Научная статья/Research Article
УДК 51-74; 664.681
DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-193-202

Юлия Александровна Ускова[1], **Роман Хажсетович Кандроков**[2]✉
[1,2]Российский биотехнологический университет «РОСБИОТЕХ», Москва, Россия
[1]juluskova@yandex.ru
[2]nart132007@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СИМПЛЕКСНЫХ РЕШЕТОК ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РЕЦЕПТУРЫ ИМБИРНОГО ПЕЧЕНЬЯ

Цель исследования – оптимизация рецептурного состава обогащенного имбирного печенья (с использованием толокна овсяного и порошка арбутуса конвективной сушки) при помощи симплекс-модели второго порядка. Спектральная поверхность регрессии позволила определить зависимость показателя пластической прочности изделий от процентного соотношения сыпучих сырьевых компонентов. Повышение пластической прочности, в рамках изученных пределов изменений рецептурных компонентов более чем на 15 % приводит к необратимым реологическим изменениям структуры изделия. Установлено, что содержание таких минеральных элементов, как калий, кальций, фосфор и магний, увеличилось. Увеличение содержания калия, кальция и фосфора было незначительным (до 25 %), магния – на 70 %. Разработанное печенье содержит в себе пищевые волокна, доля которых была увеличена на 17 %. С учетом того, что общее содержание фенольных соединений в 100 г порошка арбутуса составляется 49,8 мг ЭГК, его введение в рецептуру (в количестве 9,5 % от массы муки) позволит удовлетворить суточную потребность в биологически активных компонентах пищи на 5,8 %. Разработанная математическая модель позволила определить оптимальное соотношение рецептурных компонентов. На локальном участке симплекса оценивался показатель пластической прочности печенья. С использованием графика следа ожидаемого отклика получены данные для нового вида печенья, включающего в себя 71,5 % муки пшеничной, 19 % толокна овсяного и 9,5 % порошка арбутуса конвективной сушки.

***Ключевые слова**: математическое моделирование, симплекс, решетка, пластическая прочность, имбирное печенье*

***Для цитирования**: Ускова Ю.А., Кандроков Р.Х.* Применение метода симплексных решеток при моделировании рецептуры имбирного печенья // Вестник КрасГАУ. 2023. № 6. С. 193–202. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-193-202.

Yulia Alexandrovna Uskova[1], **Roman Khazhsetovich Kandrokov**[2]✉
[1,2]Russian Biotechnological University "ROSBIOTECH", Moscow, Russia
[1]juluskova@yandex.ru
[2]nart132007@mail.ru

SIMPLEX LATTICE METHOD APPLICATION IN MODELING THE GINGER COOKIES FORMULA

The aim of the study is to optimize the recipe composition of enriched gingerbread cookies (using oatmeal and convection-dried arbutus powder) using a second-order simplex model. The spectral surface of the regression made it possible to determine the dependence of the plastic strength index of products on the percentage of bulk raw materials. An increase in plastic strength, within the studied limits of changes in prescription components by more than 15 %, leads to irreversible rheological changes in the structure of the product. It was established that the content of such mineral elements as potassium, calcium, phosphorus and magnesium increased. The increase in the content of potassium, calcium and phosphorus was

© Ускова Ю.А., Кандроков Р.Х., 2023
Вестник КрасГАУ. 2023. № 6. С. 193–202.
Bulliten KrasSAU. 2023;(6):193–202.

insignificant (up to 25 %), magnesium – by 70 %. The developed cookies contain dietary fiber, the share of which was increased by 17 %. Taking into account the fact that the total content of phenolic compounds in 100 g of arbutus powder is 49.8 mg of EGC, its introduction into the recipe (in the amount of 9.5 % by weight of flour) will satisfy the daily need for biologically active food components by 5.8 %. The developed mathematical model made it possible to determine the optimal ratio of prescription components. On the local section of the simplex, the indicator of the plastic strength of the biscuit was evaluated. Using the expected response trace plot, data were obtained for a new type of biscuit, which includes 71.5 % wheat flour, 19 % oatmeal and 9.5 % convection-dried arbutus powder.

***Keywords**: mathematical modeling, simplex lattice, plastic strength, gingerbread cookies*

***For citation:** Uskova Yu.A., Kandrokov R.Kh.* Simplex lattice method application in modeling the ginger cookies formula // Bulliten KrasSAU. 2023;(6): 193–202. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-6-193-202.

