

УДК 664.9.047

Оптимизация рецептуры рыбораствительных снеков

Д-р техн. наук О. Я. МЕЗЕНОВА¹, В. А. ПОТАПОВА²

¹mezenova@klgtu.ru,

²valerie.potapova@gmail.com

Калининградский государственный технический университет
236022, Калининград, Советский пр., 1

Разработана технология нового рыбораствительного продукта — снеки. Материал исследования — термообработанные хребты сардинеллы (*Sardinella aurita*), остающиеся после филетирования рыбы, и порошок из клубней топинамбура (*Jerusalem artichoke*). Хребты сардинеллы предварительно термостатировали при температуре 112–115 град. С в течение 10 мин. Компоненты соединяли и подвергали куттерованию с дополнительным вводом профилактической соли с пониженным содержанием натрия и альгинат натрия в растворе. Рассчитана сбалансированность продукции по минеральным веществам с применением программного обеспечения Generic 2.0. Получена математическая модель рецептуры обезвоженных рыбораствительных снеков, представляющих собой композицию из измельченных рыбных хребтов, порошка топинамбура и пищевых добавок. Для оптимизации рецептуры массовая доля топинамбура варьировалась с интервалом от 15 до 45 %, массовая доля альгината натрия с интервалом варьирования от 0,1 до 0,7 %. Установлены оптимальные значения рецептурных компонентов снеков: массовые доли порошка топинамбура 27,0 %, альгината натрия 0,49 % смеси. Критерий желательности Харрингтона по минеральному составу снеков составил 0,98, что свидетельствует о высокой сбалансированности продукции по основным микроэлементам в соответствии с физиологическими нормами. Новый рыбораствительный продукт обладает высокими органолептическими свойствами и повышенной биологической ценностью. При употреблении 100 г снеков организм удовлетворяет потребность в калии на 30,0 %, магнии — 22,3 %, кальции — 75,0 %, фосфоре — 62,5 %. Внесение добавки из растительного компонента (топинамбура) содержит 25 г инулина, что полностью удовлетворяет суточную потребность организма в данном полисахариде. Разработанная технология позволяет решить проблему полезного использования вторичного рыбного сырья.

Ключевые слова: снеки, топинамбур, функциональный продукт, сардинелла, хребты.

The optimization of fish-plant snacks formula

D. Sc. O. YA. MEZENOVA¹, V. A. POTAPOVA²

¹mezenova@klgtu.ru,

²valerie.potapova@gmail.com

Kaliningrad State Technical University
236022, Russia, Kaliningrad, Sovetskiy avenue 1

Market of functional snacks is growing rapidly. Urgency of the research is caused by need to expand the range of such products. Fish-plant snacks production technology is developed. Materials of the research are sardinella backbones, obtained after filleting and treated by heat, and Jerusalem artichoke powder. Backbones are prethermostated at 112–115 deg C for 10 min. The products are mixed and chopped with addition of low-potassium salt and sodium alginate solution. The balance of minerals is calculated by Generic software (version 2.0). The mathematical model of dehydrated snacks formula (minced sardinella backbones, Jerusalem artichoke powder and food additives) is obtained. For optimization of the formula Jerusalem artichoke mass fraction is changed at the interval from 15 to 45 %, the sodium alginate one — from 0.1 to 0.7 %. The optimum parameters of components are established. They are 27.0 % of Jerusalem artichoke powder mass fraction and 0.49 % of sodium alginate mass fraction. Harrington desirability criterion of mineral composition is calculated. Its value is 0.98, which corresponds to the evaluation of «excellent». The product is highly-balanced one in major minerals content according to physiological standards. New snacks are categorized to functional product of high sensory quality. 100 g. of product equals to 30 % of potassium, 22.3 of magnesium, 75 of calcium and 62.5 % of phosphorus recommended daily intake. Jerusalem artichoke powder additive with 25 g. of inulin content meets its daily intake requirement. The developed technology solves the problem of fish by-products recycling.

Keywords: snacks, Jerusalem artichoke, functional product, sardinella aurita, backbones

На сегодняшний день сегмент функциональной пищевой продукции, отвечающий критериям современной теории питания, набирает все большую популярность у потребителей. Это относится, прежде всего, к продуктам сбалансированного состава по основным питательным веществам, имеющие пониженное содержание поваренной соли, сахара и жира, не содержащие искусственных пищевых добавок, в том числе ароматизаторов, усилителей вкуса и консервантов. По данным аналитиков агентства "Euromonitor", в период с 2013 по 2014 гг., рост продаж на мировом рынке продуктов функционального питания составил 6,5%, объем продаж достиг 774 млрд. долл. [1]

В сегменте функциональных снеков наиболее востребованными являются продукты с пониженным содержанием воды и соли, богатые белком, обогащенные пре- и пробиотическими добавками [2–4]. Однако на российском рынке ассортимент подобной продукции представлен слабо.

