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/10.21603/2074-9414-2020-1-44-51
Оригинальная статья
УДК 519.237.5:664.681.2
http://fptt.ru/

Оптимизация рецептуры бисквитного полуфабриката

Е. А. Маринина, М. К. Садыгова*, Т. В. Кириллова, И. Ю. Каневская

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1

**e-mail: sadigova.madina@yandex.ru*

Дата поступления в редакцию: 16.09.2019
Дата принятия в печать: 23.03.2020

© Е. А. Маринина, М. К. Садыгова, Т. В. Кириллова, И. Ю. Каневская, 2020

Аннотация.
Введение. Представлены результаты оптимизация рецептурных компонентов бисквитного полуфабриката с применением обобщенной функции желательности. Изучено влияние уменьшения количества сахара в рецептуре и замены муки пшеничной высшего сорта на муку из зерна светлозерной ржи на качество бисквитного полуфабриката.
Объекты и методы исследования. Опытные образцы бисквитного полуфабриката отличались по содержанию муки, сахара и различных видов зерна ржи. В работе использовались технологические добавки: эмульгатор «Овалет» (в количестве 1,5 % к массе муки) и порошок «Дуо» (в количестве 0,1 % к массе муки).
Результаты и их обсуждение. По результатам оптимизации наибольшее значение обобщенной функции желательности имеют образцы с заменой муки пшеничной высшего сорта на 30 % мукой из светлозерной ржи и на 100 % мукой из светлозерной ржи с уменьшением сахара на 40 %. Частные желательности по показателям массовая доля влаги, массовая доля общего сахара, энергетическая ценность и пенообразующая способность полуфабриката исследованных образцов выше, чем у контрольного образца.
Выводы. Разработанная рецептура бисквитного полуфабриката позволяет расширить ассортимент изделий функционального назначения.

Ключевые слова. Бисквит, полуфабрикат, светлозерная рожь, мука, функция желательности, оптимизация, влажность, углеводы, энергетическая ценность, пенообразующая способность

Для цитирования: Оптимизация рецептуры бисквитного полуфабриката / Е. А. Маринина, М. К. Садыгова, Т. В. Кириллова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 44–51. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-44-51.

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

Optimization Formulation of Semi-Finished Sponge Cake

E.A. Marinina, M.K. Sadygova*, T.V. Kirillova, I.Yu. Kanevskaya

Vavilov Saratov State Agrarian University, 1, Teatralnaya square, Saratov, 410012, Russia

**e-mail: sadigova.madina@yandex.ru*

Received: September 09, 2019
Accepted: March 03, 2020

© E.A. Marinina, M.K. Sadygova, T.V. Kirillova, I.Yu. Kanevskaya, 2020

Abstract.
Introduction. The research improved the formulation of semi-finished sponge cake by using the method of generalized desirability function. Traditional components were substituted with new advantageous rye varieties of local selection. The main advantage of the rye variety “Memory to Bambyshev” is that rye flour obtained from the whole grain of this variety has a lower trypsin inhibitor (1.7 mg/g) compared to flour from such varieties as “Saratov 6” (2.16 mg/g). Thus, the digestibility of the grain of this variety is higher by 0.26%. The rye can be used in baking to produce dietary breads, low-calorie bakery products with bran, and animal feed.
Study objects and methods. Cakes and pastries make 34.5% of the total volume of flour confectionery products. The study developed a new semi-finished sponge-cake product, which can serve as the basis for cakes and pastries. However, flour confectionery products are oversaturated with carbohydrates and fats, which increases their calorie content. A set of experiments was performed to study the effect of reducing the amount of sugar in the formulation and replacing wheat flour with rye flour on the quality of semi-finished sponge-cake product. A basic formulation for sponge cake was used as control sample. The test semples varied in content of sugar

and flour made from various types of rye. The technological additives included Ovalet emulsifier (1.5% to flour) and Duo baking powder (0.1% to flour). Emulsifier "OVALET SUPER" (Bakels, Sweden) is a pasty substance that consists of emulsifying agents, water, and stabilizers and acts as an improver, stabilizer, and structurizer designed for the production of semi-finished sponge cakes, rolls, muffins, and cookies. Duo baking powder is a special highly effective tool that does not contain tartaric acid. It can be used for the production of various varieties of bread and confectionery, e.g. biscuits, rolls, gingerbread, etc. The obtained dough was easy to process. The new formulation increased the volume and color of the product, as well as slowed down the process of hardening.
Results and discussion. The highest value of the generalized function of desirability belonged to the sample where white wheat flour was subsituted with 30% of rye flour and the sample with 100% of rye flour with a 40% sugar reduction. According to the specific desirability indicators, the mass fraction of moisture, the mass fraction of total sugar, energy value, and foaming ability of the semi-finished product were higher than those of the control sample.
Conclusion. The developed formulation and technology can expand the range of functional products.