Введение. Совокупное производство мучных, сахаристых и шоколадных кондитерских изделий по итогам 2021 г. достигло 3,93 млн т. В натуральном выражении 50 % производства приходится на мучные кондитерские изделия, 30 % – на шоколадные, 20 % – на сахаристые [1].

В современном обществе перекусы составляют около одной трети ежедневного потребления энергии. При этом они часто состоят из продуктов с высоким содержанием добавленного сахара, насыщенных жиров, соли. Основной вклад в среднесуточную калорийность рациона от продуктов для перекуса вносят четыре группы пищевой продукции (рис. 1), среди которых наиболее значимую роль играют мучные кондитерские изделия (МКИ), в частности печенье [2].

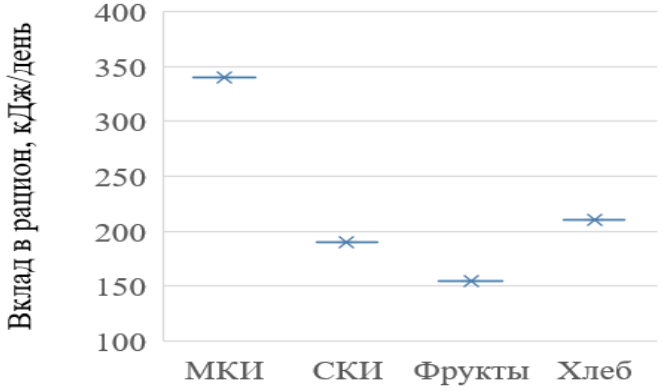

Рис. 1. Вклад в среднесуточную калорийность рациона основных групп продуктов для перекуса

Потребление мучных кондитерских изделий на душу населения в России в 2021 г. составило около 12,1 кг/чел., что эквивалентно примерно половине душевого потребления всех кондитерских изделий в стране (рис. 2). Мучные кондитерские изделия пользуются постоянно растущим спросом благодаря своим вкусовым свойствам, ценовой доступности и удобству потребления, что является достаточным основанием для придания им функциональных свойств путем совершенствования их состава [3].

В последнее время наблюдается тенденция на увеличение продуктов, изготовленных с использованием пищевых волокон. Они способствуют выведению из организма человека ксенобиотиков, регуляции уровня сахара и холестерина в крови, нормализуют деятельность ЖКТ. Согласно прогнозным оценкам, сегмент хлебобулочных и мучных кондитерских изделий станет самым быстрорастущим на мировом рынке пищевых волокон [4].

В большинстве рецептур печенья используется мука пшеничная высшего сорта, состоящая из тонкоизмельченных частиц центральной части эндосперма и практически очищенная от отрубей. Одним из способов увеличения поступления в организм пищевых волокон является производство изделий с добавлением цельнозернового растительного сырья, например овсяного толокна [5].

Рис. 2. Потребление мучных кондитерских изделий на душу населения в России, кг/чел.

Для повышения биологической ценности мучных кондитерских изделий возможно применение нетрадиционных видов сырья: овощей, плодов и ягод дикорастущих растений (кизил, алыча, барбарис, облепиха и др.); плодовых порошков, получающихся при производстве соков, вин. Использование порошков позволяет увеличить массовую долю сухих веществ и снизить массовую долю сахара в кондитерских изделиях. Их высокая влагоудерживающая способность обеспечивает сохранность изделий, предупреждая их черствение [6].

На основе аналитической оценки качества и количества нутриентов в поликомпонентных пищевых системах становится возможным проектирование продукции с гарантированным стабильным качеством, заданными свойствами и структурой. Математическое моделирование позволяет провести оптимизацию многокомпонентных смесей. Преимущество симплекс-решетчатых планов состоит в том, что, располагая результатами эксперимента, можно предсказать значение анализируемого свойства для многокомпонентной смеси любого состава [7, 8].

Цель исследования – оптимизация рецептурного состава обогащенного имбирного печенья (с использованием толокна овсяного и порошка арбутуса конвективной сушки) при помощи симплекс-модели второго порядка.

Объекты и методы. В качестве контрольного объекта исследования было выбрано имбирное печенье, вырабатываемое по рецептуре «Old-time gingersnaps» (табл. 1) с использованием 100 % муки пшеничной 1-го сорта [9].

