

ОЦЕНКА СБАЛАНСИРОВАННОСТИ РЕЦЕПТУРЫ РЫБОРАСТИТЕЛЬНЫХ СНЕКОВ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ ХАРРИНГТОНА



В.А. Потапова, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», аспирант, e-mail: valerie.potapova@gmail.com

О.Я. Мезенова, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственных технический факультет», д-р техн. наук, зав. кафедрой пищевой биотехнологии, e-mail: mezenova@klgtu.ru

Разработана рецептура сушеных рыборастительных снеков на основе позвоночных хребтов сардинеллы (*Sardinella aurita*) и порошка топинамбура, позволяющая рационально использовать вторичное рыбное сырье. Оценка сбалансированности рецептуры разработанных рыборастительных снеков осуществлялась с помощью программы Generic 2.0. Рассчитаны значения частных желательностей по содержанию кальция, калия, магния, фосфора, белков, липидов, инулина. Определен обобщенный критерий Харрингтона для рыборастительных снеков. Проведена органолептическая оценка рыборастительных снеков. Обоснована перспективность использования вторичного рыбного сырья для производства пищевых продуктов.

снеки, вторичное рыбное сырье, позвоночные рыбные хребты, топинамбур, компьютерное моделирование рецептур

Широкое распространение заболеваний цивилизации (сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, остеопороз) отчасти обусловлено неправильным питанием. Современный темп жизни накладывает свой отпечаток не только на режим питания, но и на технологию приготовления продуктов. Рафинирование, высокотемпературная обработка, жарка во фритюре ведут к потере нутриентов, снижению пищевой ценности продукта. С другой стороны, перед пищевой промышленностью стоит проблема комплексной переработки сырья, рационального использования отходов, остающихся после переработки, при том, что тонны ценных биологически активных веществ (БАВ) утилизируются. Сказанное относится к рыбоперерабатывающим предприятиям, прежде всего, консервным заводам, выпускающим рыбные консервы из филе. В результате в больших количествах остаются позвоночные хребты рыб с прирезями мяса, плавники, кожа, чешуя, гонады и другие органы рыб, которые являются ценным источником многих БАВ (кальция, фосфора, магния, калия, аминокислот, омега-3 жирных кислот, гликозидов и т. д. [1].

Одним из перспективных направлений развития технологии переработки гидробионтов является производство функциональных продуктов питания с использованием вторичного сырья. Кроме благоприятных органолептических характеристик, полученные продукты должны быть сбалансированы по нутриентному составу, прежде всего, по минеральным веществам, белкам, углеводам и инулину.

Целью данной работы является оптимизация рецептуры закусочного рыборастительного продукта по нутриентному составу с помощью методов компьютерного моделирования с использованием программы Generic 2.0. [2].

Предварительно на кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВПО «КГТУ» разработали технологию рыборастительных сушеных снеков «Фиш биострайпс», органолептические показатели которых были благоприятными. Для изготовления данного вида продукции используются термообработанные позвоночные хребты сардинеллы (как источник белков и минеральных веществ), которые тонко измельчаются, и эту массу обогащают порошком то-

пинамбура (в качестве источника углеводов). В смесь вносятся технологические добавки - альгинат натрия, соль пищевая с пониженным содержанием натрия. Полученная масса измельчается в куттере до гомогенного состояния, формируется между двумя слоями воздухопроницаемой пленки до толщины 1-2 см и подвергается сушке при температуре 18-27 °С. По окончании процесса сушки готовый продукт нарезают на тонкие ломтики.

Использование топинамбура обусловлено его распространенностью и химическим составом. Порошкообразная форма топинамбура при этом позволяет иметь сырье с заданными количественными характеристиками состава, не вносить в пищевую систему дополнительную влагу, поскольку технология предусматривает обезвоживание. Высокая биологическая ценность топинамбура заключается в качественно-количественном составе углеводов. Основная масса углеводов топинамбура приходится на фруктозаны, наиболее ценным из которых является инулин. Общее содержание фруктозанов, т. е. инулина и других углеводов, которые в результате гидролиза дают фруктозу, составляет в клубнях топинамбура 65-80% от общей суммы сухих веществ. Инулин способствует снижению уровня сахара в крови, нормализует микрофлору кишечника, улучшает липидный обмен, уменьшает уровень холестерина, адсорбирует токсические продукты обмена, повышает иммунитет и общую сопротивляемость организма. В белках топинамбура содержится восемь незаменимых аминокислот [3].