Keywords. Sponge cake, semi-finished product, light rye, flour, desirability function, optimization, humidity, carbohydrates, energy value, foaming ability, deformation index

For citation: Marinina EA, Sadygova MK, Kirillova TV, Kanevskaya IYu. Optimization Formulation of Semi-Finished Sponge Cake. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):44–51. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-44-51.

Введение

Ассортимент бисквитных полуфабрикатов, являющихся основой для тортов или пирожных, характеризуется большим разнообразием. В зависимости от рецептуры и способа изготовления существуют следующие виды бисквитов: классический, буше, бисквит с какао, бисквит с орехами, молочный, масляный и шифоновый [1].

Целью государственной политики в области здорового питания являются сохранение и укрепление здоровья населения, а также профилактика заболеваний, связанных с неправильным питанием. В мучных кондитерских изделиях наблюдается избыток жиров, углеводов и недостаточное содержание витаминов и минеральных веществ. Поэтому перед исследователями стоит задача повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий с целью расширения ассортимента продуктов функционального назначения [2–17].

При разработке ассортимента продуктов для здорового питания необходимо учитывать и рационально использовать региональные сырьевые ресурсы. Селекционерами ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» выведен новый сорт светлозерной ржи – «Памяти Бамбышева». Он отличается по цвету от зерна традиционно возделываемого сорта «Саратовская 6» (рис. 1).

В качестве рецептурного компонента рассматривается перспективное сырье – мука из светлозерной ржи сорта «Памяти Бамбышева» Саратовской селекции. По данным ученых НИИСХ Юго-Востока, основным преимуществом сорта «Памяти Бамбышева» является то, что в ржаной муке из цельносмолотого зерна содержание ингибитора трипсина (1,7 мг/г) ниже, чем в муке из зерна зеленозерного сорта «Саратовской 6» (2,16 мг/г), поэтому перевариваемости зерна этого сорта выше на 0,26 %. Данное преимущество позволяет использовать новый сорт ржи в хлебопечении как для производства диетических хлебцев, низкокалорийных хлебобулочных изделий с отрубями для определённых групп населения, так и для производства комбикормов для животноводства [18].

В условиях НИИСХ Юго-Востока зерно озимой ржи формируется с более низким содержанием белка, но сбалансированным по аминокислотному составу. Биологическая ценность белка сорта ржи «Памяти Бамбышева» выше на 9,7–13,7 % по сравнению с пшеничной мукой 1 сорта и ржаной обдирной [19].

Цель исследования – оптимизация рецептурных компонентов бисквитного полуфабриката с применением обобщенной функции желательности.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в учебной лаборатории по хлебопекарному и кондитерскому производству кафедры технологии продуктов питания, в учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции Саратовского ГАУ, в лаборатории качества зерна НИИСХ Юго-Востока.

В работе применяли следующее сырье: мука из белозерной ржи и ржаная обдирная мука по ГОСТ 7045-2017, мука хлебопекарная пшеничная высшего сорта по ГОСТ 26574-2017, сахар белый по

(а) (б)

Рисунок 1. Зерно сортов ржи «Саратовская 6» (а) и «Памяти Бамбышева» (б)

Figure 1. Grain of rye varieties "Saratov 6" (a) and "Memory to Bambyshev" (б)

Таблица 1. Варианты опыта

Table 1. Test variants

Наименование сырья	Контрольный вариант – 1	2	3	4	5	6
Мука пшеничная хлебопекарная в/с	100	70	70	70	70	–
Мука ржаная обдирная	–	–	30	–	30	–
Мука из светло-зерной ржи	–	30	–	30	–	100
Сахар	100	100	100	80	80	60

ГОСТ 33222-2015, яйца куриные пищевые (ГОСТ Р 57901-2017), технологические добавки: эмульгатор «Овалет» (в количестве 1,5 % к массе муки) и порошок «Дуо» (в количестве 0,1 % к массе муки). Эмульгатор «ОВАЛЕТ СУПЕР» – это улучшитель, стабилизатор и структурообразователь, предназначенный для производства бисквитных полуфабрикатов, рулетов, кексов и печенья. Выпускается в пастообразном виде. В состав входят: эмульгирующие агенты, вода и стабилизаторы. Пекарский порошок «Дуо» – это специальное высокоэффективное средство, для производства различных сортов хлебной мелочи и кондитерских изделий (бисквитов, рулетов, пряников и т. д.), не содержащее винной кислоты. В результате тесто легко обрабатывается в машинах, значительно увеличивается объём, цвет и замедляется процесс очерствения.

