

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ОБОГАЩЕННЫХ ПРЯНИКОВ

Лукина Светлана Ивановна, к.т.н., доцент,
Пономарева Елена Ивановна, д.т.н., профессор,
Алехина Надежда Николаевна, д.т.н., доцент,
Ермакова Анна Валерьевна

Воронежский государственный университет инженерных технологий

MODELING OF THE FORMULATION OF ENRICHED GINGERBREAD

Lukina Svetlana, Cand.Tech.Sci., lukina.si@yandex.ru,
Ponomareva Elena, Dr.Sci.Tech., elena6815@yandex.ru
Alekhina Nadezhda, Dr.Sci.Tech., nadinat@yandex.ru
Ermakova Anna, ermakoffa2002@gmail.com

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

В работе применены методы математического планирования и оптимизации эксперимента. Определены рациональные дозировки нетрадиционного сырья в рецептуре обогащённых пряников: сорговой муки – 25 % к общей массе муки, урбеча из семян расторопши – 25 % к массе сахара.

Ключевые слова: пряники, сорговая мука, урбеч из семян расторопши, рецептура, показатели качества, математическое моделирование.

The work uses methods of mathematical planning and optimization of the experiment. Rational dosages of non-traditional raw materials in the recipe for enriched gingerbread have been determined: sorghum flour – 25% of the total mass of flour, urbech from milk thistle seeds – 25% of the mass of sugar.

Keywords: gingerbread, sorghum flour, urbech from milk thistle seeds, recipe, quality indicators, mathematical modeling.

Среди разнообразия ассортимента мучных кондитерских изделий большой популярностью населения России пользуются пряники. От других видов продуктов их отличает оригинальный внешний вид, присущий только им специфический вкус и аромат, создаваемые за счет применения традиционных и эксклюзивных технологий и рецептур.

Известно, что пряничные изделия традиционно готовят из пшеничной сортовой муки, может применяться ржаная мука в смеси с пшеничной. Кроме того, из-за содержания жира и сахаристых веществ – сахара, патоки, меда, входящих в состав пряников в больших количествах, изделия имеют высокую калорийность и низкую пищевую ценность [1, с. 329].

В настоящее время актуальными задачами для производителей являются улучшение качества изделий, снижение их сахароемкости и повышение пищевой ценности. В состав продукции нового поколения должны входить физиологически ценные ингредиенты (витамины, минеральные вещества, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, незаменимые аминокислоты), имеющие биологически значимое положительное воздействие на организм человека и способные предупреждать развитие целого ряда неинфекционных заболеваний. Поэтому разработка технологий и рецептур пряничных изделий с применением новых нетрадиционных видов сырья, добавок и обогатителей активно проводится в РФ [2, 3].

Для реализации данной задачи необходим поиск новых сырьевых ресурсов, имеющих физиологическую ценность, невысокую стоимость и доступность на местном потребительском рынке. На этом основывался выбор применяемого в работе нетрадиционного сырья – обогатителей растительного происхождения.

Мука сорговая – цельнозерновой продукт, не содержит клейковинных белков, имеет высокую питательную ценность за счет содержания белка, пищевых волокон, ненасыщенных жирных кислот, в частности, линолевой и линоленовой, фосфора, железа, витаминов группы В и Е. Поликозанол, содержащийся в зерне сорго, способствует улучшению функций сердечно-сосудистой системы и снижению уровня холестерина в крови.

Урбеч из семян расторопши – натуральный продукт, представляющий собой пасту из перетертых семян. Его питательная ценность обусловлена содержанием в составе семян целого комплекса

ценных веществ – минералов (кальций, магний, марганец, цинк, медь), витаминов группы В, F и К. Силимарин, содержащийся в семенах расторопши, представляет собой комплекс природных антиоксидантов – флаволигнанов, которые способствуют восстановлению повреждённых клеток печени.

Учитывая вышеизложенное, теоретический и практический интерес представляет разработка рецептурного состава пряников с применением сорговой муки и урбеча из семян расторопши.

Целью исследования явилось установление рациональных дозировок компонентов в рецептуре обогащенного пряничного изделия с применением методов математического моделирования.

Исследования проводили в лабораторных условиях. Сырье, применяемое в работе: мука пшеничная хлебопекарная первого сорта (ГОСТ 26574-2017), сахар белый (ГОСТ 33222-2015), кефир жирностью 1,0 % (ГОСТ 31454-2012), масло подсолнечное рафинированное (ГОСТ 1129-2013), сорговая мука (ТУ 10.61.22-001-03555402-2022), урбеч из семян расторопши (ТУ 9129-001-0198404506-16), карбонат натрия (ГОСТ 32802-2014). Оценку качества применяемого сырья проводили по методикам, приведенным в пособии [4].