Таблица 1

Рецептура печенья «Old-time gingersnaps»

Сырье	Содержание СВ, %	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная 1-го сорта	85,50	489,13	418,21
Сахар белый	99,85	173,91	173,65
Масло сливочное с мдж 72,5 %	72,50	145,65	105,60
Патока	78,00	130,43	101,74
Меланж яичный	27,00	108,70	29,35
Духи сухие (имбирь, корица, гвоздика, мускатный орех)	93,70	17,39	16,29
Натрий двууглекислый	50,00	4,35	2,17
Соль пищевая	96,50	6,52	6,29
Итого	–	1076,09	854,40
Выход	84,50	991,39	845,00

Замес теста осуществляется по трехстадийной технологии, предусматривающей предварительное приготовление суспензии и эмульсии. Технологическая схема производства печенья представлена на рисунке 3.

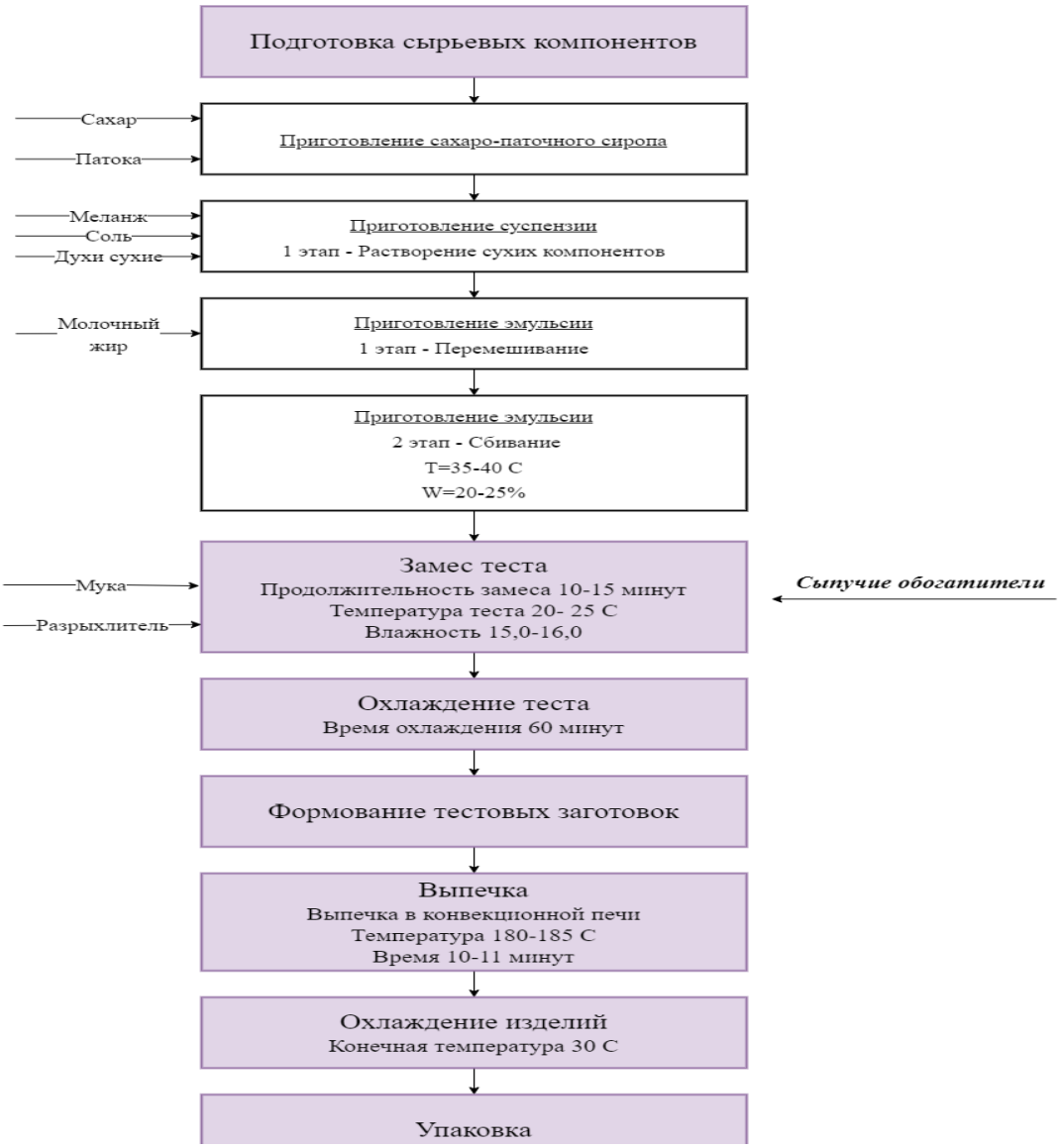

Рис. 3. Технологическая схема производства печенья

Сыпучие обогащающие ингредиенты (толокно и порошок) предлагается вводить на стадии замеса теста одновременно с мукой.