В качестве контрольного варианта использовали рецептуру бисквита основного. Опытные варианты различаются по содержанию в рецептуре сахара и муки из различных видов зерна ржи (табл. 1).

Оценка цвета мякиша бисквита была проведена на колориметре NR-110 (Китай). Пенообразующую способность (%) полуфабриката определяли как отношение высоты столба пены к высоте столба раствора рецептурных компонентов. Для оптимизации количества сахара и муки из белозерной ржи в рецептуре бисквитного полуфабриката готовые изделия анализировали по следующим показателям: цвет мякиша, массовая доля влаги, массовая доля общего сахара, массовая доля золы, индекс деформации бисквита, энергетическая ценность и пенообразующая способность полуфабриката. Для уменьшения влияния случайных ошибок измерения показателей проводились в трехкратной повторности. За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение результатов определений.

Таблица 2. Результаты дегустационной оценки качества готовой продукции

Table 2. Tasting assessment of the quality of the finished product

Показатели качества	Коэффициент весомости показателя	Варианты опыта					
		Контроль	2	3	4	5	6
Внешний вид	4	20	20	20	20	20	20
Вид на разрезе	4	20	19	14	20	15	19
Вкус	4	18	18	13	20	16	20
Аромат	4	20	19	19	20	19	20
Текстура	4	20	20	18	20	18	20
Итого	–	98	96	84	100	88	99

Для оптимизации рецептурных компонентов выбрали комплексную балльную оценку показателей качества, определяемых органолептически по 100-балльной системе (табл. 2, рис. 2, 3).

При разработке рецептуры пищевого продукта приходится решать задачу многокритериальной оптимизации [20]. Эти задачи решаются с применением комплексных критериев оптимизации.

Одним из комплексных критериев является обобщенная функция желательности *D*, которая представляет собой среднее геометрическое частных желательностей отдельных показателей (откликов):

$$D = \sqrt[n]{d_1 d_2 ... d_n} \quad (1)$$

где d_i – частные желательности *i* отклика, *n* – число откликов.

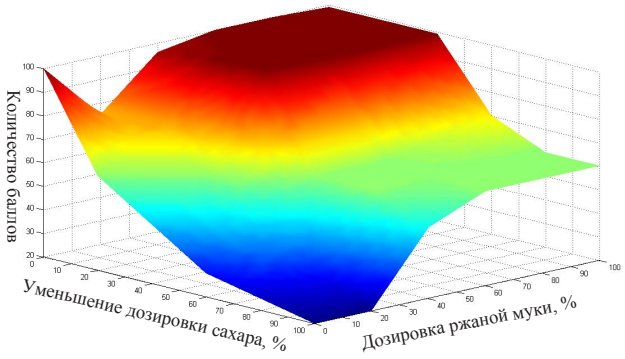

Рисунок 2. Результаты бальной оценки в зависимости от содержания муки из светлозерной ржи и уменьшения дозировки сахара

Figure 2. Scoring according to the content of rye flour and sugar reduction

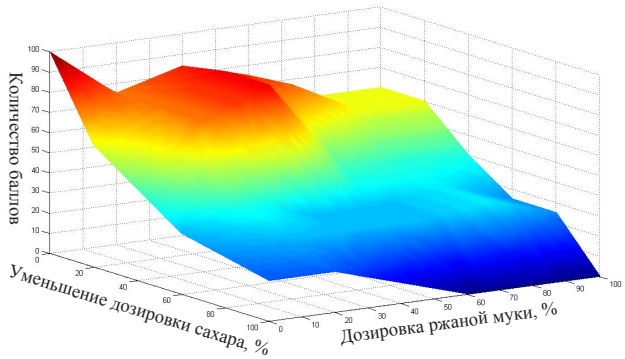

Рисунок 3. Результаты бальной оценки в зависимости от содержания ржаной муки и уменьшения дозировки сахара

Figure 3. Scoring according to the content of rye flour and sugar reduction

Таблица 3. Шкала желательности

Table 3. Desirability scale

Градации качества	Оценка по шкале желательности
Отлично	$0{,}80 \le d < 1{,}00$
Хорошо	$0{,}63 \le d < 0{,}80$
Удовлетворительно	$0{,}37 \le d < 0{,}63$
Плохо	$0{,}20 \le d < 0{,}37$
Очень плохо	$0{,}00 \le d < 0{,}20$

Под «желательностью» d понимают тот или иной желательный уровень отклика. Величина d может меняться от 0 до 1 в соответствии с приведенной шкалой (табл. 3).