С целью расширения ассортимента снековой функциональной продукции на кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет» была разработана технология нового рыбаобразительного продукта. В качестве основного сырья использовали хребты сардинеллы (*Sardinella aurita*), остающиеся после филетирования рыбы при производстве консервов, и порошок из клубней топинамбура (*Jerusalem artichoke*), приготовленный из местного сырья. Позвоночные хребты сардинеллы предварительно подвергали термообработке под давлением, в результате чего они легко измельчались, превращаясь в белково-минеральную композицию. Данная масса содержит богатый набор функциональных ингредиентов: незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины А, D, E, макроэлементы (К, Са, Р, Mg) и микроэлементы [5]. Порошок из топинамбура содержит до 50–60% массы углеводной фракции полисахарида инулина, который оказывают пребиотическое действие, незаменим в диетическом питании. Компоненты топинамбура оказывают синергетический эффект на процесс всасывания кальция и селена, обладают липотропным действием, выводят токсины, повышает общую сопротивляемость

организма, влияют на уровень сахара в крови у больных диабетом второго типа [6–8].

Для получения рыбаобразительного продукта хребты сардинеллы предварительно термостатировали при температуре 112–115 °С в течение 10 мин. Клубни топинамбура мыли, очищали, подвергали сушке и измельчали до порошкообразного состояния. Далее две массы соединяли и подвергали куттерованию, дополнительно вводя вкусовые и стабилизирующие добавки (профилактическую соль с пониженным содержанием натрия и альгинат натрия в растворе). Полученную рыбную массу формовали на пласти и обезвоживали до приобретения плотной консистенции, напоминающей структуру вяленой рыбы. Готовый продукт резали на полоски шириной 0,5–0,8 мм. Он представляет собой формованные ломтики темно-коричневого цвета, толщиной 2–3 мм.

Для оптимизации рецептуры рыбаобразительных снеков применяли метод математического моделирования эксперимента, а именно ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов. В качестве варьируемых частных факторов были выбраны: массовая доля топинамбура (X_1) с интервалом варьирования от 15 до 45% и массовая доля альгината натрия (X_2) с интервалом варьирования от 0,1 до 0,7%. Параметром оптимизации служила балловая органолептическая оценка качества готовой продукции, в «идеале» равная 15 баллам (в обобщенном смысле по частным факторам параметр оптимизации стремится к нулю). План эксперимента по оптимизации процесса приготовления рыбаобразительных снеков согласно ОЦКП приведен в табл. 1.

В результате проведения эксперимента и обработки полученных данных была рассчитана кодированная математическая модель (1), связывающая органолептическую оценку качества снеков с массовой долей топинамбура и альгината натрия:

$$y = 0,038 - 0,006 x_1 - 0,009 x_2 + 0,006 x_1 x_2 - 0,007 x_1^2 + 0,017 x_2^2 \quad (1)$$

Анализ уравнения в кодированном виде показал, что массовая доля альгината натрия оказывает большее влияние на органолептические качества рыбаобразитель-

Таблица 1

План эксперимента по оптимизации рецептуры приготовления рыбаобразительных снеков

№ опыта	План эксперимента				Частный отклик — органолептическая оценка	Обобщенный параметр оптимизации Y
	Массовая доля топинамбура		Массовая доля альгината натрия			
	по матрице, X_1	натурально, $\omega_{\text{топ}}^{\text{н}} \%$	по матрице, X_2	натурально, $\omega_{\text{аль}}^{\text{н}} \%$	баллы	S_0^2 , безразмерная характеристика
1	+1	45	+1	0,7	12,24	0,034
2	-1	15	+1	0,7	12,28	0,033
3	+1	45	-1	0,1	11,63	0,050
4	-1	15	-1	0,1	10,89	0,075
5	+1	45	0	0,4	12,46	0,029
6	-1	15	0	0,4	11,89	0,043
7	0	30	+1	0,7	11,46	0,056
8	0	30	-1	0,1	11,68	0,049
9	0	30	0	0,4	12,54	0,027

