ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 664.956:639.211.2

В.А. Потапова, О.Я. Мезенова*
Калининградский государственный технический университет,
236022, г. Калининград, Советский проспект, 1

БИОТЕХНОЛОГИЯ СУШЕНЫХ СНЕКОВ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ХРЕБТОВ ЛОСОСЕВЫХ И ТОПИНАМБУРА

Приведена технология производства сушеной снековой продукции из мышечной ткани, полученной с хребтов атлантического лосося *Salmo salar*, остающейся после филетирования, и клубней топинамбура *Helianthus tuberosus*, произрастающего в Калининградской области. Моделирование и оптимизацию технологического процесса осуществляли методом планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов. В качестве варьируемых частных факторов использовали массовую долю топинамбура и продолжительность сушки. Параметром оптимизации стала балловая органолептическая оценка качества готовой продукции. Получена математическая модель и рассчитаны оптимальные технологические параметры процесса сушки структурированного полуфабриката. Проведена оценка качества и биологической ценности готовой продукции. Показано, что по содержанию инулина, калия, кальция, магния, фосфора новые снеки можно отнести к функциональной продукции. Разработаны рекомендации по ее применению. Подготовлен проект СТО «Снеки функциональные «Fish BioStripes»».

Ключевые слова: снеки, хребты лососевых видов рыб, топинамбур, сушка, структурированные продукты.

Potapova V.A., Mezenova O.Ya. Biotechnology of dried snacks with heightened nutritional value made from salmon backbones and jerusalem artichoke // Izv. TINRO. — 2014. — Vol. 178. — P. 246–252.

The problems of protein deficiency, utilization of fish processing wastes, and lack of healthy snacks at Russian market are decided simultaneously by developing the technology for dried snacks made from backbones of atlantic salmon (*Salmo salar*), after filleting the fish, and tubers of jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) growing in Kaliningrad region. The method of orthogonal central composite design is used to determine optimal parameters of the technological process, as the portion of artichoke and the time of drying. Organoleptic score of the finished product is used as the optimization parameter. Mathematical model of the technological process is developed that allows to determine optimal parameters of the texturized semiproduct drying. Quality of the finished product is assessed and its biological value is evaluated with calculation of some macronutrients amount by the computational method. The content of potassium is 940 mg/kg, magnesium — 154 mg/kg, calcium – 285 mg/kg, phosphorus — 200 mg/kg. Comparing these values with the recommended daily intake of the nutrients, the snack can be classified as

* *Потапова Валерия Александровна, аспирантка, e-mail: valerie.potapova@gmail.com; Мезенова Ольга Яковлевна, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой, e-mail: mezenova@klgtu.ru.*

Potapova Valeria A., post-graduate student, e-mail: valerie.potapova@gmail.com; Mezenova Olga Ya., D.Sc., professor, head of department, e-mail: mezenova@klgtu.ru.

a functional food. Recommendations for the snack use are presented. The standard «Functional snacks Fish BioStripes» is proposed.

Key words: snack, salmon backbone, jerusalem artichoke, snack drying, structured food.

Введение

Нехватка пищевого белка — не только экономическая, но и социальная проблема современного мира. На сегодняшний день дефицит пищевого белка в мире оценивается цифрой 10–25 млн т в год, в России он выявлен на уровне 1 млн т*. В нашей стране, по данным Института питания РАМН, начиная с 1992 г. потребление животных белковых продуктов постоянно снижается, достигнув сегодня дефицита в 25–35 % относительно нормы. Среднедушевое потребление белка уменьшилось в среднем на 17–22 %: с 47,5 до 38,8 г/сут белка животного происхождения (49 % против 55 % рекомендуемых); в семьях с низким доходом потребление общего белка в сутки не превышает 29–40 г (против 50–80 рекомендуемых)*.

Другая проблема современного общества — рост так называемых «болезней цивилизации», обусловленный среди прочих причин несбалансированным питанием, повышенным потреблением углеводной крахмалистой пищи, дефицитом полезных сахаров и ценных биологически активных веществ. Среди нутриентно зависимых заболеваний наиболее распространенные — ожирение и диабет**. Повысить здоровье людей данной категории можно путем увеличения доли потребления натуральных продуктов с профилактическим и функциональным эффектом. Среди доступного отечественного растительного сырья с выраженными диабетическими свойствами особую популярность снискал топинамбур *Helianthus tuberosus*.