Если на показатели накладываются односторонние ограничения, то функция желательности имеет вид:

$$d_i = \exp(-e^{-y_i}) \tag{2}$$

где y_i – некоторая безразмерная величина, линейно связанная с натуральным показателем (x).

Перевести значения размерных (натуральных) показателей (x) качества бисквитных полуфабрикатов в безразмерные (y) при линейной зависимости между ними можно по уравнению

$$y_i = a_0 + a_1 x_i \tag{3}$$

Прологарифмировав дважды уравнение (2), получим выражение для y_i:

$$y_i = \ln \frac{1}{\ln \frac{1}{d_i}} \tag{4}$$

Подставляя значения y_i в уравнение (3), получим:

$$a_0 + a_1 x_i = \ln \frac{1}{\ln \frac{1}{d_i}} \tag{5}$$

Составляем систему уравнений для известных значений x и d.

Решая совместно систему, найдем значения коэффициентов a_0 и a_1. В результате получим уравнение линейной зависимости между исследуемым показателем и безразмерными значениями. По этому уравнению можно найти значение y для любого значения x, а по формуле (2) – показатель желательности.

В случае двухсторонних ограничений на параметры оптимизации, имеющих вид $x_{\min} \le x \le x_{\max}$, функция желательности находится по формуле (6):

$$d_i = \exp(-(|y_i|)^n) \tag{6}$$

где y_i – некоторая безразмерная величина, линейно связанная с натуральным показателем (x), n – положительное число.

Для расчета y_i и n применяют выражения:

$$y_i = \frac{2x_i - (x_{\max} + x_{\min})}{x_{\max} - x_{\min}} \tag{7}$$

$$n = \frac{\ln \ln \frac{1}{0{,}8}}{\ln |y_i|} \tag{8}$$

Связь между (x) и (y) устанавливаем с помощью реперных точек.

Реперные точки, установленные по две для каждого параметра, сведены в таблицу 4.

Результаты и их обсуждение

Для параметра «цвет мякиша» с двусторонним ограничением $45 \le x \le 75$ рассчитываем частную желательность по уравнению (6). Предварительно определяем y и n по выражениям (7) и (8). Для этого задаем значение светлости x = 56,88 чему по шкале желательности соответствует d = 0,8. Тогда безразмерная величина y и показатель степени составят:

$$y = \frac{2 \cdot 56{,}88 - (75 + 45)}{75 - 45} = -0{,}208$$

$$n = \frac{\ln \ln \frac{1}{0{,}8}}{\ln |-0{,}208|} = 0{,}96 \tag{9}$$

На показатель «пенообразующая способность» наложено одностороннее ограничение $x \ge 140$. Подставляя значения реперных точек в формулу (5), получим систему уравнений:

$$\begin{cases} a_0 + 200a_1 = \ln \frac{1}{\ln \frac{1}{0{,}98}} \\ a_0 + 140a_1 = \ln \frac{1}{\ln \frac{1}{0{,}37}} \end{cases} \tag{10}$$

Таблица 4. Реперные точки

Table 4. Reference points

Реперные точки	Показатели													
	Цвет мякиша		Массовая доля влаги, %		Массовая доля общего сахара, %		Массовая доля золы, %		Индекс деформации		Энергетическая ценность, ккал		Пенообразующая способность, %	
x	45	75	38	31	60	48	0,79	0,97	3,7	2	400	300	140	200
y	–1	1	0,006	3,90	0,006	3,90	0,006	3,90	0,006	3,90	0,006	3,90	0,006	3,90
d	0,37	0,37	0,37	0,98	0,37	0,98	0,37	0,98	0,37	0,98	0,37	0,98	0,37	0,98