Объектами исследования являлись образцы пряников, приготовленные с применением нетрадиционного сырья. Образцы готовили сырцовым способом при следующих параметрах: замес теста влажностью 22 %, температурой 20-22°C, раскатка теста в пласт толщиной 0,8-1,2 см, выпечка отформованных заготовок при температуре 210 °C в течение 15-17 мин [1, с. 397].

В работе применяли центральное композиционное ротатабельное униформ-планирование эксперимента с использованием для обработки данных статистических критериев Кохрена, Стьюдента, Фишера при доверительной вероятности 0,95 [5].

Входными факторами являлись дозировки компонентов: x_1 – сорговая мука, % к общей массе муки; x_2 – урбеч из семян расторопши, % к массе сахара. Интервалы их изменения были определены на основании предварительно проведенных исследований. Выходными параметрами служили показатели качества пряников: намокаемость (y_1 , %) и плотность (y_2 , г/см³), определение которых проводили по ГОСТ 15810-2014.

На первом этапе проведена обработка результатов эксперимента и построение математических моделей в виде регрессионных уравнений 2-го порядка, адекватно описывающих зависимости функций отклика от изучаемых факторов. Опыты по полному факторному эксперименту типа 2³ проводили в соответствии с матрицей планирования, включающей пять параллельных опытов в центре плана и опыты в «звездных» точках с величиной «звездного» плеча $\pm 1,414$.

Получены регрессионные уравнения зависимости показателей качества пряников от дозировок нетрадиционных видов сырья в кодированном виде:

$$y_1 = 189,60 - 6,59X_1 + 6,91X_2 - 16,25X_1X_2 - 16,05X_1^2 - 2,30X_2^2, \quad (1)$$

$$y_2 = 0,415 - 0,026X_1 + 0,014X_2 - 0,05X_1X_2 + 0,05X_1^2 + 0,06X_2^2, \quad (2)$$

где X_i – кодированные значения факторов, связанные с натуральными значениями x_i соотношениями:

$$X_1 = \frac{x_1 - 37,5}{12,5}, \quad X_2 = \frac{x_2 - 20}{5}. \quad (3)$$

На втором этапе проведена интерпретация полученных моделей, которая дала информацию о форме поверхностей отклика и позволила предсказать область рациональных значений выходных параметров для заданных условий проведения эксперимента.

Анализ поверхностей отклика, приведенных на рис. 1 и 2, позволил определить области факторного пространства, в которых достигались оптимальные значения выходных параметров – максимальные значения намокаемости ($y_1 = 200$ -210 %) и минимальные значения плотности ($y_2 = 0,40$ -0,45 г/см³), что соответствовало разным точкам факторного пространства.

На третьем этапе проведена оптимизация рецептурного состава пряников с учетом требований ГОСТ 15810-2014 по намокаемости (не менее 180 %) и плотности (от 0,55 до 0,75 г/см³). Применяя метод перебора на равномерной сетке с шагом по каждому фактору 0,5 %, определены рациональные значения входных факторов: $x_1 = 25$ % к общей массе муки, $x_2 = 25$ % к массе сахара, обеспечивающие достижение наибольшего значения намокаемости пряников $y_2 = 201$ % при среднем значении их плотности $y_1 = 0,615$ г/см³.

Правильность выбора оптимальных значений факторов была доказана проведением серии параллельных экспериментов. Среднеквадратичная ошибка не превышала 0,67 %, что говорит о достаточной сходимости результатов.

На основании полученных результатов разработана рецептура и способ приготовления пряников «Богатырские» (ТУ 10.72.12.112-630-0206810-2025). Изделия характеризуются сниженной сахароемкостью, повышенной пищевой ценностью за счет дополнительного внесения с нетрадиционными видами сырья биологически активных нутриентов.