Решить проблему дефицита белка, в том числе животного происхождения, а также расширить ассортимент рыбной продукции повышенной биологической ценности нами предложено путем комбинирования съедобной части отходов от разделки лососевых рыб (мышечная ткань с хребтов) с топинамбуром как источником ценных углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов. Обосновывая состав композиции и режимы формирования качественных характеристик, можно создать структурированные продукты высокой гастрономической привлекательности и степени готовности — снеки.

Снеки — это продукты для быстрого и легкого утоления голода, закуски, употребление которых происходит между делом, на ходу. Они занимают все более прочное положение на российском рынке. Современному человеку постоянно не хватает времени на ведение домашнего хозяйства, приготовление пищи и т.д. Согласно международной классификации, снековыми являются картофельные и кукурузные чипсы, сырные и мясные закуски, соломка, печенье, мюсли, хрустящие хлопья, орешки, сухофрукты, шоколадные батончики и др. Однако большинство снеков имеют ряд недостатков: несбалансированный нутриентный состав, повышенный уровень консервантов, наличие транс-изомеров жирных кислот и др. (Жвиташвили, 2010).

Мясо, полученное с хребтов лососевых, остающихся после операции филетирования, характеризуется богатым химическим составом. В нем содержатся все незаменимые аминокислоты, ω-3-жирные кислоты, витамины группы В (B_1, B_2, B_3, B_6) и А, калий, магний, натрий, кальций. В силу высокой биологической ценности и низкой стоимости хребты лососевых были выбраны в качестве основного сырья для обоснования на их основе биотехнологии рыбо-растительных снеков повышенной биологической ценности (Биотехнология морепродуктов, 2006). Норвегия — основной поставщик лосося для Калининградской области. В среднем объемы импорта составляют

---

* Проблема белкового дефицита на Земле и пути её преодоления [Электронный ресурс]. URL: http://food-chem.ru/lektsii-po-belkovym-veshchestvam/182-problema-belkovogo-deficita-na-zemle-i-puti-eyo.html (дата обращения: 05.04.2014).

** Лупанов В.П. Ожирение как фактор риска развития сердечно-сосудистых катастроф: Независимое издание для практикующих врачей [Электронный ресурс]. URL: http://rmj.ru/articles_577.html (дата обращения: 05.04.2014).

25 тыс. т в год. Для развития местной сырьевой базы планируется строительство завода по индустриальному разведению лососевой форели с общей мощностью 12–15 тыс. т рыбопродукции в год на территории порта Пионерский (компания ООО «Балтийский лосось»), а также завода по товарному разведению лосося (компания ООО «Russian Salmon Factory») общей мощностью 3 тыс. т рыбопродукции в год*.

Средняя рыночная стоимость хребтов лосося на рынке Калининградской области составляет 50–60 руб./кг, закупочная цена на рыбоперерабатывающих предприятиях — 35 руб./кг. Предполагается использование пресса механической обвалки, для которого выход по рыбному фаршу составляет 83–98 %, т.е. при текущих объемах переработки с хребтов можно получить до 2310 кг фарша, а это 1,4 т сушеной снековой продукции.

В качестве растительной добавки, гармонизирующей нутриентный состав снеков на основе фарша из хребтов лососевых, были выбраны клубни топинамбура *Helianthus tuberosus*. Данная культура неприхотлива, хорошо растет в Калининградской области и не требует больших затрат при культивировании. Топинамбур содержит достаточно большое количество сухих веществ (до 20 %), белка (2,5–3,0 %). Особая 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 (Koch, 2000). 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 8 незаменимых аминокислот (Koch, 2000). Содержание эссенциальных аминокислот в клубнях топинамбура значительно больше, чем в картофеле, а уровень серосодержащих аминокислот в 4 раза выше, чем в клубнях картофеля. Содержание метионина превышает в 2 раза данный показатель в картофеле (Cieślik et al., 2011).

Таким образом, актуальность настоящей работы обусловлена дефицитом белка, недоиспользованностью вторичных рыбных ресурсов, а также отсутствием снековых рыбо-растительных продуктов, полезных для здоровья человека.

Цель исследований заключалась в разработке биотехнологии структурированных функциональных закусочных продуктов на основе вторичного рыбного сырья лососевых рыб и топинамбура, произрастающего в регионе.

Материалы и методы

Объектами исследования в данной работе служили хребты атлантического лосося *Salmo salar*, остающиеся после филетирования, и клубни топинамбура, произрастающего в Калининградской области.

Массовую долю воды, белка, жира, золы определяли стандартными методами по ГОСТу 7636-85. Органолептическую оценку готовой продукции осуществляли по разработанной 5-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей качества (суммарная оценка 15,0 баллов).