Таблица 6. Обобщенные по функции желательности отклики

Table 6. Responses summarized by desirability function

Образцы			Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5	Образец № 6
Безразмерные показатели	Цвет мякиша	y_1	0,0053	–0,4746	–1,5413	–0,2080	–1,1646	–0,0133
	Массовая доля влаги, %	y_2	0,3950	2,4550	0,9520	3,8460	1,8425	2,3434
	Массовая доля общего сахара, %	y_3	–0,9682	–0,1565	–0,8059	3,0902	–0,4812	3,7720
	Массовая доля золы, %	y_4	1,9538	1,7373	0,0057	2,1703	–0,4270	3,9019
	Индекс деформации	y_5	3,1456	–0,9568	0,6475	–1,4381	0,0745	–1,5985
	Энергетическая ценность, ккал	y_6	–1,9150	2,4210	2,2655	3,1617	2,3435	3,8240
	Пенообразующая способность, %	y_7	0,6551	1,3045	–0,6436	2,2785	0,0058	3,9019
Частные желательности откликов	Цвет мякиша	d_1	0,9932	0,6121	0,2205	0,8000	0,3145	0,9839
	Массовая доля влаги, %	d_2	0,5100	0,9200	0,6800	0,9800	0,8534	0,90846
	Массовая доля общего сахара, %	d_3	0,0718	0,3105	0,1065	0,9555	0,1982	0,9772
	Массовая доля золы, %	d_4	0,8678	0,8386	0,3700	0,8921	0,21591	0,9800
	Индекс деформации	d_5	0,9579	0,0740	0,5925	0,0148	0,3953	0,0071
	Энергетическая ценность, ккал	d_6	0,0011	0,9150	0,9014	0,9585	0,9085	0,9784
	Пенообразующая способность, %	d_7	0,5949	0,7624	0,1491	0,9026	0,3700	0,9800
Обобщенная функция желательности D		D	0,2136	0,4976	0,3347	0,5065	0,3960	0,4796

Таблица 5. Натуральные значения откликов

Table 5. Natural response values

Образцы	Натуральные значения откликов						
	Цвет мякиша	Массовая доля влаги, %	Массовая доля общего сахара, %	Массовая доля золы, %	Индекс деформации	Энергетическая ценность, ккал	Пенообразующая способность, %
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
ГОСТ 14621-78	60,08	37,30	63,00	0,88	2,33	449,30	150
С добавлением 30 % муки из белозерной ржи	52,88	33,60	60,50	0,87	4,12	338,01	160
С добавлением 30 % ржаной муки	36,88	36,30	62,50	0,79	3,42	342,00	130
С добавлением 30 % муки из белозерной ржи и уменьшение сахара на 20 %	56,88	31,10	50,50	0,89	4,33	319,00	175
С добавлением 30 % ржаной муки и уменьшение сахара на 20 %	42,53	34,70	61,50	0,77	3,67	340,00	140
С добавлением 100 % муки из белозерной ржи и уменьшение сахара на 40 %	59,80	33,80	48,40	0,97	4,40	302,00	200

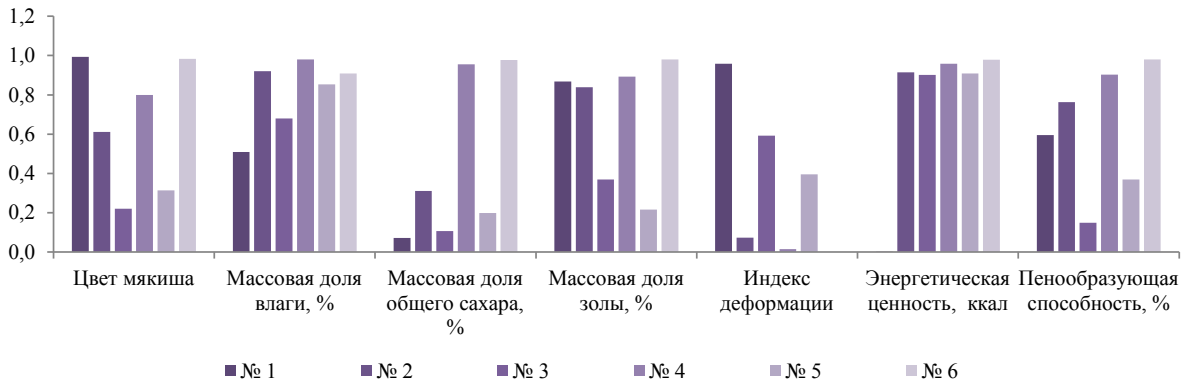

Рисунок 4. Значения частных желательностей откликов

Figure 4. Values of specific response desirabilities

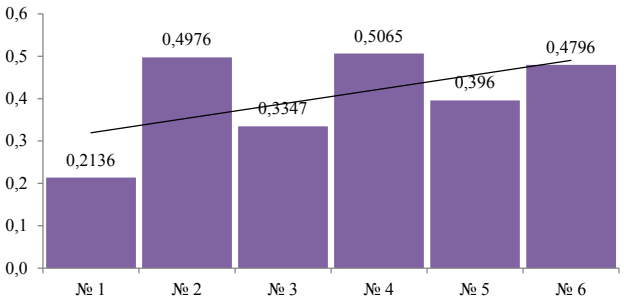

Рисунок 5. Значения обобщенной функции желательности

Figure 5. Values of the generalized desirability function

Решение системы позволяет получить уравнение линейной зависимости между значением пенообразующей способности и безразмерным значением стандартной оценки по шкале желательности в следующем виде:

