



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ОБОГАЩЕННОГО ОБЛЕПИХОВЫМ ШРОТОМ

П. Д. Саватеева, студентка 4 курса бакалавриата;
E-mail: ladyagnaryok@gmail.com
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Е. В. Лютова, канд. техн. наук, доцент;
E-mail: ekaterina.lyutova@klgtu.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Приведено обоснование обогащающей добавки – облепихового шрота, как ценного вторичного сырьевого источника. Рассмотрен химический состав облепихового шрота, изучена перспектива его использования при проектировании поликомпонентных продуктов питания с целью повышения их биологической ценности. Построена матрица ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов. Выделен частный безразмерный параметр оптимизации, объединяющий три частных отклика: органолептическую оценку, общее содержание витаминов и пищевых волокон. Получена математическая модель рецептуры пшеничного хлеба, обогащенного облепиховым шротом. Получены оптимальные значения заданных факторов эксперимента. Представлена графическая модель рецептуры биопродукта.

***Ключевые слова:** математическая модель, обогащение, биологическая ценность, облепиховый шрот, пшеничный хлеб*

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений, способных решать проблемы здорового питания населения Калининградской области, является внедрение в рецептуры пищевых продуктов местного дикорастущего и культивируемого сырья. Препараты и компоненты, полученные из растительного сырья, содержат необходимые природные соединения в нативном виде. Натуральность данных веществ обеспечивает их высокую биологическую активность и правильную активацию ферментных систем организма. Повышение адаптивных механизмов обеспечивает высокую стойкость к появлению и развитию хронических заболеваний [1].

К ингредиентам, способным повысить биологическую ценность продукта относятся источники сырья, содержащие различные биологически активные и физиологически ценные компоненты, которые должны поступать в организм человека с пищей. К веществам, обладающим направленным действием с целью сохранения и улучшения состояния здоровья, относятся: эссенциальные аминокислоты, биофлавоноиды, пищевые волокна, витамины и минеральные вещества [2].

В последние годы набирает популярность использование вторичных источников сырья в качестве обогащающих компонентов при разработке рецептур продуктов питания функционального и лечебно-профилактического действия. Перспективным вторичным сырьем являются плодово-ягодные шроты, а конкретно – облепиховый, которые остаются после экстракции масла из семян и мякоти плодов. Облепиховый шрот состоит из высушенных обезжиренных плодовых оболочек и семян [3].

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Облепиховый шрот – ценный источник растительного белка, который содержит большое количество незаменимых аминокислот в своем составе. Богатое разнообразие пищевых волокон представлено, в основном, пектиновыми веществами, гемицеллюлозой и целлюлозой. Среди минеральных веществ наиболее ценным является железо, которое очень редко можно добыть из сырья растительного происхождения. Содержание железа в облепиховом шроте составляет 22,2 мг/100 г, что составляет 1/4 суточной потребности организма в железе. Витаминный состав облепихового шрота представлен как жирорастворимыми, так и водорастворимыми витаминами – В₁, В₂, РР, С, β-каротин. Биофлавоноиды облепихового шрота - это катехины, флавонолы, лейкоантоцианы, рутин, кверцетин, изорамнетин, кемпферол, мирицетин, содержание которых в общем количестве составляет 1200 мг/100 г шрота. Они являются природными антиоксидантами, которые обладают противовоспалительным и сосудодукрепляющим действием [4, 5].

Хлеб – хлебобулочное изделие без начинки, получаемое путем выпекания теста, разрыхленного закваской или дрожжами из пшеничной, ржаной, обойной или смеси муки разных сортов [6].

Пшеничный хлеб является наиболее потребляемым среди населения России, в т. ч. и в Калининградской области. Обогащение продуктов массового потребления за счет внедрения в их рецептуру растительных компонентов позволяет повысить не только его биологическую ценность, но и создать неплохую конкуренцию уже устоявшимся на рынке образцам продукции. Создание подобных продуктов массового потребления является одним из методов предотвращения развития хронических заболеваний, а также профилактики их осложнений [7].

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель настоящих исследований заключается в разработке рецептуры пшеничного хлеба, обогащенного облепиховым шротом, с целью достижения наилучших показателей органолептической оценки, общего содержания витаминов и пищевых волокон. Витаминизация пшеничного хлеба и увеличение содержания пищевых волокон проводится с целью повышения его биологической ценности. Благоприятные значения органолептических показателей увеличат востребованность данного биопродукта в питании населения, повысят его конкурентоспособность текущему ассортименту хлебной продукции. Создание продукта профилактического назначения позволит обеспечить людей, страдающих от хронических заболеваний, необходимыми нутриентами.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в соответствии с алгоритмом ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов. Подбор факторов осуществлялся в соответствии с поставленной задачей по витаминизации изделия, повышения в нем уровня пищевых волокон, улучшения органолептической оценки проектируемого продукта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основы эксперимента была выбрана рецептура традиционного пшеничного хлеба без добавок [10]. Рецептура пшеничного хлеба представлена в табл. 1.