Принцип работы программы Generic 2.0, разработанной в Кубанском государственном техническом университете проф. А. Запорожским, основан на построении обобщенной функции желательности Харрингтона, которая имеет вид (1):

$$d = e^{-e^y}, \quad (1)$$

где y' - кодированное значение признака (содержание нутриентов в продукте);

d_i ($i=1, 2, \dots, n$) – частная желательность, задаваемая по шкале желательности, d дифференцируется в интервале от 0 до 1, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Стандартные уровни по шкале желательности [4]

Желательность	Отметки на шкале желательности d
Отлично (очень хорошо)	1,00-0,80
Хорошо	0,80 – 0,63
Удовлетворительно	0,63 – 0,37
Плохо	0,37 – 0,20
Очень плохо	0,20 – 0,00

Графическая интерпретация функции Харрингтона представляет собой кривую, находящуюся в системе координат, где на оси ординат нанесены значения желательности d ($d=[0;1]$), на оси абсцисс - частные показатели y в натуральном виде. Использование метода Харрингтона позволяет интерпретировать значения частных натуральных показателей на безразмерной шкале желательности, т. е. шкала устроена таким образом, что чем ближе частный показатель (в данном случае - содержание нутриента) к эталонному значению, тем большему уровню желательности он соответствует.

В случае моделирования рецептур рыбопродуктивных снеков в качестве частных показателей y_i были выбраны массовые доли функциональных макроэлементов (кальция, калия, магния, натрия, фосфора), углеводов, липидов в компонентах рецептурной смеси (хребтах сардинеллы, порошке топинамбура). В качестве «идеалов» частных показателей y_i использовались значения ежедневного потребления данных нутриентов, регламентированные для взрослого человека в соответствии с МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». На содержание каждого компонента рецептуры было наложено двустороннее ограничение (2), нижний диапазон составлял 15% от суточной нормы потребления (y_{min}), верхний - максимально допустимый уровень потребления нутриента (y_{max}).

$$y_{i \min} \leq y_i \leq y_{i \max} \quad (2)$$

Значения кодированных частных показателей для нового рыборастительного продукта рассчитывали по формуле (3):

$$y'_i = \frac{2 \cdot \omega_i \cdot c_i - (y_{i \max} + y_{i \min})}{y_{i \max} - y_{i \min}}, \quad (3)$$

где ω_i – содержание рассматриваемого нутриента в сырье, мг%;

C_i – массовая доля данного сырья в рецептуре, %;

После того, как для каждого компонента рецептуры рассчитали частные показатели функции желательности d_i , был осуществлен пересчет частных значений в обобщенный показатель Харрингтона (D) по формуле (4):

$$D = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i}, \quad (4)$$

где m – количество анализируемых показателей продукта (для минерального состава $m=4$; белково-липидного состава $m=2$; для инулина $m=1$).

Обобщенный показатель Харрингтона с учетом безразмерных частных показателей также принимает безразмерные значения от 0 до 1. Если $D=1$, то продукт имеет «идеально» сбалансированный химический состав (по заданным показателям).

На первом этапе проводился расчет сбалансированности минерального состава рыбо-растительных снеков. Расчетный минеральный состав снеков, в рецептуру которого входит 30% порошка топинамбура, представлен в табл. 2.

Таблица 2 – Химический состав рыбо-растительных снеков на основе позвоночных хребтов сардинеллы и порошка топинамбура и % удовлетворения в них суточной потребности

Показатель	Содержание	Рекомендуемая су- точная норма	% от рекомендуемой суточ- ной потребности (на 100 г готовой продукции)
Вода	20	-	-
Белок	18	60	30
Липиды	5	80	16
Углеводы	50	320	15,6
Инулин	10	10-15	100
Минеральные веще- ства, мг:			
Калий	750	2500	30,0
Магний	89	400	22,3
Кальций	900	1200	75,0
Фосфор	500	800	62,5

Из данных, представленных в табл. 2, следует, что 100 г продукта удовлетворяют рекомендуемую суточную потребность в минеральных веществах больше, чем на 15%, что позволяет отнести их к функциональным продуктам согласно ГОСТ Р 54060-2010 «Продукты пищевые функциональные».

