

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА БИСКВИТА

Лукина Светлана Ивановна, к.т.н., доцент

Пономарева Елена Ивановна, д.т.н., профессор

Алехина Надежда Николаевна, д.т.н., доцент

Нестерова Светлана Михайловна

Воронежский государственный университет инженерных технологий

MODELING AND OPTIMIZATION OF THE RECIPE COMPOSITION OF THE BISCUIT

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

Nesterova Svetlana, lana.nesterova.02@yandex.ru

Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia

Аннотация. В работе исследовано влияние миндальной муки и муки из спельты на показатели качества бисквита. С помощью методов математического планирования и оптимизации эксперимента определен рациональный состав бисквита с нетрадиционными видами муки.

Ключевые слова: бисквит, миндальная мука, мука из спельты, рецептура, показатели качества, моделирование, оптимизация.

Abstract. The paper studies the effect of almond flour and spelt flour on the quality indicators of sponge cake. Using mathematical planning and optimization methods, the rational composition of a sponge cake with non-traditional types of flour was determined.

Keywords: biscuit, almond flour, spelt flour, recipe, quality indicators, modeling, optimization.

В России продукты на основе бисквита занимают около 30 % от всего объема производства мучных кондитерских изделий. Большую популярность у населения они получили благодаря технологичности, легкой усвояемости, привлекательному внешнему виду и приятному вкусу, несмотря на высокую сахароемкость и энергетическую ценность за счет наличия в их составе муки пшеничной высшего сорта, сахара и меланжа.

Разработка нового ассортимента бисквитных изделий направлена по пути снижения их энергетической ценности, оптимизации макронутриентного состава, а именно, соотношения белков, жиров и углеводов, применения в рецептурном составе низкокалорийных, функциональных ингредиентов растительного и животного происхождения. Актуальным направлением является полная или частичная замена традиционной пшеничной муки на альтернативные виды, обладающие повышенной пищевой ценностью и функциональными свойствами.

В работе применяли нетрадиционные виды муки – миндальную и муку из спельты, внесение которых будет оказывать существенное влияние не только на формирование органолептических и структурно-механических характеристик бисквитных полуфабрикатов, но и способствовать повышению их пищевой ценности.

Миндальную муку получают путем измельчения ядер миндаля. По сравнению с пшеничной мукой миндальная мука содержит значительно меньше углеводов (4,9 %), больше белка (26 %), жира (52 %) и пищевых волокон (10,3 %), не содержит белков клейковины, имеет низкий гликемический индекс (25). В состав жиров входят омега-6 и омега-9 жирные кислоты (в основном линолевая и олеиновая). По содержанию витамина Е, являющегося мощным природным антиоксидантом, 100 г муки обеспечивает удовлетворение суточной нормы организма на 161 %, по содержанию витамина В₂ – на 52 %. Миндальная мука содержит целый набор макро- и микроэлементов (мг%): калий (748), кальций (347), магний (279), фосфор (508), железо (3,5), марганец (2,1), медь (0,93), цинк (3,3). Благодаря высокому содержанию биологически активных веществ миндальная мука находит широкое применение в питании человека и рекомендована для стабилизации уровня сахара в крови, профилактики сердечнососудистых заболеваний.

Муку из спельты в промышленности получают из цельных зёрен древнего вида полбяной пшеницы (*Triticum spelta*). По сравнению с классической пшеницей в спельте больше белка, содержа-

шего все незаменимые аминокислоты, особенно триптофан – важнейший элемент для хорошего настроения и крепкой нервной системы; железа, благоприятно влияющего на кровеносную систему; витаминов группы В и кремниевой кислоты, которые способствуют улучшению обмена веществ, нормализуют работу иммунной и нервной систем, улучшают работу головного мозга. Углеводы в спельте относятся к медленным, в организме они расщепляются и усваиваются постепенно, не вызывая резкого скачка сахара в крови. Мука из спельты в среднем содержит: белок – 13-15 %, жир – 2-3 %, углеводы – 65-70 %, в т.ч. пищевые волокна – 8-11 %. В последние годы ее популярность в качестве альтернативы традиционной пшеничной муке возрастает, она находит широкое применение в рационах, ориентированных на натуральное и здоровое питание.