Моделирование и оптимизацию технологического процесса осуществляли методом планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана второго порядка для двух факторов.

Результаты и их обсуждение

Приготовление экспериментальных образцов снеков осуществлялось по следующей технологической схеме. Хребты семги подвергали размораживанию и мойке в

* Отчет агентства по рыболовству и развитию рыбохозяйственного комплекса Калининградской области о проделанной работе за период с февраля 2011 года по сентябрь 2013 года [Электронный ресурс]. URL: https://www.gov39.ru/3y/zip/ryba/report.docx (дата обращения: 05.06.2014).

проточной воде. Далее производили сепарирование мяса путем отделения его от костей и реструктуризации. Клубни топинамбура подвергали мойке, чистке и варке при 100 °С в течение 15 мин. Следующим этапом являлось составление пищевой смеси. Для этого в микроизмельчитель вносили топинамбур, мясо семги и специальные технологические добавки, обеспечивающие формирование структуры и вкусо-ароматические свойства готовой продукции: морскую соль (Копэкер-Левашово, Россия), «Анисомин BE» (Nesse, Германия), «Ориганокс» (Nesse, Германия) и пряно-ароматическую смесь (чёрный перец, чеснок, кориандр, мускатный орех, белый перец, мускатный цвет, душистый перец). Композицию подвергали тонкому измельчению в микроизмельчителе в течение 1,5 мин на максимальных оборотах (2000 об./мин). Полученную гомогенную массу, напоминающую рыбное тесто, раскатывали между двумя слоями воздухопроницаемой пленки до толщины 6 мм и подвергали сушке в течение 10 ч при температуре 15–18 °С. Скорость потока воздуха составляла 0,5 м/с. По окончании процесса сушеный полуфабрикат с упрочненной структурой разрезали на «соломку» шириной 3–5 мм.

Установление оптимальных параметров процесса приготовления структурированных рыбо-растительных снеков осуществляли с использованием математического планирования эксперимента. В качестве варьируемых частных факторов, подлежащих регулированию и оптимизации, использовали массовую долю топинамбура ($\omega_{топ}$) и продолжительность сушки ($\tau_{суш}$). Параметром оптимизации была выбрана балловая органолептическая оценка качества готовой продукции. План эксперимента по оптимизации процесса изготовления снеков, получивших название «Fish BioStripes», приведен в табл. 1.

Таблица 1

План эксперимента по оптимизации процесса сушки рыбо-растительных снеков «Fish BioStripes»

Table 1

Outline of the experiment on optimization of the process of snack “Fish BioStripes” drying

Номер опыта	$\omega_{топ}$, %	$\tau_{суш}$, ч	Частный отклик — органолептическая оценка, баллы	S_0^2	y
1	40	11	12,30	0,032	0,032
2	20	11	13,10	0,016	0,016
3	40	7	9,25	0,147	0,147
4	20	7	10,90	0,074	0,074
5	40	9	12,10	0,037	0,037
6	20	9	12,90	0,019	0,019
7	30	11	13,20	0,014	0,014
8	30	7	10,90	0,075	0,075
9	30	9	13,90	0,005	0,005

В результате обработки экспериментальных данных было получено полиномиальное уравнение второго порядка в кодированном (формула 1) и натуральном виде (формула 2), связывающее органолептическую оценку качества снеков с дозировкой топинамбура и продолжительностью сушки рыбо-растительного полуфабриката:

$$y = 0{,}005 + 0{,}017 \cdot x_1 - 0{,}039 \cdot x_2 - 0{,}014 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0{,}023 \cdot x_1^2 + 0{,}039 \cdot x_2^2, \quad (1)$$

где x_1 — массовая доля топинамбура,%; x_2 — продолжительность сушки, ч.

$$y = 0{,}9465 - 0{,}0058 \cdot w_{топ} - 0{,}174\tau_{суш} - 0{,}0007\, w_{топ} \cdot \tau_{суш} + 0{,}00023\, w^2_{топ} + 0{,}0098 \times \tau^2_{суш}. \quad (2)$$

Значение оптимальных факторов исследуемого процесса определяли методом дифференцирования полученной натуральной модели. В результате были найдены следующие значения факторов: продолжительность сушки $\tau_{суш}$ = 9,9 ч; массовая доля топинамбура $\omega_{топ}$ = 27,7 %. Геометрическая интерпретация исследуемого процесса в виде экстремальной поверхности в выбранном пространстве представлена на рис. 1.

