

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 664.681.15

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ДОБАВКАМИ ИЗ СМЕСИ НАТУРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Жаббарова Сарвиноз Комилжоновна
докторант PhD

Ибрагимов Улугбек Мурадиллаевич,
докторант PhD

Исабаев Исмоил Бабаджанович,
д.т.н., профессор

Хайдар-Заде Лолита Ниматовна
к.т.н., доцент

Джуроева Нафиса Раджабовна
PhD., доцент

Бухарский инженерно-технологический институт
г. Бухара, Узбекистан

MODELING SUGAR COOKIE RECIPE WITH ADDITIVES FROM A MIXTURE OF NATURAL RAW MATERIALS

Zhabbarova Sarvinoz Komiljonovna
PhD scientific applicant

Ibragimov Ulugbek Muradillaevich,
PhD scientific applicant

Isabaev Ismoil Babadzhanovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor

Haydar-Zade Lolita Nimatovna
Ph.D., associate professor

Djuraeva Nafisa Radjabovna
PhD., Associate professor

Bukhara Engineering Technological Institute
Bukhara, Uzbekistan

Аннотация

Исследована возможность снижения рецептурного количества сахара и твёрдых жиров в производстве сахарного печенья путём использования двухфазных порошкообразных смесей из натурального растительного сырья с повышенным содержанием сахаров и пищевых волокон (клетчатки). Установлена эффективность использования в составе смесей порошка из плодов Шелковицы белой (тут) и пшеничных отрубей. Исследованы химический состав различных вариантов смеси, их органолептические и функционально-технологические свойства. Установлены оптимальные дозировки смесей, позволяющие снизить долю сахара и жира в рецептуре сахарного печенья в зависимости от состава смеси без ухудшения традиционных потребительских характеристик данной продукции.

Abstract

The possibility of reducing the prescription amount of sugar and hard fats in the production of sugar biscuits by using two-phase powder mixtures from natural plant materials with a high content of sugars and dietary fiber (cellulose) has been investigated. The effectiveness of using in the composition of mixtures of powder from the fruits of the white mulberry (tut) and wheat bran has been established.

The chemical composition of various variants of the mixture, their organoleptic and functional and technological properties have been investigated. The optimal dosages of mixtures have been established, which make it possible to reduce the proportion of sugar and fat in the recipe of sugar cookies, depending on the composition of the mixture without deteriorating the traditional consumer characteristics of this product.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, смеси, тутовый порошок, пшеничные отруби, химический состав, свойства, печенье, показатели качества.

Keywords: flour confectionery, mixtures, mulberry powder, wheat bran, chemical composition, properties, cookies, quality indicators.

Сахарное печенье пользуется стабильно повышенным спросом среди населения, особенно у детей. Перспективными направлениями развития ассортимента данной группы мучных кондитерских изделий (МКИ) являются создание новых вкусовых композиций с использованием

натурального растительного сырья, снижение калорийности и повышение пищевой ценности [1, с.15-17; 2, с.179-185; 3]. Для улучшения рецептурного состава сахарного печенья целесообразно использовать композитные смеси из натуральных сахаросодержащих добавок, обогащённых функциональными ингредиентами.

В качестве такой добавки могут быть использованы плоды шелковицы (лат. *Morus alba*), относящиеся к семейству тутовых (лат. *Moraceae*) и являющейся главной ягодой Центральной Азии с большим потенциалом развития. Плоды (тут) **характеризуются высокой биологической ценностью и высоким содержанием естественного сахаров** (до 22,0% фруктозы и глюкозы). Из высушенных соплодий готовят муку [4].

В качестве добавки, содержащей повышенное количество пищевых волокон (клетчатки) и минеральных веществ, целесообразно использование молотых пшеничных отрубей, характеризующихся высокой жирудерживающей способностью пищевых волокон, что определяет возможность частичной замены твёрдых жиров (источники вредных транс-изомеров [5, с.16-17; 6, с.4-7]) на жидкие растительные масла в рецептуре МКИ.

Цель работы заключалась в моделировании рецептуры печенья сахарного с применением натуральных добавок и жидкого растительного масла.

В качестве прототипа был выбран базовый пищевой матрикс в виде печенья «Сахарное», приготовленное на маргарине по рецептуре №55 [7, с.43]. Экспериментальные образцы – печенье с различной дозировкой рафинированного дезодорированного хлопкового масла и

порошкообразных смесей из плодов Шелковицы (в дальнейшем ППШ) и пшеничных отрубей (ПО).