На основе данных табл. 2 были рассчитаны частные функции желательности для каждого макроэлемента, а также общий показатель Харрингтона, графически представленные в виде диаграмм на рис. 1

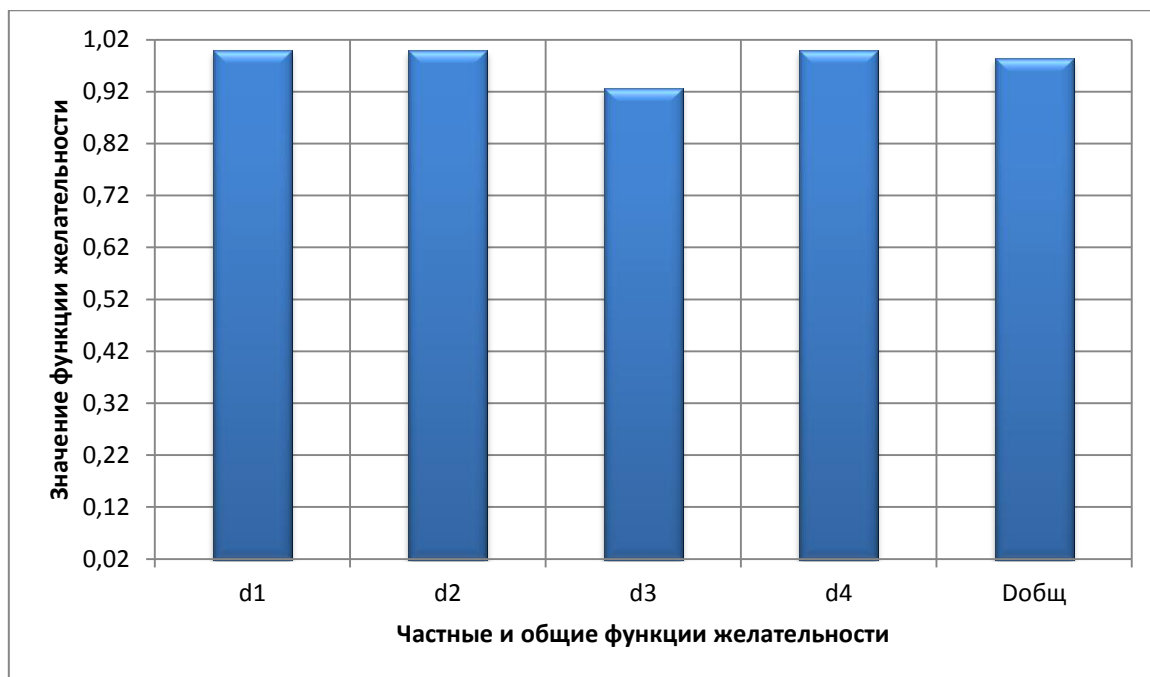


Рисунок 1- Мультипликативная модель частных (d_i) и обобщенных (Добщ) функции желательности минерального состава снеков рыборастворительных: d - частные функции желательности: d1- по калию, d2 – по кальцию, d3- по магнию, d4- по фосфору

Из данных рис. 1 видно, что для исследуемого продукта частные функции желательности по заданным функциональным веществам превышают значения 0,9, при этом обобщенный критерий Харрингтона составляет величину 0,98, что по шкале желательности соответствует значению «отлично».

На следующем этапе были рассчитаны функции желательности по белково-липидному и углеводному (инулину) составам рыборастворительных снеков (рис. 2-3).