Математическое моделирование многокомпонентных смесей проводили на основании показателя пластической прочности изделий. Исследованию подвергали локальный участок концентрационного треугольника.

Пластическая прочность определялась на структурометре СТ-2 (ООО «Лаборатория качества», Россия).

Статическая обработка данных проводилась с помощью программ XLSTAT и STATISTICA 10.0.

Результаты и их обсуждение. Предварительные исследования показали, что для повышения пищевой ценности печенья оптимальным является внесение 30 % толокна овсяного от общего количества пшеничной муки. Уменьшение общего количества белков, способствующих образованию клейковины, снижает плотность теста. Чрезмерное добавление овсяного толокна приводит к значительному увеличению прочности печенья, что свидетельствует о снижении пористости и рассыпчатости изделий [5].

Внесение порошков в количестве 3–9 % от массы муки способствует снижению температу-

ры клейстеризации крахмала. Изменение температуры клейстеризации влияет на процесс ретроградации крахмала: чем ниже показатель, тем медленнее черствеют мучные изделия [6].

При правильном подборе дополнительных ингредиентов возможно не только повысить пищевую ценность изделий, но и сформировать структуру печенья, способствующую удержанию свободной влаги.

Для применения симплекс-модели необходимо соблюсти простое условие – общее содержание компонентов смеси должно составлять 100 %:

$$\sum_{i=1}^{n} X_i = 1. \quad (1)$$

Для трехкомпонентной задачи полная квадратичная форма имеет следующий вид:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{22}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 . \quad (2)$$

Для понижения порядка полинома, описывающего искомую зависимость, применяют соотношение $x_1 + x_2 + x_3 = 1$.

В приведенной форме модель второго порядка будет представлена как

$$\hat{y} = b_1^{'}x_1 + b_2^{'}x_2 + b_3^{'}x_3 + b_{12}^{'}x_1x_2 + b_{13}^{'}x_1x_3 + b_{23}^{'}x_2x_3, \quad (3)$$

где

$$\boldsymbol{b_1^{'} = y_1} \qquad \boldsymbol{b_{12}^{'} = 4y_{12} - 2y_1 - 2y_2}$$
$$\boldsymbol{b_2^{'} = y_2} \qquad \boldsymbol{b_{13}^{'} = 4y_{13} - 2y_1 - 2y_3}$$
$$\boldsymbol{b_3^{'} = y_3} \qquad \boldsymbol{b_{23}^{'} = 4y_{23} - 2y_2 - 2y_3}$$

Экспериментальные точки симплекс-решетчатого плана Шеффе представляют собой решетку на симплексе, где p – число компонентов смеси, q – степень полинома. План является насыщенным. Вследствие этого оценка коэффициентов уравнения проводится подстановкой.

Для квадратичной решетки, обеспечивающей приближение поверхности отклика полиномом второго порядка, должны быть использованы следующие уровни каждого из факторов: 0, 1/2, 1 [10].

Изготавливали трехкомпонентные смеси (рис. 4), состоящие из муки пшеничной (МП), толокна овсяного (ТО) и порошка из ягод арбутуса (ПА). Изучали изменение показателя пластической прочности в зависимости от рецептурного состава системы (МП-ТО-ПА). Исследованию подвергали локальный участок концентрационного треугольника, представленного на рисунке 5, с вершинами z_1(80;15;5), z_2(70;25;5), z_3(70;15;15).

Матрица планирования эксперимента и результаты опытов приведены в таблице 2. Условия опытов выражены в псевдокомпонентах (z ед.) и в натуральных величинах (x %). Число параллельных опытов в каждой точке n = 2. Ошибка воспроизводимости S_y = 4,6. Число степеней свободы ошибки воспроизводимости f_y = 14.

