [Functional foods: feature soft modern food technology]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2012, no. 6, pp. 51–52.
4. Macharadze D.Sh. *Pishchevaya allergiya u detey i vzroslykh. Klinika, diagnostika, lecheniye* [Food allergy in children and adults. Clinical picture, diagnosis, treatment]. Moscow: GEOTAR-Media Publ., 2017. 392 p.
5. *Vse ob allergii* [All facts about allergy]. Available at: <http://netalergii.ru/allergiya-na-yaichnyj-belok-chto-nelzya-est.html> (accessed 13 January 2018).

6. Artemyeva N.K., Bukhtoyarova Z.T., Shcherbakov V.G. *Sposob proizvodstva sbivnykh konditerskikh mass* [Whipped paste production method]. Patent RF, no. 1271484, 1986.
7. Zhukova L.P. *Sposob proizvodstva zefira* [Marshmallow production method]. Patent RF, no. 2146473, 2000.
8. Kolpakova V.V., Studennikova O.Yu. *Sposob proizvodstva zefira* [Marshmallow production method]. Patent RF, no. 2432771, 2011.
9. Rumyantseva V.V., Kovach N.M. *Sposob proizvodstva zefira* [Marshmallow production method]. Patent RF, no. 2366257, 2009.
10. Tsyganova T.B., Kulichenko A.I. *Zefir* [Marshmallow]. Patent RF, no. 2279229, 2006.
11. Oleinikova A.Ya., Aksenova L.M., Magomedov G.O. *Tekhnologiya konditerskikh izdeliy* [Confectionary goods production technology]. St.Petersburg: RAPP Publ., 2010. 672 p.
12. Matison V.A. Kontrol' kachestva syr'ya, materialov i gotovoy produktsii v pishchevom proizvodstve [Quality control of raw materials and finished products in the food industry]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Processing Industry], 2016, no. 7, pp. 8–11.
13. Magomedov G.O., Lobosova L.A., Oleinikova A.Ya., et al. Analiz sushchestvuyushchikh sposobov proizvodstva zefira [Analysis of the existing marshmallow production methods]. *Konditerskoye i khlebopekarnoye proizvodstvo* [Confectionery and Baking Industry], 2012, no. 1, p. 14.
14. Polunin E.G., Shubina O.G. Vliyaniye betaina na pishchevuyu tsennost', strukturu i sroki khraneniya zefira [Betain effect on nutrition value, structure and shelf life of zephyr]. *Izvestia vuzov. Pishhevaya tekhnologiya* [News Institutes of Higher Education. Food Technology], 2010, no. 2–3, pp. 40–42.
15. Magomedov G.O., Oleinikova A.Ya., Plotnikova I.V., et al. *Funktsional'nyye pishchevyye ingredienty i dobavki v proizvodstve konditerskikh izdeliy* [Functional food ingredients and additives in confectionary goods production]. St.Petersburg: GIOR Publ., 2015. 440 p.
16. Derkanosova N.M., Zhuravlev A.A., Sorokina N.A. *Modelirovaniye i optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov pishchevykh proizvodstv* [Modelling and optimization of technological processes in food production]. Voronezh: VSUET Publ., 2011. 195 p.
17. Myers R.N., Montgomery D.C., Anderson-Cook C.M. *Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments*. Hoboken: Wiley, 2009. 704 p.
18. Tsirlin A.M. *Metody optimizatsii dlya inzhenerov* [Optimization methods for engineers]. Moscow, Berlin: Direct Media Publ., 2015. 214 p.
19. Smolikhina P.M., Muratova E.I., Dvoretzky S.I. The study of structure formation processes in the confectionery mass. *Advanced Materials & Technologies*, 2016, no. 2, pp. 43–47. DOI: 10.17277/amt.2016.02.
20. Plotnikova I.V., Zhuravlev A.A., Oleinikova A.Ya., et al. Optimizatsiya retseptury mini-zefira na zhelatine s gummiarabikom [Optimization of the formulation of mini-marshmallows on gelatin with gum arabic]. *Konditerskoye proizvodstvo* [Confectionary Baking], 2013, no. 5, pp. 10–11.


**Магомедов Газибег Омарович**

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19, тел.: +7 (4732) 55-38-51, e-mail: post@vgt.vrn.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-7201-8387>


**Лобосова Лариса Анатольевна**

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19, тел.: +7 (4732) 55-38-51, e-mail: lobosova63@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-7147-1297>

**Рожков Сергей Анатольевич**

канд. мед. наук, ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко», 394036, Россия, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10; главный врач БУЗ ВО «Воронежская станция скорой медицинской помощи», e-mail: sar.68@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-1683-2998>

**Селина Наталья Александровна**

студент кафедры технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, пр-т Революции, 19, тел.: +7 (4732) 55-38-51, e-mail: nat.selina2015@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-4484-8527>


**Gazibeg O. Magomedov**

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Technology of Bakery, Confectionery, Macaroni and Grain-Processing Productions, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19, Revolutsii Ave., Voronezh, 394036, Russia, phone: +7 (4732) 55-38-51, email: post@vgt.vrn.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-7201-8387>


**Larisa A. Lobosova**

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Bakery, Confectionery, Macaroni and Grain-Processing Productions, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19, Revolutsii Ave., Voronezh, 394036, Russia, phone: +7 (4732) 55-38-51, e-mail: lobosova63@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0001-7147-1297>

**Sergey A. Rozhkov**

Cand.Sci.(Med.), Assistant of the Department of Anesthesiology and Reanimatology, N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, 10, Studencheskaya Str., Voronezh, 394036, Russia; Chief Physician at the Voronezh Emergency Ambulance Station, e-mail: sar.68@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-1683-2998>

**Natalia A. Selina**

Student of the Department of Technology of Bakery, Confectionery, Macaroni and Grain-Processing Productions, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19, Revolutsii Ave., Voronezh, 394036, Russia, phone: +7 (4732) 55-38-51 e-mail: nat.selina2015@ya.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-4484-8527>