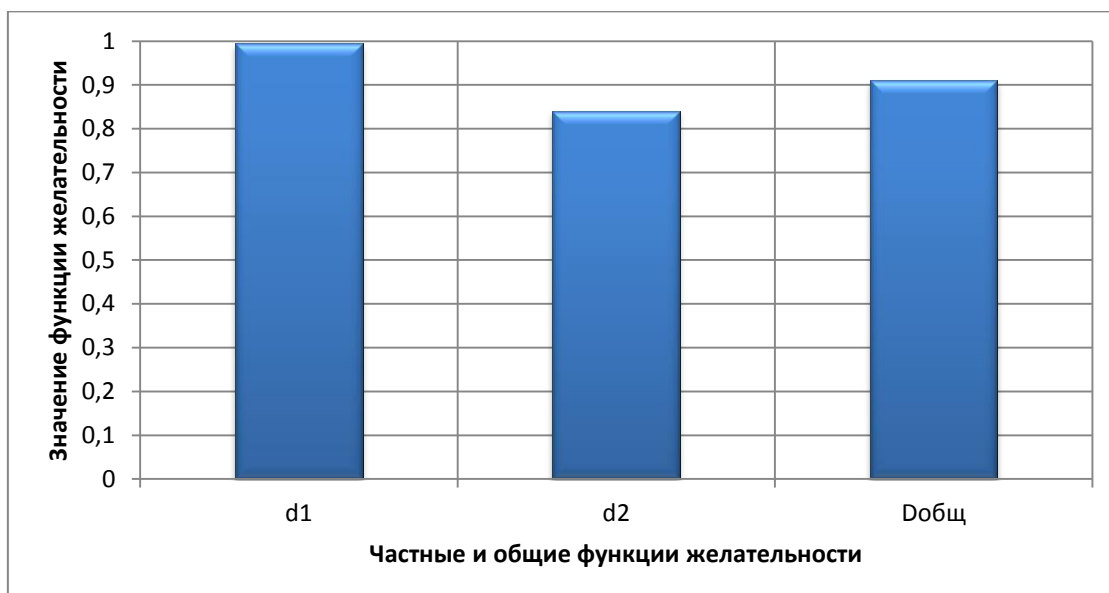


Рисунок 2- Мультипликативная модель частных (d_i) и обобщенных (Добщ) функции желательности белково-липидного состава рыборастворительных снеков: d1- частная функция желательности по белку, d2 – по липидам