$$y = -9{,}08 + 0{,}06x \qquad (11)$$

Аналогично получим пять других уравнений для показателей с односторонними ограничениями.

Результаты проведенного исследования и расчетов представлены в таблицах 5, 6 и на рисунках 4, 5.

Выводы

Наибольшее значение обобщенной функции желательности имеют образцы 2, 4 и 6 с заменой муки пшеничной высшего сорта на 30 % мукой из светлозерной ржи и на 100 % мукой из светлозерной ржи с уменьшением сахара на 40 %. При этом наблюдается высокая комплексная балльная оценка качества изделий. Частные желательности по показателям массовая доля влаги, массовая доля общего сахара, энергетическая ценность и пенообразующая способность полуфабриката выделенных образцов выше, чем у контрольного образца.

Таким образом, замена пшеничной муки высшего сорта на муку из светлозерной ржи от 30 до 100 % в рецептуре бисквитного теста позволяет выработать изделия диетического назначения с пониженным содержанием углеводов. Научная новизна подтверждена патентом РФ № 2681228 «Способ производства бисквитного полуфабриката с технологическими добавками».

Критерии авторства

М. К. Садыгова руководила проектом. Е. А. Маринина выполняла согласно плану исследований практическую часть. Т. В. Кириллова и И. Ю. Каневская отвечали за математическую обработку результатов исследования.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что между соавторами отсутствует конфликт интересов.

Contribution

M.K. Sadygova supervised the project. E.A. Marinina performed the practical part. T.V. Kirillova and I.Yu. Kanevskaya were responsible for the mathematical processing of the results

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. Магомедов, Г. О. Создание пряников повышенной биологической ценности для спортсменов / Г. О. Магомедов, И. В. Плотникова, Д. С. Писаревский // Хлебопродукты. – 2018. – № 8. – С. 38–41.

3. Optimization of prescription composition of jelly masses using the Scheffe's symplex plan / G. O. Magomedov, A. A. Zhuravlev, L. A. Lobosova [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2018. – Vol. 6, № 1. – P. 71–78. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-71-78.

4. Обоснование использования овощных добавок и оптимизация состава песочного теста методом регрессионного анализа / А. Р. Тугуш, М. К. Садыгова, И. Ю. Каневская [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. – С. 81–87.

5. Основные аспекты создания специализированных кондитерских изделий для питания детей дошкольного и школьного возраста / С. Ю. Мистенева, Е. А. Солдатова, Н. А. Щербакова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 413–422. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-413-422.

6. Махаева, Л. А. Использование порошка облепихи в мучных кондитерских изделиях / Л. А. Махаева, Г. К. Селезнева // Вестник КрасГАУ. – 2017. – Т. 129, № 6. – С. 79–85.

7. Оптимизация рецептуры сдобного печенья с применением перспективных растительных обогатителей / Т. Н. Тертычная, Н. Н. Фонина, Е. Ю. Мануковская [и др.] // Хлебопродукты. – 2014. – № 9. – С. 55–57.

8. Аникиенко, Т. И. Международные органические стандарты DEMETER на хлебозаводах Германии / Т. И. Аникиенко // Хлебопродукты. – 2019. – № 7. – С. 30–31. DOI: https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-29-7-30-31.

9. Влияние обогащенного экструдата кукурузы на реологические свойства мякиша хлеба / Х. А. Балуян, В. В. Мартиросян, В. Д. Малкина [и др.] // Хлебопечение России. – 2017. – № 4. – С. 30–34.

10. Гайсина, В. А. Особенности реологических свойств теста с подсолнечной и кедровой мукой / В. А. Гайсина, Л. А. Козубаева, С. С. Кузьмина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – Т. 78, № 1. – С. 96–100. DOI: https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-1-96-100.