С учетом полученных оптимальных значений факторов были изготовлены экспериментальные образцы снеков, направленные на изучение их органолептических и пищевых достоинств.

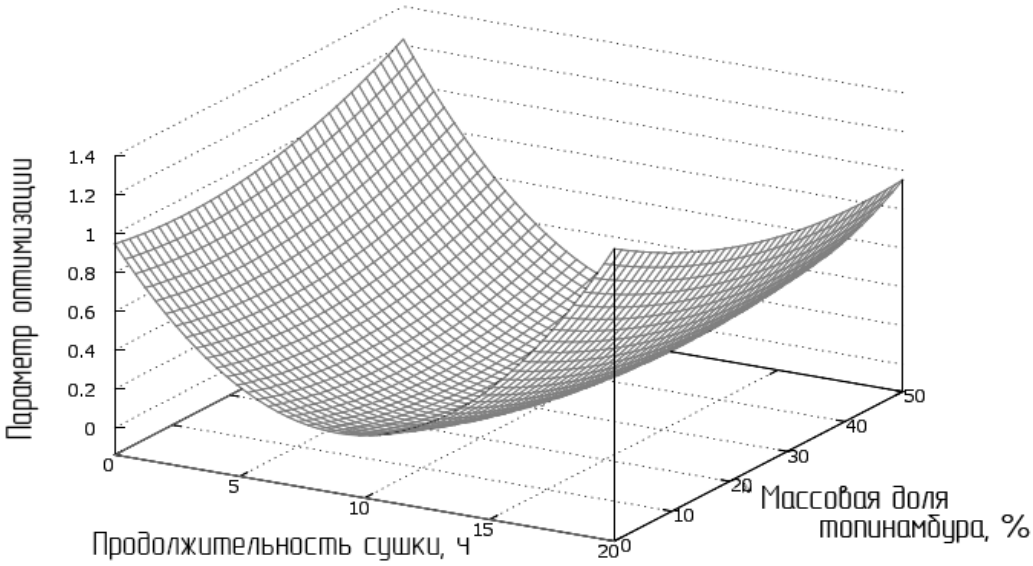

Рис. 1. Геометрический вид математической модели процесса сушки снеков «Fish BioStripes»

Fig. 1. 3-dimensional representation of the mathematical model for the process of the snack «Fish BioStipes» drying

Балловая оценка вкуса экспериментальных снеков, представленная в виде профилограммы, изображена на рис. 2. Видно, что из проанализированных профилей органолептических привкусов преобладают «рыбный», «приятный», «сбалансированный», «насыщенный». Негативных, посторонних и других отталкивающих или несбалансированных ощущений не отмечено.

Полученные экспериментальные образцы снеков исследовали на общий химический состав (табл. 2).

Из данных табл. 1 видно, что наибольшую органолептическую оценку имел образец № 9 (13,90 балла из 15,0 возможных). Достаточно высокие оценки получили образцы № 7 (13,20 балла) и № 2 (13,10 балла). Образцы № 3, 4, 5, 8 (соответственно 9,25; 10,90; 12,10; 10,90 балла) имели рыхлую, влажную консистенцию. Образцы № 1, 6, отличающиеся упрочненной консистенцией, получили более высокие оценки (12,30; 12,90 балла).

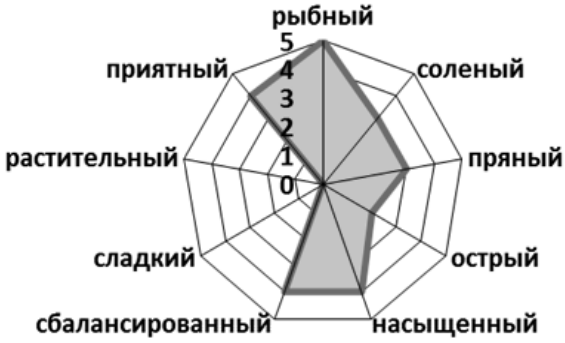

Рис. 2. Профилограмма вкуса снеков «Fish BioStripes»

Fig. 2. Profile chart of flavor for the snack «Fish BioStripes»

Таблица 2

Содержание основных ингредиентов в составе снеков «Fish BioStripes» и показатель удовлетворения суточной потребности в них человека

Table 2

Content of the main ingredients in the snack «Fish BioStripes» and their percentage from the recommended daily intake

Вещество	Содержание, г в 100 г	Рекомендуемая суточная норма, г	Доля от рекомендуемой суточной потребности, % (в 100 г готовой продукции)
Вода	21,0	–	–
Белок	31,5	60	52,5
Жир	17,3	60	28,8
Углеводы	22,2	320	6,8
Инулин	10,0	10–15	100,0
Минеральные вещества	7,900		
Калий	0,940	0,25	37,6
Магний	0,154	0,40	38,5
Кальций	0,285	1,0	28,5
Фосфор	0,200	0,80	25,0

Из анализа кодированной модели (формула 1), связывающей органолептическую оценку качества снеков с продолжительностью сушки и массовой долей топинамбура, следует, что фактор продолжительности сушки более весом для формирования органолептического качества готовой продукции, чем количество вносимого топинамбура.