Исследуемые образцы плодов Шелковицы соответствовали требованиям ГОСТ 976513-2020, пшеничные отруби - O'z DSt 1722:2010. Изделия готовили по традиционной технологии в условиях учебной лаборатории.

Химический состав, органолептические и функционально-технологические свойства смесей определяли по стандартным методикам [8-10]. Влагоудерживающую способность (ВУС) определяли по количеству воды, удерживаемой смесью против силы тяжести [11, с.230]. Для определения жирудерживающей способности (ЖУС) смесей воду заменяли рафинированным дезодорированным хлопковым маслом. Органолептическую оценку производили по 10-балльной шкале с учётом коэффициентов весомости [12, с.50-51]; влажность печенья определяли по ГОСТ 5900-2014; щелочность - по ГОСТ 5898-87: намокаемость – по ГОСТ 10114-80; плотность - по отношению массы изделия к его объёму [13, с.320-321]. Программа исследования была реализована с помощью центрального композиционного униформ - ротатбельного плана в средах Microsoft Excel 2013 и Mathcad 15.

Для получения порошка плоды Шелковицы сушили в гелиосушилке фирмы «Hohenheim» (ФРГ) до влажности 10,0±1,0%. Смеси готовили по трём вариантам в соотношении ППШ:ПО 30:70, 50:50 и 70:30, затем измельчали до крупности диетической муки (сход с сита № 27 не более 2,0%, проход сита № 38 – не менее 60,0 %). Химический состав и энергетическая ценность ингредиентов двухфазной порошкообразной смеси из исследуемого сырья представлены в табл. 1.

Таблица 1
Химический состав и энергетическая ценность муки пшеничной и смеси из ППШ и ПО

Нутриенты	Массовая доля нутриентов, в г/100 г продукта			
	M _{нш.}	Соотношение ППШ : ПО в смеси		
		30:70	50:50	70:30
Сухие вещества	86,00	90,07	90,05	90,03
Белки	10,60	11,85	9,38	6,92
Углеводы, в том числе:	67,80	67,64	69,72	71,81
- сахара	0,50	21,45	35,49	49,53
- крахмал	67,10	0,39	0,65	0,91
- пектин*	-	0,13	0,22	0,31
- пищевые волокна	0,20	30,75	22,71	14,67
Жиры	1,30	2,98	2,13	1,29
Органические кислоты	-	0,66	1,10	1,54
Минеральные вещества, в том числе:	0,36	4,40	3,47	2,55
- калий, К	0,18	1,04	0,94	0,84

- кальций, Ca	0,02	0,10	0,11	0,13
- магний, Mg	0,04	0,45	0,34	0,24
- фосфор, P	0,12	0,77	0,61	0,46
Прочие вещества	5,94	2,54	4,23	5,92
<i>Энергетическая ценность, ккал</i>	331	335	325	316

Образцом сравнения служила мука пшеничная I-го сорта ($M_{\text{пш.}}$).

Анализ химического состава исследуемых двухфазных смесей показал, что массовая доля белков в них практически не отличается от содержания белка в муке пшеничной I-го сорта (10,6%). Углеводы смесей представлены, в основном, сахарами и пищевыми волокнами

(клетчатка), в то время, как в муке доминирует крахмал (67,1%) и практически отсутствует такой функциональный ингредиент, как клетчатка (0,2%). Значительное количество сахаров в смесях подтверждает предположение о возможности снижения количества сахара, а наличие пищевых волокон – частичной замены маргарина в рецептуре печенья.