Таблица 2

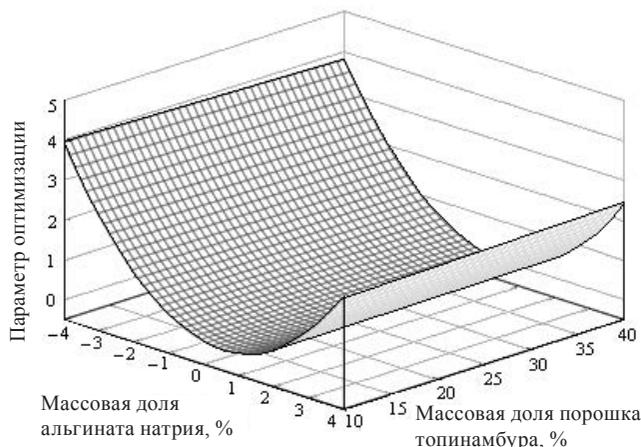


Рис. 1. Геометрическая интерпретация математической модели рецептуры рыборастворительных снежков

Минеральный состав рыборастворительных снежков

Минеральное вещество	Содержание, мг/100 г	Рекомендуемая суточная норма, мг [5]	% от рекомендуемой суточной потребности (в 100 г готовой продукции)
калий	750	2500	30,0
магний	89	400	22,3
кальций	900	1200	75,0
фосфор	500	800	62,5

ных снежков, чем дозировка топинамбура, что связано с его высокими структурообразующими свойствами, формирующими консистенцию.

Для получения графического изображения функции отклика и отыскания оптимальных значений факторов рецептуры осуществлен переход от кодированной модели к натуральному виду (2):

$$y = 0,0377 - 0,006 \omega_{\text{топ}} - 0,009 \omega_{\text{алг}} + 0,006 \omega_{\text{топ}} \omega_{\text{алг}} - 0,00723 \omega_{\text{топ}}^2 + 0,017 \omega_{\text{алг}}^2 \quad (2)$$

Оптимальные значения факторов были определены путем дифференцирования полученной натуральной модели рецептуры снежков (2). В результате было определено, что оптимальные массовые доли порошка топинамбура и альгината натрия составляют соответственно 27% и 0,49% массы композиционной смеси. Геометрическая интерпретация исследуемого процесса в виде экстремальной поверхности в выбранном пространстве представлена на рис. 1.

Аналитическим путем был определен минеральный состав новых рыборастворительных снежков, представленный в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что при употреблении 100 г снежков организм удовлетворяет потребность в калии на 30,0%, магнии — 22,3%, кальции — 75,0%, фосфоре — 62,5%. Помимо богатого минерального состава 100 г снежкового продукта, за счет внесения добавки из растительного компонента (топинамбура), содержит 25 г инулина, что полностью удовлетворяет суточную потребность организма в данном полисахариде. Согласно ГОСТ Р 54060–2010 «Продукты пищевые функциональные», полученный продукт можно отнести к функциональным продуктам питания по данному набору биологически активных компонентов.

Для уточнения дозировки порошка топинамбура в рецептуре разработанных рыборастворительных снежков проводилось компьютерное моделирование композиции с оптимизацией ее минерального состава по калию, магнию, натрию, фосфору и кальцию. Расчеты проводили с помощью программы Generic 2.0. Результаты, выраженные в виде функций желательности относительно физиологически необходимых норм данных микроэ-

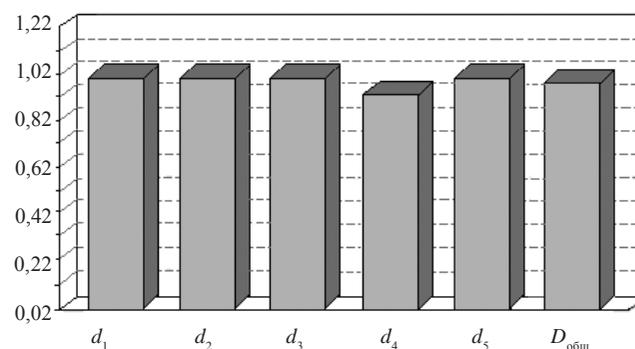


Рис. 2. Мультипликативная модель частных (d_i) и обобщенных ($D_{\text{общ}}$) функции желательности: d_1 — натрия, d_2 — калия, d_3 — кальция, d_4 — магния, d_5 — фосфора

лементов, представлены на рис. 2. С учетом значений частных функций желательности (d_i) обобщенный критерий желательности сбалансированности минерального состава ($D_{\text{общ}}$) для рыборастворительных снежков составил 0,98, что по шкале желательности соответствует оценке «отлично». Таким образом, расчеты подтвердили высокую сбалансированность новой рыборастворительной продукции по минеральному составу.