11. Хлебопекарные свойства пшеничной и ржаной муки из зерна урожая 2014–2015 гг. / Г. Ф. Дремучева, О. Е. Карчевская, Н. А. Киндра [и др.] // Хлебопечение России. – 2016. – № 4. – С. 16–19.

12. Леонова, С. А. Развитие системы оценки и формирования технологических свойств пшеницы от селекции до товарного производства и переработки: дис. … д-ра техн. наук: 05.18.01 / Леонова Светлана Александровна. – Москва, 2011. – 328 с.

13. Реологические характеристики сбивного бездрожжевого теста из цельносмолотого зерна пшеницы / Г. О. Магомедов, Е. И. Пономарева, И. А. Алейник [и др.] // Хлебопродукты. – 2009. – № 1. – С. 48–49.

14. Пономарева, Е. И. Влияние обогатителей на реологические свойства теста из муки цельносмолотого зерна пшеницы / Е. И. Пономарева, Л. В. Шторх // Известия высших учебных заведений. Пищевые технологии. – 2011. – Т. 323–324, № 5–6. – С. 54–57.

15. Итоги и перспективы адаптивной селекции яровой мягкой и озимой пшеницы в условиях засухи в Нижнем Поволжье (к 90-летию со дня рождения Л. Г. Ильиной) / Р. Г. Сайфуллин, А. Н. Маркелов, Г. А. Бекетова [и др.] // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2014. – Т. 10–11, № 1–2. – С. 19–22.

16. Оценка свойств муки из зерна тритикале с использованием системы Миксолаб / Д. Г. Туляков, Е. П. Мелешкина, И. С. Витол [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 1. – С. 20–23.

17. Use of secondary raw material of animal products in the technology of production of bakery products based on wheat amaranth mixture / A. N. Shishkina, M. K. Sadygova, M. V. Belova [et al.] // Scientific Study and Research Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. – 2019. – Vol. 20, № 2. – P. 303–311.

18. Позднякова, О. Г. Разработка технологии производства кондитерских изделий функционального назначения / О. Г. Позднякова, Е. А. Егушова, Е. А. Тыщенко // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 90–95. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-90-95.

19. Делекешев, А. Н. Светлозерная рожь сорта Памяти Бамбышева – перспективное сырье Саратовской селекции / А. Н. Делекешев, М. К. Садыгова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 57–62.

20. Хлебные палочки повышенной пищевой ценности для ахлоридного питания / Е. И. Пономарева, А. Ю. Кривошеев, С. И. Лукина [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 114–124. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-114-124.

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: State University – Educational, Scientific and Industrial Complex; 2011. 342 p. (In Russ.).

2. Magomedov GO, Plotnikova IV, Pisarevsky DS. Creation of gingerbread with increased biological value for athletes. Bread products. 2018;(8):38–41. (In Russ.).

3. Magomedov GO, Zhuravlev AA, Lobosova LA, Zhurakhova SN. Optimization of prescription composition of jelly masses using the Scheffe's symplex plan. Foods and Raw Materials. 2018l;6(1):71–78. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-71-78.

4. Tugush AR, Kanevskaya IYu, Sadygova MK, Kirillova TV, Kontareva DD. Usage of the method of regression analysis to optimize the ad-mixtures in the recipe of shortbread. The Agrarian Scientific Journal. 2018;(1):81–87. (In Russ.).

5. Misteneva SYu, Soldatova EA, Shcherbakova NA, Gerasimov TV, Taleysnik MA. Effect of pumpkin husks on cracker dough fermentation. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):413–422. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-413-422.

6. Makhaeva LA, Seleznyova GK. The use of sea buckthorn powder in pastry products. Bulletin of KSAU. 2017;129(6):79–85. (In Russ.).

7. Tertychnaya TN, Fonina NN, Manukovskaya EYu, Orobinskiy VI, Mazhulina IV. Optimize formulation pastry with promising herbal supplements. Bread products. 2014;(9):55–57. (In Russ.).

8. Anikienko TI. Analysis of the application of International standards DEMETER. Bread products. 2019;(7):30–31. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-29-7-30-31.

9. Baluyan KhA, Martirosyan VV, Malkina VD, Zhirkova EV. The influence of enriched extrudate of corn on the rheological properties of crumb of bread. Baking in Russia. 2017;(4):30–34. (In Russ.).

10. Gaisina VA, Kozubaeva LA, Kuzmina SS. Features of the rheological properties of dough with sunflower and cedar flour. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2016;78(1):96–100. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-1-96-100.