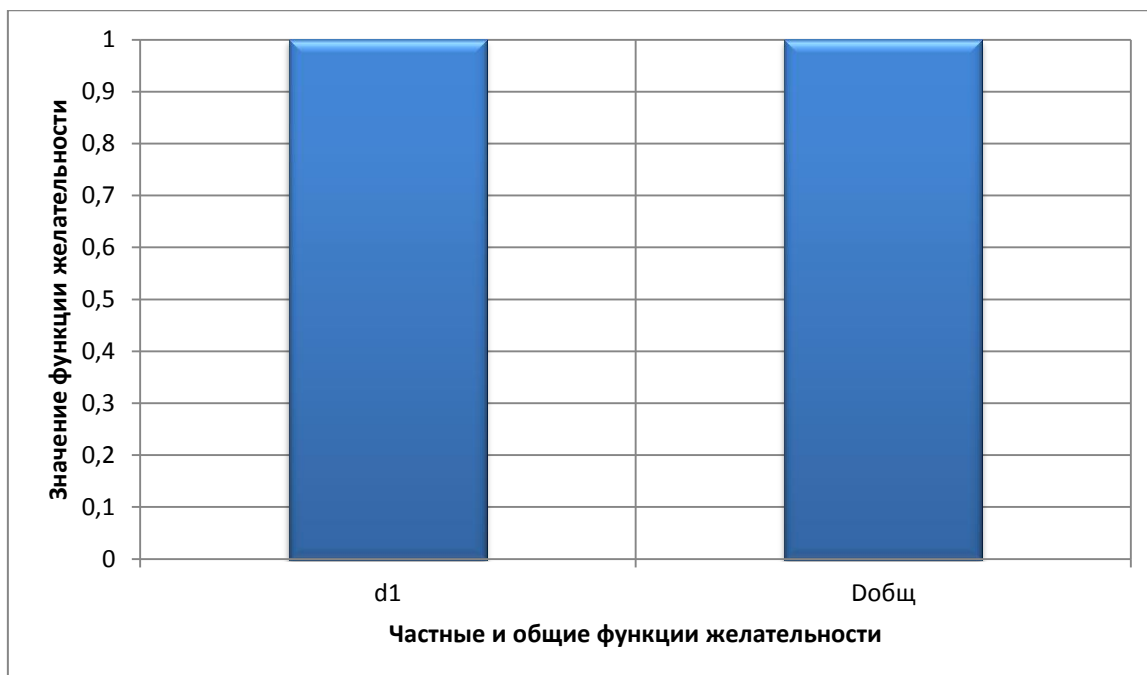


Рисунок 3- Мультипликативная модель частных (d_i) и обобщенных (Добщ) функции желательности минерального состава снеков рыборастворительных: d_1 - частная функция желательности по инулину

Анализ полученных критериев Харрингтона показал, что по белковому, углеводному и липидному составам рыборастворительные снеки являются высоко сбалансированными. Полученные данные согласуются с данными табл. 1, свидетельствующими о функциональности изделия по названным веществам.

Обобщенный критерий Харрингтона по трем показателям (минеральный состав, белково-липидный состав, содержание инулина) равен:

$$D_{\text{общ}} = \sqrt[3]{1 \cdot 0,98 \cdot 0,91} = 0,96.$$

Кроме сбалансированного химического состава разработанный продукт имеет и другие положительные органолептические характеристики. Снеки представляют собой плоские формованные полоски темно-коричневого цвета, без трещин и налетов с плотной, упругой консистенцией, приятным сладковатым вкусом, характерным ароматом.

С помощью программного обеспечения Generic 2.0 была определена сбалансированность рецептуры рыборастворительных снеков из позвоночных хребтов сардинеллы и порошка топинамбура по содержанию минеральных веществ, белкам, липидам и инулину. Значение обобщенного критерия Харрингтона, равное 0,96 соответствует очень хорошей сбалансированности рыборастворительных снеков по белкам, липидам, минеральным веществам и инулину. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования вторичного рыбного сырья для производства пищевых продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учебник / под ред. О. Я. Мезеновой [и др.]. – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2013. – 416 с.
2. Свидетельство на программу для ЭВМ № 2005611720. Программа для автоматизированного проектирования, расчёта и оценки качества многокомпонентных рецептов пищевых продуктов (Generic-2.0) /А.А. Запорожский, В.А. Запорожский.

3. Мезенова, О. Я. Биотехнология сушеных снеков повышенной биологической ценности на основе хребтов лососевых и топинамбура / О. Я. Мезенова, В. А. Потапова // Известия ТИПРО. – 2014. – №178 – С. 246-252.

4. Касьянов, Г. И. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста / Г. И. Касьянов, А. А. Запорожский, С. Б. Юдина. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. – 192 с.

5. Пичкалев, А. В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств / А.В. Пичкалев // Исследования наукограда. - 2012. - №1. - С. 25-28.

THE EVALUATION OF BALANCED FORMULATION OF FISHY-PLANTY SNACKS USING HARRINGTON'S DESIRABILITY FUNCTION

V. A. Potapova, Kaliningrad State Technical University, e-mail: valerie.potapova@gmail.com;

O. Mezenova, Kaliningrad State Technical University, Dr. Sc., the Head of the Department of Food Biotechnology, e-mail: mezenova@klgtu.ru

The formulation of dried fishy-planty snacks from sardinella's backbones (*Sardinella aurita*) and Jerusalem artichoke's powder was developed. It decides the problem of utilization of fish by-products. The balanced formulation of snacks was evaluated with Generic 2.0. program. Private desirabilitys of calcium, potassium, phosphorous, magnesium, proteins, lipids and inulin were calculated. A generalized Harrington criterion of snacks was calculated. The organoleptic evaluation of snacks was conducted. The prospects of food production from fish by-products were proved.

snacks, secondary raw fish, fish vertebrates ranges, Jerusalem artichokes, computer modeling recipes