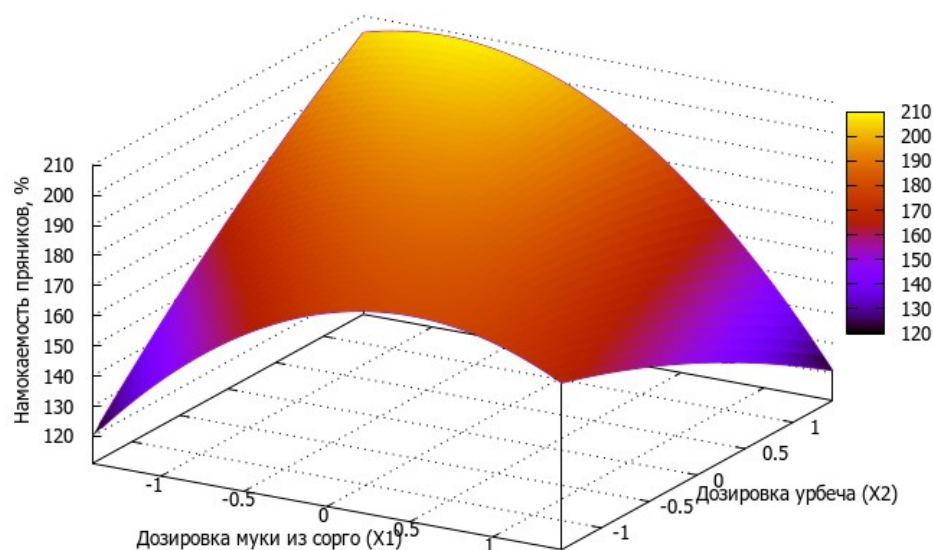


Рисунок 1. – Графическая интерпретация зависимости намокаемости пряников от массовой доли рецептурных компонентов

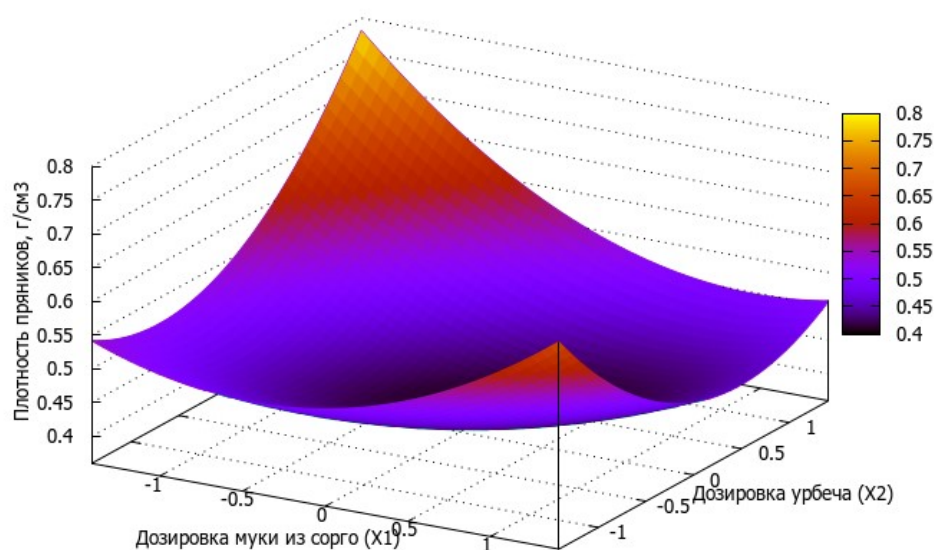


Рисунок 2. – Графическая интерпретация зависимости плотности пряников от массовой доли рецептурных компонентов

Список использованных источников

1. Сборник рецептов на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия [Текст]: сб. технологических нормативов / сост. В. Т. Лапшина [и др.]. – М.: Хлебпродинформ, 2000. – Ч. 3. – 720 с.
2. Магомедов, Г. О. Создание пряников повышенной биологической ценности для спортсменов [Текст] / Г. О. Магомедов, И. В. Плотникова, Д. С. Писаревский // Хлебопродукты. – 2018. – № 8. – С. 38-41.

3. Санжаровская, Н.С. Использование нетрадиционного сырья в технологии сырцовых пряников [Текст] / Н. С. Санжаровская, Н. В. Сокол, О. П. Храпко // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 1. – С. 147-154.
4. Общая технология отрасли: оценка качества сырья растительного, животного и природного происхождения [Текст]: учеб. пособие / Е. И. Пономарева, Н. Н. Алёхина, С. И. Лукина, Т. Н. Мамлютина. – СПб.: Лань, 2024. – 240 с.
5. Пономарева, Е. И. Оптимизация дозировок нетрадиционных видов сырья в рецептуре хлеба профилактической направленности [Текст] / Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, А. А. Журавлев, С. М. Павловская // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2021. – № 4 (382). – С. 55-59.