Проведенные исследования показывают целесообразность изготовления функциональных рыборастворительных снежковых продуктов с использованием вторичного мясокостного сырья рыбоперерабатывающих производств, обогащенных высушенным концентратом топинамбура. В данном случае целесообразно изготавливать структурированную композицию, вкусовые достоинства которой и прочность формируются натуральными компонентами сырья и альгинатом натрия, вносимыми в обоснованных оптимизированных количествах. Масса легко обезжиривается до консистенции вяленой рыбы, имеет приятный янтарно-коричневый цвет, рыбный вкус со сладковатым приятным растительным оттенком. Новый вид снежковой продукции не содержит искусственных пищевых добавок, имеет повышенную биологическую ценность по содержанию инулина, ценным минеральным веществам и рекомендуется к употреблению широким слоям населения,

прежде всего, в качестве белково-минерального и углеводного питания для спортсменов. По критериям белкового питания он не уступает протеинам натуральных коллагенов рыбной чешуи, считающихся прекрасным сырьем для гейнеров в технологии спортивного питания [9, 10].

Список литературы (References)

1. Функциональные продукты: тенденции и перспективы [Электронный ресурс].-URL:<http://www.bfi-online.ru/aviews/index.html?msg=4155&kk=f200c2b8cd> (дата обращения: 05.04.2015) [Functional products: Trends and Prospects [Internet resource].-URL:<http://www.bfi-online.ru/aviews/index.html?msg=4155&kk=f200c2b8cd> (date of access: 05.04.2015) (in Russian)]
2. Современные тенденции на мировом рынке снековой продукции [Электронный ресурс].-URL: <http://www.bfi-online.ru/opinion/index.html?msg=3470&k> (дата обращения: 05.04.2015). [Modern trends of world snack market [Internet resource].-URL: <http://www.bfi-online.ru/opinion/index.html?msg=3470&k> (date of access: 05.04.2015) (in Russian)]
3. Bioactive Marine Peptides: edited by S. K. Kim. *Academic Publishers*. Tokio. University of Marine Science and Technology, Tokyo, Japan, 2012. 132 p.
4. Cheung, I. W. Y. Bioactive peptides derived from marine fish. *Food chemie*. No 122. 2010. p. 1003–1012.
5. Tarleya C. R. T., Visentainera J., Matsushitaa M., de Souzaa N., Proximate composition, cholesterol and fatty acids profile of canned sardines (*Sardinella brasiliensis*) in soybean oil and tomato sauce. *Food Chemistry*. 2004. No 88.p. 1–6.
6. Cieřlik E., Gębusia A., Florkiewicz A., The content of protein and of amino acids in jerusa-lem artichoke tubers (*Helianthus Tuberosus L.*) of red variety rote Zonenkugel/E. Cieřlik, // *ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2011. No 10. p.433–441.
7. МР 2.3.1.2432–08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. [MR 2.3.1.2432–08. Norms of physiological needs for energy and nutrients of different groups of the population of the Russian Federation. (in Russian)]
8. Marine functional food: edited by J. B. Luten.-*Wageningen Academic Publishers*. Netherlands, 2009. 174 p.
9. Maximising the value of marine by-products. *Woodhead Publishing Limited*. — Cambridge England, 2010. 213 p.
10. Мезенова Н. Ю., Байдалинова Л. С., Мезенова О. Я. Moersel J.-T., Hoeling A. Активные пептиды рыбной чешуи в гейнерах для спортивного питания. // Вестник Международной академии холода. 2014. № 2. С. 8–52. [Mesenova N. Yu., Baydalinova L. S., Mezenova O. Ya., Moersel J.-T., Hoeling A. Active peptides of fish scale in gainers for sports nutrition. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2014. No 2. P. 48–52. (in Russian)]

Статья поступила в редакцию 14.04.2015

18 – 20

НОЯБРЯ 2015
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
EXPOFORUM

XXIII МЕЖДУНАРОДНАЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ
ВЫСТАВКА



Разделы выставки:

<ul style="list-style-type: none"> • Мясо и мясopодукты. Мясная гастрономия • Птица. Яйцо • Рыба и морепродукты • Овощи. Фрукты • Замороженные продукты. П/ф. • Молочная продукция. Сыры • Бакалея (зернопродукты, макаронные изделия, специи) • Готовые блюда, салаты • Масложировая группа • Кондитерская продукция. Снэки, орехи, сухофрукты 	<ul style="list-style-type: none"> • Соки. Воды. Безалкогольные напитки • Чай. Кофе. Какао • Спиртные напитки • Здоровое питание. Детское питание • Консервация. Соусы • Табак • Салон сопутствующего оборудования «ПетерфудТех» (Холодильное, упаковочное оборудование и материалы; Торговое оборудование и автоматы, оборудование для быстрого приготовления пищи, барное оборудование. Кофе-машины)
---	---

Контакты:
Тел./ф.: 8 (812) 327-49-18
E-mail: imperia@imperiaforum.com, press@imperiaforum.com
<http://peterfood.ru/>