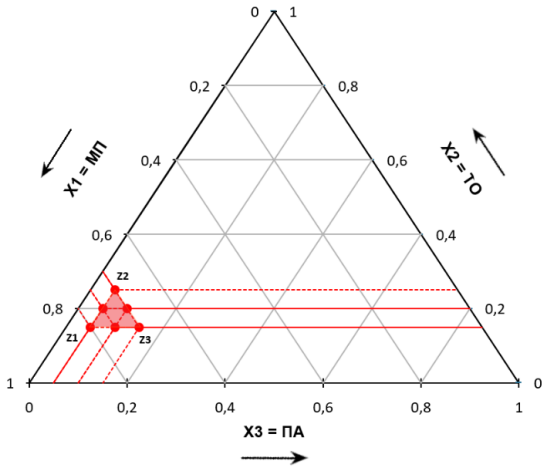

Рис. 4. Область исследования свойств имбирного печенья в трехкомпонентной системе «мука пшеничная – толокно овсяное – порошок арбутуса»

Таблица 2

Симплекс-план второго порядка для трехкомпонентной смеси

№ п/п	Условия опытов						Показатель пластической прочности, г ($y_{экс}$)
	В псевдокомпонентах			Относительное содержание исходных компонентов			
	z_1	z_2	z_3	x_1 = МП	x_2 = ТО	x_3 = ПА	
1	1	0	0	80	15	5	1465
2	0	1	0	70	25	5	1530
3	0	0	1	70	15	15	1485
4	1/2	1/2	0	75	20	5	1495
5	1/2	0	1/2	75	15	10	1475
6	0	1/2	1/2	70	20	10	1500

Зависимость показателя пластической прочности от состава смеси описывается уравнением

$$\hat{y} = 1465z_1 + 1530z_2 + 1485z_3 - 10z_1z_2 - 30z_2z_3 \ . \quad (4)$$

Адекватность полученной модели проверялась в точке № 7 с учетом соотношения

$$t_p = \frac{\Delta y\sqrt{n}}{S_y^2\sqrt{1+\varepsilon}}, \quad (5)$$

где $\Delta y = |y_{экс} - y_{расч}| = |\widehat{y_7} - y_7|$; n – число параллельных опытов в каждой точке; S_y – ошибка воспроизводимости при определении; ε – величина дисперсии предсказания свойства, взятая с контурной карты изолиний симплекс-решетчатого плана второго порядка в центральной точке.

Таблица 3

Проверка адекватности построенной модели

№ п/п	Условия опытов						Показатель пластической прочности ($y_{экс}$), г	Показатель пластической прочности ($y_{расч}$) г
	В псевдокомпонентах			Относительное содержание исходных компонентов				
	z_1	z_2	z_3	x_1 = МП	x_2 = ТО	x_3 = ПА		
7	0,333	0,333	0,333	74	18	8	1480	1487,4

Величина t_p в проверочной точке не превосходит соответствующего табличного значения $t_{0,05;14}$ = 2,15. Полученная модель адекватно описывает экспериментальные результаты, построения неполной кубической модели не требуется.

Однако реализация планов в системе псевдокомпонентов невозможна. Для проведения аналитического исследования необходимо представление плановых композиций экспериментальных составов в координатах исходных компонентов. Переход из одной аффинной системы координат в другую осуществляется согласно матричному уравнению X = AZ [10].

Уравнение регрессии в исходных координатах будет представлена следующим способом:

$$\hat{y} = 1380 + 650x_2 + 200x_3 - 2000x_2x_3 + 1000x_3^2. \quad (6)$$

При помощи специализированной программы STATISTICA была получена спектральная поверхность регрессии (рис. 5), позволяющая определить зависимость показателя пластической прочности изделий от процентного соотношения сыпучих сырьевых компонентов, используемых для повышения пищевой ценности [11, 12].

Анализ построенной диаграммы и модели отклика исследуемой функции позволяет сделать следующие выводы:

– судя по величине коэффициентов в модели (6), наименьшее влияние на снижение показателя пластической прочности оказывает относительное содержание порошка арбутуса;

– повышение массовой доли толокна приводит к значительному увеличению показателя прочности;

– повышение показателя пластической прочности, в рамках изученных пределов изменений рецептурных компонентов более чем на 15 %, приводит к необратимым реологическим изменениям структуры изделия.