11. Dremucheva GF, Karchevskaya OE, Kindra NA, Smirnova SA. Baking properties of wheat and rye flour from grain harvest 2014–2015. Baking in Russia. 2016;(4):16–19. (In Russ.).

12. Leonova SA. Razvitie sistemy otsenki i formirovaniya tekhnologicheskikh svoystv pshenitsy ot selektsii do tovarnogo proizvodstva i pererabotki [A new system for evaluation and formation of the technological properties of wheat from its selection to commodity production and processing]. Dr. eng. sci. diss. Barnaul: All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing; 2011. 328 p.

13. Magomedov GO, Ponomaryova EI, Aleynik I, Levin Yu. Reologicheskie kharakteristiki sbivnogo bezdrozhzhevogo testa iz muki tsel′nosmolotogo zerna pshenitsy [Rheological characteristics of a whipped yeast-free dough made from whole-ground wheat grain]. Bread products. 2009;(1):48–49. (In Russ.).

14. Ponomareva EI, Storkh LV. Influence of enrichers on the rheological properties of dough out of meal whole grain wheat. News of institutes of higher education. Food Technology. 2011;323–324(5–6):54–57. (In Russ.).

15. Saifullin RG, Markelov AN, Beketova GA, Ermakova EM. Results and prospects of adaptive breeding of spring breadand winter wheat under drought in the lower Volga region (to 90th anniversary of L.G. Ilyina). Agrarian Reporter of South-East. 2014;10–11(1–2):19–22. (In Russ.).

16. Tulyakov DG, Meleshkina EP, Vitol IS, Pankratov GN, Kandrokov RKh. Evaluation of triticale grain flour based rheology system using Mixolab. Storage and Processing of Farm Products. 2017;(1):20–23. (In Russ.).

17. Shishkina AN, Sadygova MK, Belova MV, Astashov AN, Ivanova ZI. Use of secondary raw material of animal products in the technology of production of bakery products based on wheat amaranth mixture. Scientific Study and Research Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry. 2019;20(2):303–311.

18. Pozdnyakova OG, Egushova EA, Tyshchenko EA. Functional confectionery products: development of production process. Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(3):90–95. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-90-95.

19. Delekeshev AN, Sadygova MK. Light rye variety Memory of Bambyshev as promising raw material bred in Saratov. Journal of Michurinsk State Agrarian University. 2017;(3):57–62. (In Russ.).

20. Ponomareva EI, Krivosheev AYu, Lukina SI, Alekhina NN, Gabelko YeA, Agapov BL. Breadsticks with enhanced nutritional value for salt-free nutrition. Food Processing: Techniques and Technology. 2018;48(1):114–124. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-114-124.

Сведения об авторах

Маринина Екатерина Алексеевна
аспирант кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный агарный университет им. Н. И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1, тел.: +7 (8452) 69-25-32, e-mail: avramenko@znakhleba.ru

Садыгова Мадина Карипулловна
д-р. техн. наук, доцент, профессор кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный агарный университет им. Н. И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1, тел.: +7 (8452) 69-25-32, e-mail: sadigova.madina@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-9918-852X

Кириллова Татьяна Валерьяновна
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры математики, механики и инженерной графики, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный агарный университет им. Н. И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1, тел.: +7 (8452) 69-25-32

Каневская Ирина Юрьевна
канд. сельхоз. наук, доцент, доцент кафедры математики, механики и инженерной графики, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный агарный университет им. Н. И. Вавилова», 410012, Россия, г. Саратов, Театральная площадь, 1, тел.: +7 (8452) 69-25-32

Information about the authors

Ekaterina A. Marinina
Postgraduate Student of the Department of Food Technology, Vavilov Saratov State Agrarian University, 1, Teatralnaya square, Saratov, 410012, Russia, phone: +7 (8452) 69-25-32, e-mail: avramenko@znakhleba.ru

Madina K. Sadygova
Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Food Technology, Vavilov Saratov State Agrarian University, 1, Teatralnaya square, Saratov, 410012, Russia, phone: +7 (8452) 69-25-32, e-mail: sadigova.madina@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-9918-852X

Tatiana V. Kirillova
Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics, Mechanics and Engineering Graphics, Vavilov Saratov State Agrarian University, 1, Teatralnaya square, Saratov, 410012, Russia, phone: +7 (8452) 69-25-32

Irina Yu. Kanevskaya
Cand.Sci.(Agr.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics, Mechanics and Engineering Graphics, Vavilov Saratov State Agrarian University, 1, Teatralnaya square, Saratov, 410012, Russia, phone: +7 (8452) 69-25-32