Таблица 2

Показатели органолептических и функционально-технологических свойств свежеприготовленных двухфазных смесей

Показатель	Значение		
	<i>Соотношение ППШ : ПО в смеси</i>		
	<i>30:70 (вариант 1)</i>	<i>50:50 (вариант 2)</i>	<i>70:30 (вариант 3)</i>
Внешний вид	Порошкообразная однородная, сыпучая масса с незначительным количеством неплотно слежавшихся комочков, рассыпающихся при лёгком надавливании		
Цвет	Кремовый	Коричневый	
Вкус	Сладковатый, свойственный, без посторонних привкусов	Сладкий, свойственный, без посторонних привкусов	
Запах	Свойственный исходным продуктам, без постороннего запаха		
Эквивалентный диаметр частиц смеси, $d_{\text{экв.}}$, мкм	130±7,0	130±7,0	130±7,0
Насыпная плотность, ρ_n , кг/м ³	518±2,0	527±3,0	548±2,0
Водоудерживающая способность (ВУС), %	235±5,0	178±2,0	127±3,0
Жироудерживающая способность (ЖУС), %	117±3,0	86±2,0	72±3,0
Набухаемость, %	220	194	178

Далее исследовали органолептические и функционально – технологические свойства исследуемых смесей (табл.2)

Из данных табл. 2 следует, что с повышением дозировки ППШ в смеси изменялись её цвет и вкус, то есть смесь приобретала более тёмный цвет и сладкий вкус. Отмечалось закономерное увеличение насыпной плотности смеси в вариантах 2 и 3 при одинаковой дисперсности частиц на 1,7 и 5,8% соответственного относительно варианта 1, так как данный ингредиент из-за высокой сахаристости характеризуется повышенной липкостью и комкуемостью. В данном случае отруби выполняют также роль антислеживающего агента.

С уменьшением дозировки отрубей в смесях отмечалось и закономерное снижение показателей

ВУС в среднем в 1,3 и 1,8 раз и ЖУС - в 1,4 и 1,6 раз соответственно (относительно варианта 1) из-за снижения массовой доли пищевых волокон и белка. При этом, следует отметить, что даже минимальные значения данных показателей (вариант 3) превышали аналогичные значения ВУС в муке пшеничной I-го сорта в среднем в 2,0 (65,0±4,0%) раза.

Исследование влияния дозировок двухфазных смесей и хлопкового масла на основные показатели качества сахарного печенья проводили на модельных системах по программе ортогонального планирования типа 2². Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с помощью корреляционно-регрессивного анализа [18,с.9-13]. В качестве варьируемых факторов были выбраны: дозировка смеси (X_1) в % к массе муки и

хлопкового масла (X_2) в % к массе маргарина. Параметрами оптимизации являлись: органолептические показатели качества (y_1 , балл) и плотность печенья (y_2 , г/см³), как важнейшие показатели качества мучных изделий, предопределяющие потребительский спрос на них. Экспериментальные данные анализировали с использованием стандартных программ MS Excel и MathCAD.

вариант 1

$$y_1 = 15,6 + 0,06 * x_1 - 0,07 * x_2 - 0,03 * x_1^2 - 0,07 * x_2^2 + 0,12x_1 * x_2 \quad (1)$$

$$y_2 = 673,66 - 0,83 * x_2 - 0,50 * x_2^2 - 0,25x_1 * x_2 \quad (2)$$

вариант 2

$$y_1 = 14,9 + 0,11 * x_1 - 0,09 * x_2 - 0,05 * x_1^2 - 0,11 * x_2^2 + 0,15x_1 * x_2 \quad (3)$$

$$y_2 = 647,54 - 0,72 * x_2 - 0,41 * x_2^2 - 0,19x_1 * x_2 \quad (4)$$

вариант 3

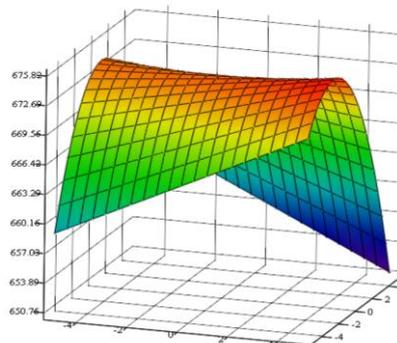
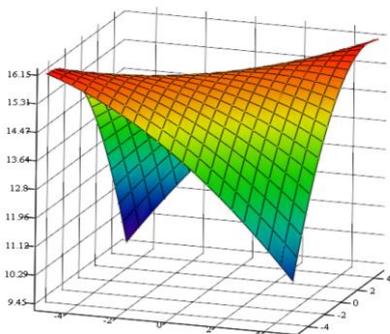
$$y_1 = 16,1 + 0,05 * x_1 - 0,04 * x_2 - 0,06 * x_1^2 - 0,05 * x_2^2 + 0,09x_1 * x_2 \quad (5)$$