С использованием графика следа ожидаемого отклика (рис. 6) получены данные для нового вида печенья, включающего в себя 71,5 % муки пшеничной, 19,0 % толокна овсяного и 9,5 % порошка арбутуса конвективной сушки.

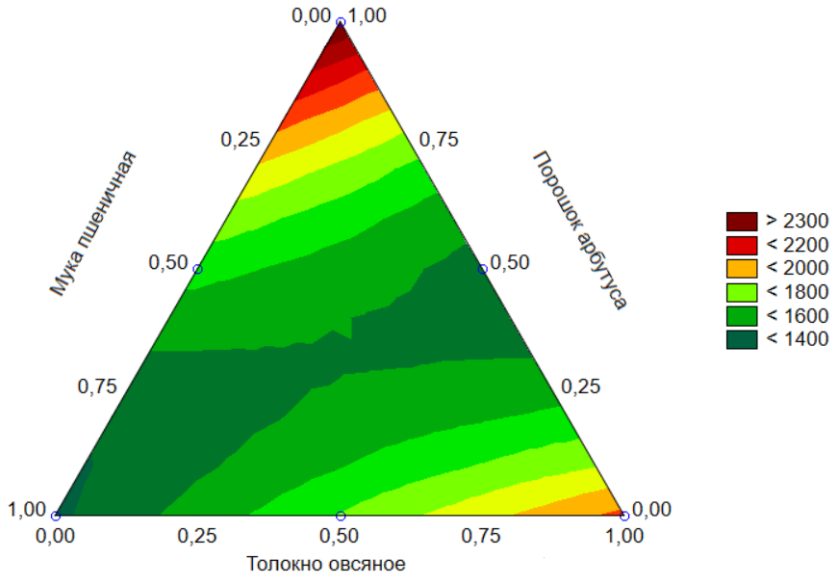

Рис. 5. Поверхность отклика трехкомпонентной системы относительно показателя прочности вида $y = f(x_1, x_2, x_3)$ на локальном участке

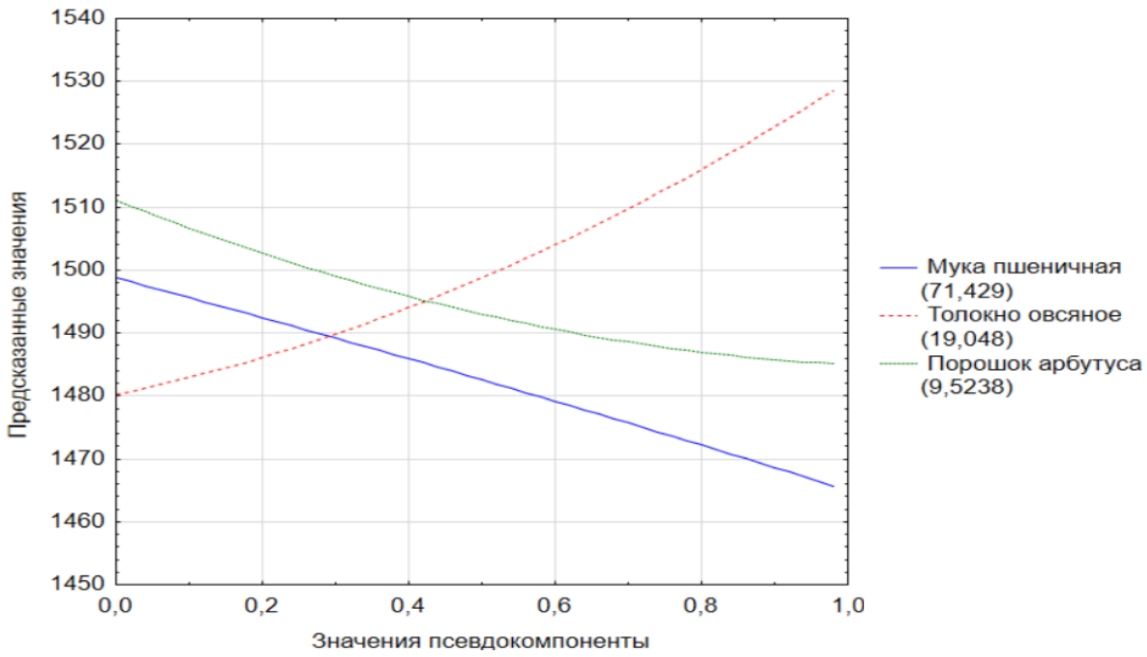

Рис. 6. График следа ожидаемого отклика с предсказанными значениями прочности изделий относительно полученного соотношения рецептурных компонентов