Для эксперимента были выбраны факторы: количество вносимой воды (М₁), количество вносимого облепихового шрота (М₂). Размерность всех факторов осуществлялась в % к массе пшеничной муки высшего сорта. Диапазон изменения факторов и пределы их варьирования представлены в табл. 2.

Таблица 1 – Рецептура пшеничного хлеба

Наименование сырья	Содержание на 100 кг муки, кг
Мука пшеничная	100
Вода	54
Масло подсолнечное	1,2
Дрожжи	0,7
Сахар	3
Соль	2,1
ИТОГО:	161

Таблица 2 – Диапазон изменения факторов и пределы их варьирования

Фактор	Уровень			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
M_1 , %	44,0	54,0	64,0	10,0
M_2 , %	10,0	15,0	20,0	5,0

Частным параметром оптимизации был выбран безразмерный обобщенный параметр оптимизации y , объединяющий три частных отклика: органолептическую оценку качества продукта (O , балл)*, общее содержание витаминов (B , мг), содержание пищевых волокон (K , г).

*– Органолептическую оценку проводили в соответствии с разработанной 10-балльной шкалой с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей. Оценивались такие показатели, как вкус, цвет, запах, состояние мякиша, внешний вид изделия.

При объединении различных частных откликов единый обобщенный параметр оптимизации пользовались методикой приближения к «идеалу». Идеальные значения для содержания витаминов и клетчатки были подобраны с целью удовлетворения суточной потребности в перечисленных веществах не менее чем на 10%, при употреблении 200 г изделия в сутки. Удовлетворение 10% суточной нормы основных витаминов (B_1 , B_2 , C , P β -каротина) и пищевых волокон характеризует полученный продукт, как профилактический. Идеальное значение для органолептической оценки приравнивается к максимальному баллу по шкале органолептических критериев для продукта – 10.

Таблица 3 – Частные отклики и их «идеальные» значения

Наименование частного отклика	Размерность	«Идеальное» значение
Органолептическая оценка, (O)	балл	10
Общее содержание основных витаминов, (B)	мг	7,5
Содержание клетчатки, (K)	г	3,5

Реализация эксперимента осуществлялась согласно матрице ОЦКП и ее плану, представленному в табл. 4.

Анализ табл. 4 показал, что для качества хлеба оптимальными являются значения величин вносимой воды (M_1) и облепихового шрота (M_2) в количестве 44 % и 10 % к массе муки, соответственно. Совокупность благоприятных значений частных откликов отразилась вблизи минимальной величины обобщенного параметра оптимизации – 0,0665.

Таблица 4 – План эксперимента по оптимизации рецептуры пшеничного хлеба, обогащенного облепиховым шротом

№ опыта	План эксперимента		Частные отклики			Y _i
	M ₁ , %	M ₂ , %	O, балл	B, %	K, %	
1	64	20	6,34	6,12	5,62	0,5359
2	44	20	7,35	8,13	5,13	0,2951
3	64	10	7,75	9,18	4,50	0,1830
4	44	10	8,22	7,12	4,13	0,0665
5	64	15	8,63	6,87	4,69	0,1414
6	44	15	8,45	6,9	5,62	0,3973
7	54	20	8,75	10,2	5,55	0,4894
8	54	10	9,11	13,22	5,13	0,8074
9	54	15	9,20	13,64	5,69	1,0674

В результате вычисления коэффициентов математической регрессии была получена математическая модель рецептуры:

$$y=0,44261+0,016873 \cdot M_1+0,043888 \cdot M_2+0,031175 \cdot M_1 \cdot M_2-0,518179 \cdot M_1^2-0,139168 \cdot M_2^2$$

Были получены оптимальные количественные значения для заданных факторов:

Массовая доля воды к муке составила 61,48 %.

Массовая доля облепихового шрота к муке составила 17,62 %.

Графическая интерпретация математической модели представлена ниже (рис. 1).

На основании полученных значений была предложена рецептура хлеба, которая представлена в табл. 5.

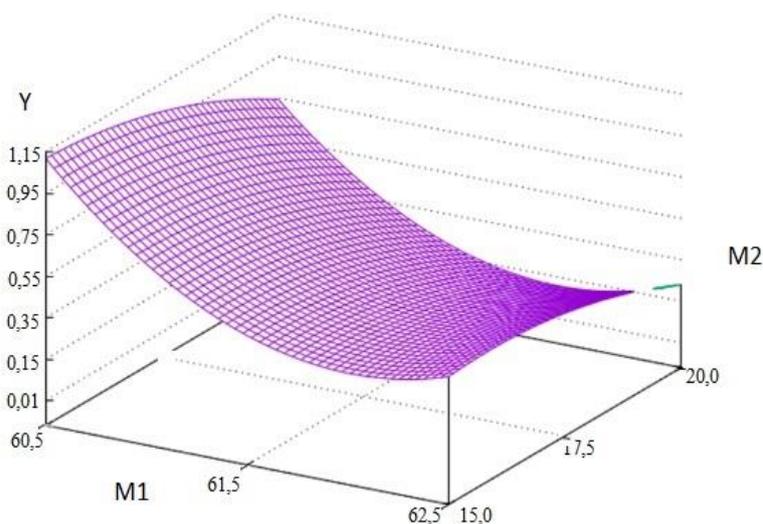


Рисунок 1 – Графическая интерпретация рецептуры пшеничного хлеба, обогащенного облепиховым шротом