$$y_2 = 681,37 - 0,89 * x_2 - 0,63 * x_2^2 - 0,33x_1 * x_2 \quad (6)$$

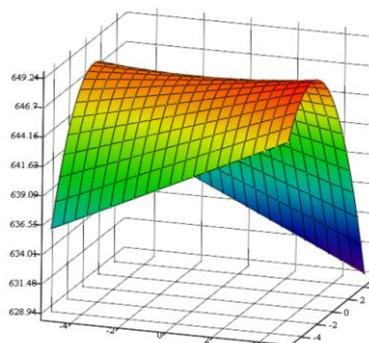
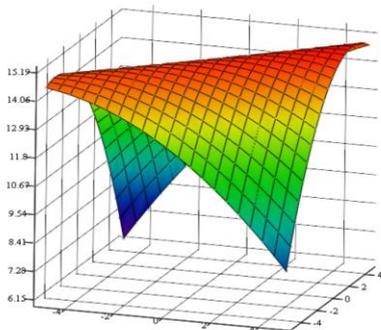
Статистическую надёжность полученных уравнений регрессии проверяли по общему критерию Фишера (F_p), который для всех уравнений был не более 1,56 при табличном значении $F_t=2,42$ при заданном уровне значимости $q=0,01$ и числе степеней свободы $f_y=N(n-1)=9(3-1)=18$.

Следовательно, нулевая гипотеза отвергается и признаётся статистическая значимость параметров регрессионных уравнений, позволяющих адекватно описывать зависимости параметров оптимизации качества сахарного печенья от варьируемых факторов в реализованном диапазоне их изменения:

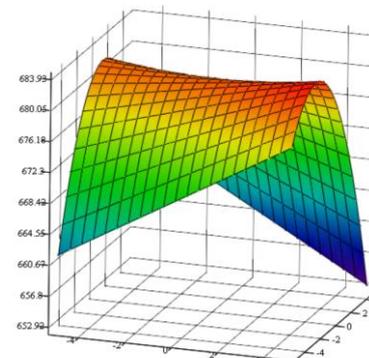
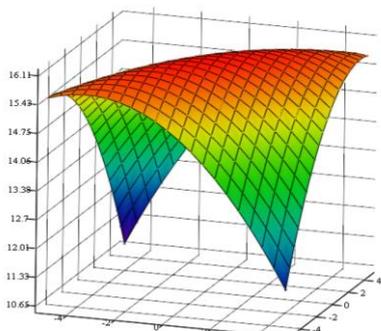
Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



Влияние дозировки двухфазной смеси (X₁) и жидкого растительного масла (X₂) на органолептические показатели органолептические показатели качества (а) и плотность (б) печенья

По полученным уравнениям для определения экстремума функции регрессии были построены поверхности отклика в частных случаях (рис.).

Результаты исследования представлены в табл.3.

Как следует из данных табл.3, все образцы печенья соответствовали регламентированным

требованиям. При этом следует отметить, что с увеличением дозировки ППШ в смесях закономерно снижалась щелочность изделий от 0,2 до 0,5 град относительно контрольного образца из-за наличия органических кислот в данном ингредиенте смесей. Обратная закономерность установлена для показателя, характеризующего степень намокаемости печенья, из-за снижения дозировки ПО в смесях.

Уровень миграции масла в процессе хранения из экспериментальных образцов печенья практически не отличался от контрольного.

Таблица 3

Показатели качества образцов сахарного печенья с добавлением исследуемых смесей

Показатели	Значение показателей				
	ГОСТ 24901-2014	Контроль	Экспериментальные образцы по вариантам		
			1	2	3
Вкус и запах	Выраженные, свойственные вкусу и запаху компонентов, входящих в рецептуру печенья, без посторонних привкуса и запаха				
Форма	Плоская, без вмятин, вздутий и повреждений края				
Поверхность	Гладкая, с чётким, не расплывшимся оттиском рисунка на верхней поверхности				
Цвет	Равномерный, от светло-соломенного до тёмно-коричневого	Светло-соломенный	Соломенный	Коричневый	
Влажность, %	не более 10,0	4,2±0,1	4,9±0,1	4,7±0,1	4,5±0,1
Щелочность, град	не более 2,0	1,1±0,2	0,9±0,1	0,8±0,2	0,6±0,1
Намокаемость, %	не менее 180	182±4	208±3	196±3	186±3

По результатам исследования разработаны рецептуры и технологические рекомендации на новый ассортимент сахарного печенья. Использование данной технологии позволит увеличить влажность теста на 1,5...2,0%, снизить рецептурное количество сахара и твёрдого жира, повысить пищевую ценность продукции за счёт обогащения её физиологически значимыми нутриентами.