Разработанный продукт представляет собой плоские солено-сушеные формованные ломтики рыбы в виде «соломки», поверхность которых имеет легкий жировой блеск, без посторонних налетов, трещин, проколов и других повреждений (рис. 3).

Снеки, изготовленные по оптимизированной технологии, имели приятный, свойственный сушено-вяленой рыбе лососевых видов вкус, без ощутимого растительного привкуса. Цвет продукта варьировался от темно-красного до янтарного. В проходящем свете идентифицирована «янтарная» прозрачность. Консистенция снеков была плотной, эластичной и упругой.

Разработанные снеки имеют сбалансированный нутриентный состав. Установлено, что 100 г снеков на 52,5 % удовлетворяют суточную потребность организма в белке, 28,8 % — в жире и полностью — в инулине. Расчетным путем было получено содержание некоторых макроэлементов, источником которых является топинамбур: калий — 940 мг, магний — 154 мг, кальций — 285 мг, фосфор — 200 мг. Сравнение данных количеств с физиологическими нормативами показывает, что при употреблении 100 г снеков организм удовлетворит в них потребность соответственно на 37,6, 38,5, 28,5, 25,0 %.

Рис. 3. Внешний вид снеков «Fish BioStripes»
Fig. 3. Appearance of the snack «Fish BioStripes»

С учетом обоснованного химического состава полученный продукт можно отнести к функциональным продуктам питания (ГОСТ Р 54060-2010). Это означает, что данные снеки при употреблении их в пищу потенциально будут оказывать благотворный эффект на организм, испытывающий дефицит в названных компонентах.

К контингенту потенциальных покупателей новой продукции можно отнести широкие категории людей, страдающих сахарным диабетом и/или ожирением, а также предрасположенных к данным заболеваниям; всех любителей быстрой закуски, прежде всего школьников и студентов, которые за счет активного роста и напряженной умственной работы постоянно испытывают чувство голода. Снеки рекомендуются также в качестве закусочных продуктов любителям пива и углеводной пищи. Исходя из химического состава, их можно рекомендовать лицам, страдающим сердечно-сосудистыми заболеваниями, а также пожилым людям, спортсменам и приверженцам активного образа жизни.

На основе проведенных исследований разработан проект технической документации — стандарт организации «Снеки функциональные «Fish BioStripes», позволяющий внедрять новую биотехнологию в производство.

Выводы

Технология новых рыбо-растительных сушеных закусочных продуктов заключается в структурировании и обезвоживании композиции, состоящей из остатков мышечной ткани хребтов семги, топинамбура и пищевых компонентов. Полученные снеки отличаются гастрономической привлекательностью и высокими пищевыми достоинствами. Установлены оптимальные параметры продолжительности сушки (9,9 ч), содержания топинамбура в фарше на основе хребтов лососевых рыб (27,7 %).

Определены особенности органолептических характеристик снековой продукции, ее общий химический состав, содержание функциональных ингредиентов. Разработаны рекомендации по употреблению снеков и проект технической документации на их изготовление (СТО «Снеки функциональные «Fish BioStripes»»).

Проведенные исследования показывают целесообразность и перспективность использования вторичных рыбных ресурсов и растительного сырья при совершенствовании ассортимента и технологии закусочной продукции.

Список литературы

Биотехнология морепродуктов : учебник для вузов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова и др. — М. : Мир, 2006. — 560 с.

Жвиташвили Ю.Б. Рак и питание : монография. — СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2010. — 364 с.

Cieślik E., Gębusia A., Florkiewicz A. The content of protein and of amino acids in jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) of red variety rote Zonenkugel // ACTA Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria. — 2011. — № 10. — P. 433–441.

Koch K. Einfluss der Dungung auf Entvicklung Ertrag und Inhaltsstoffe von Topinambur Text // Zuckerindustrie. — 2000. — Bd 115. — S. 9–12.

Поступила в редакцию 12.05.14 г.