Таким образом, предсказанный показатель прочности для обогащенного печенья составит 1 514 единиц. Для образца печенья, вырабатываемого с использованием 100 % муки пшеничной, показатель прочности составляет 1 380 единиц. Соответственно, предложенная замена не приведет к необратимым реологическим изменениям структуры, так как повышение показателя пластической прочности не превысит критических значений.

На основании полученных данных приведем рецептуру обогащенного имбирного печенья (табл. 4).

Таблица 4

Разработанная рецептура обогащенного имбирного печенья

Сырье	Содержание СВ, %	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная 1-го сорта	85,50	349,73	299,02
Сахар белый	99,85	173,91	173,65
Масло сливочное с мдж 72,5 %	72,50	145,65	105,60
Патока	78,00	130,43	101,74
Меланж яичный	27,00	108,70	29,35
Толокно овсяное	90,00	92,93	83,64
Порошок арбутуса	90,00	46,47	41,82
Духи сухие (имбирь, корица, гвоздика, мускатный орех)	93,70	17,39	16,29
Натрий двууглекислый	50,00	4,35	2,17
Соль пищевая	96,50	6,52	6,29
Итого	–	1076,09	860,47
Выход	84,50	1000,00	845,00

Для обоснования целесообразности применения толокна овсяного и порошка арбутуса в кондитерской продукции произвели расчет пищевой ценности и оценили содержание функциональных ингредиентов в образцах.

Отмечено, что содержание таких минеральных элементов, как калий, кальций, фосфор и магний, увеличилось. В случае калия, кальция и фосфора увеличение было незначительным (до 25 %); содержание магния увеличилось на 70 %. Разработанное печенье содержит в себе пищевые волокна, доля которых была увеличена на 17 %.

С учетом того, что общее содержание фенольных соединений в 100 г порошка арбутуса составляется 49,8 мг ЭГК, его введение в рецептуру (в количестве 9,5 % от массы муки) позволит удовлетворить суточную потребность в биологически активных компонентах пищи на 5,8 % [13].

Заключение. Разработанная математическая модель позволила определить оптимальное соотношение рецептурных компонентов. На локальном участке симплекса оценивался показатель пластической прочности печенья. Установлено, что оптимальное соотношение толокна, вносимого взамен муки пшеничной, составляло 19,0 %, а порошка арбутуса – 9,5 %.

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние толокна овсяного и порошка арбутуса конвективной сушки на показатели пищевой ценности имбирного печенья.

Список источников

1. *Деркачева* Е.А.*, Белова Е.О., Шелудько Е.Б.* Тенденции развития и трансформационные особенности рынка кондитерских изделий Российской Федерации // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. 5 «Экономика». 2019. № 4 (250). С. 100–108.
2. *Неделько А.Ю., Третьяк О.А., Лаврова А.Ю.* Потребительский выбор продуктов питания: факторы, текущее состояние и ожидаемые изменения // Российский журнал менеджмента. 2020. № 4. С. 605–642.

3. Формирование ассортимента мучных кондитерских изделий функциональной направленности / *И.Ю. Резниченко* [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 2. С. 149–162.
4. Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами / *Е.А. Скорбина* [и др.] // Пищевая индустрия. 2021. № 1 (45). С. 30–32.
5. *Мистенева С.Ю., Солдатова Е.А., Савенкова Т.В.* Разработка мучных кондитерских изделий с использованием нерафинированного растительного сырья // Пищевая промышленность. 2019. № 8. С. 66–71.
6. *Матвеева Т.В., Корячкина С.Я.* Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры Орел: Госуниверситет-УНПК, 2011. 358 с.
7. *Лепешкин А.И., Надточий Л.А., Чечеткина А.Ю*. Проектирование состава продуктов питания с заданными свойствами: учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2020. 46 с.
8. *Зедгинидзе И.Г*. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М.: Наука, 1978. 393 с.
9. *McGlinn J.L*. Gingerbread. Timeless recipes for cakes, cookies, desserts, ice cream, and candy. San Francisco: Chronicle Books LLC, 2009. 145 p.
10. *Калиногорский Н.А*. Планирование эксперимента при изучении диаграмм состав-свойство: метод. указания. Новокузнецк: СибГИУ, 2011. 12 с.
11. *Ахназарова С.Л., Кафаров В.В*. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. М.: Высш. шк., 1985. 327 с.
12. Desirability-based optimization of bakery products containing pea, hemp and insect flours using mixture design methodology / *C. Talens* [et al.] // *LWT.* 2022. Vol. 168. P. 1–12.
13. МР 2.3.1.0253-21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: утвержден и введен в действие главным государственным санитарным врачом РФ от 22 июля 2021 г. М.: Роспотребнадзор, 2021. 72 с.