Литература:

1. Дорохович В. В. Дослідження сорбційних і десорбційних процесів у здобному печиві на цукрі та цукрозамінниках / В. В. Дорохович, О. М. Яременко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2008. – № 6. – С. 15–17.
2. Кольман О.Я. Моделирование и оптимизация рецептур мучных кондитерских изделий функционального назначения / О.Я. Кольман, Г.В. Иванова// Вестник КрасГАУ.-2013.- №4.- С.179-185.
3. Рензьева Т.В. Моделирование рецептур печенья функционального назначения / Т.В. Рензьева, А.Д. Мерман// Техника и технология пищевых производств. – 2013. -№1 [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-retseptur-pechenya-funktsionalnogo-naznacheniya> (дата обращения: 12.09.2020).
4. Ягоды белой шелковицы. Лечебные свойства шелковицы. [Электронный ресурс].- Режим доступа:<http://cokolniki.com/shelkovisa> (дата обращения: 03.04.2020).
5. Кулакова С.Н. Особенности растительных масел и их роль в питании / С.Н. Кулакова [и др.] //Масложирная промышленность.– 2009. - №3. – С. 16-17.
6. Ливинский А.А. Масла разные важны, масла разные нужны / А.А. Ливинский // Масложирная промышленность. – 2011. - № 2. – С. 4-7.
7. Рецептуры на печенье.- М.: ВНИИ кондитерской промышленности, 1988. – 186 с.
8. Виноградова А.А. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичёва [и др.]; под ред. Л.П.Ковальской . М.: Агропромиздат. 1991. 335 с.
9. Лабораторный практикум по биохимии и товароведению масличного сырья. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2007. – 247 с.
10. Свойства порошкообразных лекарственных субстанций [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://ztl.nuph.edu.ua/html/medication/chapter14_04.html.
11. Ливинская С.А. Исследование взаимосвязи гранулометрического состава образцов гречневой муки, представленных в торговых сетях г.Москва, и их технологических свойств /С.А. Ливинская, М.Э. Саитова, А.А. Ливинский// Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т.80. - №3. – С.228-235.
12. Левашов Р.Р. Совершенствование технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с применением добавок растительного происхождения : дис. ...канд. техн. наук: 05.18.01/ Р.Р. Левашов. – Казань, 2019. - 178 с.
13. Лурье И.С. Технология и теххимический контроль кондитерского производства /И.С. Лурье.– М.:Лёгкая и пищевая пром-сть, 1981. – 328 с.

УДК.538.9

ТЕРМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ДЕФЕКТОВ АЛЮМИНИЕВОГО ОБРАЗЦА ДИСТАНЦИОННЫМ ИНДИКАТОРОМ АКТИВНЫХ ДЕФЕКТОВ

©Суторихин Владимир Анатольевич.

ТУСУР, Россия, 634061, г.Томск, ул. Лебедева 11, кв. 165
Статья поступила 09.02.20 Поступила после доработки 22.04.20.

THERMAL TESTING OF ALUMINUM SAMPLE DEFECTS BY REMOTE ACTIVE DEFECT INDICATOR

© Brichkov Sergey Anatolyevich ¹.

Sutorikhin Vladimir Anatolyevich ².

¹ NSTU, Russia, 630117, Novosibirsk, Ivanova street 32, sq 165.

²TUSUR, Russia, 634061, Tomsk, ul. Lebedeva street 11., sq 165

The article was received Received after revision Accepted for publication

Аннотация

Современные методы поиска дефектов металла постоянно совершенствуются. Уже известны примеры поиска дефектов за счет нагревания образцов до температуры 300-400 градусов Цельсия при выявлении разницы температур точными пирометрами. При нагревании места повышенной концентрации дислокаций (возможной области появления микротрещин) испытывают снижение уровня концентрации. Движение дислокаций сопровождается изменением температуры области металла. Чаще всего повышением температуры за счет дополнительной кинетической энергии. Разработанный недавно новый