Цель исследования – определение влияния нетрадиционных видов муки на качество бисквита и установление их оптимальных дозировок с применением методов математического моделирования.

Исследования проводили в лабораторных условиях. Сырье, применяемое в работе: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта (ГОСТ 26574-2017), крахмал кукурузный (ГОСТ 32159-2013), сахар белый (ГОСТ 33222-2015), яйца куриные пищевые (ГОСТ 31654-2012), мука из пшеницы спельты (ТУ 10.61.21-013-80317432-2023), миндальная мука (ТУ 0101.25.39-001-0145160211-2019). Все сырье оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с методиками, приведенными в пособии [1, с. 17].

Приготовление бисквитного полуфабриката осуществляли согласно технологической инструкции [2, с. 420]. Готовые изделия оценивали через 24 ч после выпечки по органолептическим и физико-химическим показателям качества по методикам, приведенным в пособии [1, с. 90]. Контролем служил образец бисквита, вырабатываемый по традиционной рецептуре № 1. В опытных образцах предусматривали замену муки пшеничной на нетрадиционный вид муки в количестве 30 % по массе.

Установлено, что частичная замена пшеничной муки на нетрадиционный вид оказывала положительное влияние на показатели качества образцов бисквита: по сравнению с контролем увеличивались значения сжимаемости и удельного объема образцов бисквита с миндальной мукой – на 10 и 13 %, с мукой из спельты – на 4 и 5 % соответственно. Плотность изделий снижалась с 0,37 до 0,32 г/см³. Опытные образцы имели приятный ореховый привкус, эластичный мякиш.

Для оценки влияния совместного применения нетрадиционных видов муки в технологии бисквита и установления его рационального рецептурного состава применяли методы математического моделирования и оптимизации эксперимента [3].

Входными факторами являлись дозировки компонентов: x_1 – дозировка смеси нетрадиционных видов муки (НВМ), % к общей массе муки; x_2 – дозировка муки из спельты (МС), % к массе смеси. Выходные параметры – показатели качества бисквита: сжимаемость (y_1 , %) и плотность (y_2 , г/см³).

В результате эксперимента, проведенного по плану центрального композиционного униформ-планирования, были получены регрессионные уравнения 2-го порядка; проведено сравнение экспериментальных и расчётных значений; оценена значимость коэффициентов регрессии и адекватность полученных уравнений; проведен анализ поверхностей отклика; найдены координаты точек экстремума и рассчитаны функции отклика в них.

Полученные математические модели адекватно описывают зависимости сжимаемости и плотности бисквита от входных факторов:

$$y_1 = 64,99 + 1,33X_1 - 0,73X_2 - 4,75X_1X_2 - 3,44X_1^2 - 4,44X_2^2 \quad (1)$$

$$y_2 = 0,37 + 0,0018X_1 + 0,0025X_2 + 0,015X_1X_2 + 0,0119X_1^2 - 0,0006X_2^2 \quad (2)$$

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

$$X_1 = \frac{x_1 - 40}{10}, \quad X_2 = \frac{x_2 - 50}{25} \quad (3)$$

Графическая интерпретация моделей (1) и (2) приведена на рис. 1, 2. Характер поверхности для y_1 имеет вид эллиптического параболоида с направленными вниз ветвями, точка экстремума лежит внутри области, максимум достигается при $X_1 = 0,4$; $X_2 = -0,3$. Для y_2 поверхность имеет вид гиперболоического параболоида без единого глобального минимума в исследуемой области.