Таблица 5 – Рецептура пшеничного хлеба повышенной биологической ценности обогащенного компонентами облепихи

Сырьевой компонент	Содержание на 100 кг муки, кг
Мука пшеничная хлебопекарная, высший сорт	100
Вода	61,48
Масло подсолнечное, в т. ч на смазку форм	4,79
Дрожжи	2,3
Сахар	10,14
Соль	3,41
Облепиховый шрот	17,62
ИТОГО:	200,00

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования была получена математическая модель рецептуры пшеничного хлеба повышенной биологической ценности, обогащенного облепиховым шротом.

Массовая доля воды в % к массе муки составила 61,48 %, массовая доля облепихового шрота в % к массе муки – 17,62 %. Согласно анализу математической модели, данные значения факторов позволяют привести к схождению параметров оптимизации (органолептической оценки, общего содержания витаминов и пищевых волокон) к значениям, близким к «идеальным».

В ходе расчетов показателей готового продукта по содержанию пищевых волокон и витаминов В₁, В₂, С, Р β-каротина, был получен продукт функционального назначения по содержанию пищевых волокон. При употреблении 200 г продукта в сутки суточная потребность в пищевых волокнах удовлетворяется на 24,25 %.

Продукт рекомендуется к употреблению людям, страдающим заболеваниями сердечно-сосудистой системы, имеющим проблемы с желудочно-кишечным трактом, гипертоникам, лицам, склонным к развитию новообразований (в т. ч. злокачественных), пациентам, проходящим лучевую терапию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кольман, О. Я. Вторичные сырьевые ресурсы как биологически активная добавка направленного действия / О. Я. Кольман, Г. В. Иванова // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – №7. – С. 30-32.
2. Функциональные продукты питания: учеб. пособие / под ред. В.И. Теплова. – Москва: А-Приор, 2008. – 240 с.
3. Никулина, Е. О. Облепиховый шрот как функциональный ингредиент для создания продуктов функционального назначения / Е. О. Никулина, Г. В. Иванова, О. Я. Кольман // Вестник КрасГАУ. – 2015. – №10. – С. 98-105.
4. Безотходная переработка плодов облепихи: Рекомендации Новосибирск, 1991. – 40 с.
5. Химический состав облепихового шрота / Т. Ф. Чиркина, А. М. Золотарева, Ц. Д. Гончикова, Л. В. Карпенко // Известия вузов. Пищевая технология. – 1994. – №1-2. – С. 24-26.
6. Лабутина, Н. В. Хлеб / Н. В. Лабутина // Большая российская энциклопедия. Том 34. – Москва, 2017. – С. 94-95.

7. Никулина, Е. О. Разработка технологических процессов производства мучных кондитерских, хлебобулочных и кулинарных изделий с добавлением облепихового шрота: дис. ... канд. техн. наук: 05.08.15. – СПб., 2001, 233 с.

8. Мезенова, О. Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учеб. пособие / О. Я. Мезенова // Санкт-Петербург: Проспект науки, 2015. – 224 с.

9. Мезенова, О. Я. Проектирование комбинированных продуктов питания: учеб. пособие / О. Я. Мезенова. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. –171 с.

10. Пашенко, Л. П. Технология хлебобулочных изделий / Л. П. Пашенко, И. М. Жаркова. – Москва: КолосС, 2006. – 389 с.

MATHEMATICAL MODELING OF THE RECIPE OF WHEAT BREAD OF INCREASED BIOLOGICAL VALUE OF THE ENRICHED BY SEA BUCKTHORN MEAL

P. D. Savateeva, 4rd year undergraduate student;
E-mail: ladyragnaryok@gmail.com
Kaliningrad State Technical University

E. V. Lyutova, PhD, Associate Professor;
E-mail: ekaterina.lyutova@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The rationale for the enriching additive – sea buckthorn meal, as a valuable secondary source of raw materials. The chemical composition of sea buckthorn meal is examined, the prospect of its use in the design of multicomponent food products in order to increase their biological value is studied. A matrix of the second-order orthogonal plan is constructed for two factors. A particular dimensionless optimization parameter was singled out, combining three particular responses: organoleptic assessment, total content of vitamins and dietary fiber. A mathematical model of the formulation of wheat bread enriched with sea buckthorn meal is obtained. The optimal values of the given experimental factors were obtained. A graphic model of the bioproduct recipe is presented.

Key words: *mathematical model, enrichment, biological value, sea buckthorn meal, wheat bread*