References

1. *Derkacheva* E.A.*, Belova E.O., Shelud'ko E.B*. Tendencii razvitiya i transformacionnye osobennosti rynka konditerskih izdelij Rossijskoj Federacii // Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 5 «`Ekonomika». 2019. № 4 (250). S. 100–108.
2. *Nedel'ko A.Yu., Tret'yak O.A., Lavrova A.Yu*. Potrebitel'skij vybor produktov pitaniya: faktory, tekuschee sostoyanie i ozhidaemye izmeneniya // Rossijskij zhurnal menedzhmenta. 2020. № 4. S. 605–642.
3. Formirovanie assortimenta muchnyh konditerskih izdelij funkcional'noj napravlennosti / *I.Yu. Reznichenko* [i dr.] // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2017. № 2. S. 149–162.
4. Obogaschenie hlebobulochnyh izdelij pischevymi voloknami / *E.A. Skorbina* [i dr.] // Pischevaya industriya. 2021. № 1 (45). S. 30–32.
5. *Misteneva S.Yu., Soldatova E.A., Savenkova T.V.* Razrabotka muchnyh konditerskih izdelij s ispol'zovaniem nerafinirovannogo rastitel'nogo syr'ya // Pischevaya promyshlennost'. 2019. № 8. S. 66–71.
6. *Matveeva T.V., Koryachkina S.Ya.* Muchnye konditerskie izdeliya funkcional'nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tehnologii, receptury Orel: Gosuniversitet-UNPK, 2011. 358 s.
7. *Lepeshkin A.I., Nadtochij L.A., Chechetkina A.Yu*. Proektirovanie sostava produktov pitaniya s zadannymi svojstvami: ucheb. posobie. SPb.: Universitet ITMO, 2020. 46 s.
8. *Zedginidze I.G*. Planirovanie `eksperimenta dlya issledovaniya mnogokomponentnyh sistem. M.: Nauka, 1978. 393 s.
9. *McGlinn J.L*. Gingerbread. Timeless recipes for cakes, cookies, desserts, ice cream, and candy. San Francisco: Chronicle Books LLC, 2009. 145 p.
10. *Kalinogorskij N.A*. Planirovanie `eksperimenta pri izuchenii diagramm sostav-svojstvo: metod. ukazaniya. Novokuzneck: SibGIU, 2011. 12 s.
11. *Ahnazarova S.L., Kafarov V.V*. Metody optimazacii `eksperimenta v himicheskoj tehnologii. M.: Vyssh. shk., 1985. 327 s.
12. Desirability-based optimization of bakery products containing pea, hemp and insect flours

using mixture design methodology / *C. Talens* [et al.] // *LWT.* 2022. Vol. 168. P. 1-12.
13. MR 2.3.1.0253-21. Normy fiziologicheskih potrebnostej v `energii i pischevyh veschestvah dlya razlichnyh grupp naseleniya Rossijskoj Federacii: utverzhden i vveden v dejstvie glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF ot 22 iyulya 2021 g. M.: Rospotrebnadzor, 2021. 72 s.

Статья принята к публикации 21.03.2023 / The article accepted for publication 21.03.2023.

Информация об авторах:

Юлия Александровна Ускова[1], аспирант кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий
Роман Хажсетович Кандроков[2], доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий, кандидат технических наук, доцент

Information about the authors:

Yulia Alexandrovna Uskova[1], Postgraduate Student at the Department of Grain, Baking and Confectionery Technologies
Roman Khazhsetovich Kandrokov[2], Associate Professor at the Department of Grain, Bakery and Confectionery Technologies, Candidate of Technical Sciences, Docent