Методом перебора на равномерной сетке определены оптимальные значения входных факторов: $x_1 = 44\%$, $x_2 = 43\%$, при которых достигается наибольшее значение сжимаемости бисквита $y_1 = 65\%$ при среднем значении его плотности $y_2 = 0,37 \text{ г/см}^3$.

Исследование показало, что частичная замена пшеничной муки на нетрадиционные виды позволяет значительно улучшить органолептические, физико-химические и потребительские свойства бисквита. Применение нетрадиционных видов муки в оптимальном соотношении позволит расширить ассортимент обогащенных бисквитных изделий, повысить их пищевую ценность.

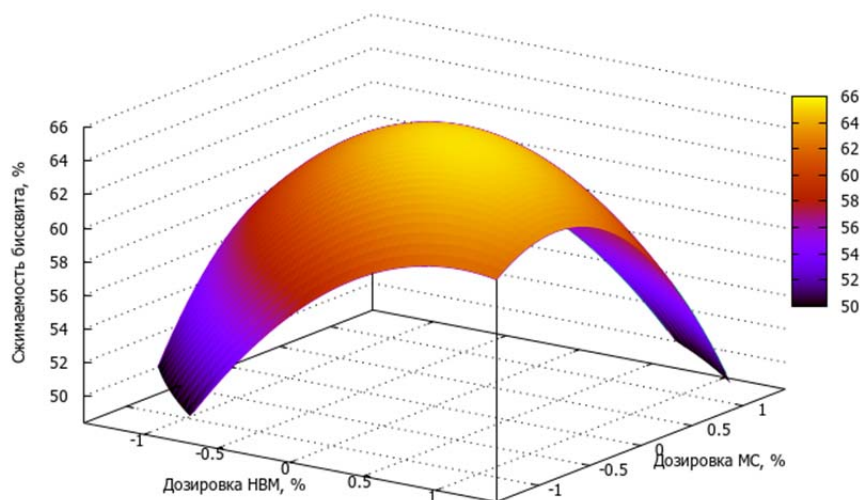


Рисунок 1. – Графическая интерпретация зависимости сжимаемости бисквита от дозировки рецептурных компонентов

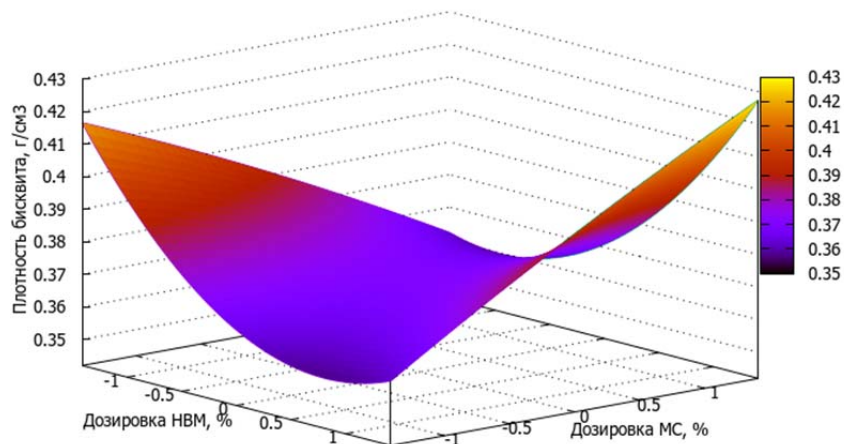


Рисунок 2. – Графическая интерпретация зависимости плотности бисквита от дозировки рецептурных компонентов

Список использованных источников

1. Лобосова, Л. А. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в производстве хлебобулочных и кондитерских изделий. Теория и практика: учебное пособие для вузов [Текст] / Л. А. Лобосова, Т. Н. Малютина, С. И. Лукина. – СПб. : Лань, 2023. – 120 с.
2. Сборник рецептов на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия: сб. технологических нормативов [Текст] / сост. В. Т. Лапшина [и др.]. – М.: Хлебпродинформ, 2000. – Ч. 3. – 720 с.
3. 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.