УДК 664.951.65:635.24

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО И РЫБНОГО СЫРЬЯ

Рассмотрено влияние продолжительности термообработки позвоночных хребтов сардинеллы на сенсорные характеристики, значение влагоудерживающей способности, величину размера частиц измельченной костной ткани модельных образцов фаршей. Установлены рациональные параметры термообработки позвоночных хребтов сардинеллы. Изучено влияние растительной добавки из топинамбура на функционально-технологические характеристики костных фаршевых систем. Исследованы показатели безопасности готовой продукции, приготовленной на основе термообработанного вторичного сырья с добавлением порошка топинамбура.

Ключевые слова: снеки, топинамбур, вторичное рыбное сырье, позвоночные хребты рыб.

Potapova V.A., Mezenova O.Ya. Development of technology for functional products on basis of vegetable and fish raw materials // Izv. TINRO. — 2016. — Vol. 187. — P. 254–260.

Influence of the time of thermal treatment of sardinella backbones on organoleptic characteristics, water-holding capacity, and size of particles for the minced bones is investigated. Rational parameters for the thermal treatment of backbones are determined. Effect of vegetable additives of Jerusalem artichoke on functional and technological properties of the minced bone systems is examined. Safety indices of the food produced from thermally treated fish wastes are evaluated.

Key words: snack, Jerusalem artichoke, fish waste, backbone.

Введение

Согласно данным статистики (Калининградская область в цифрах, 2015) за 2015 г. производство рыбы и продуктов ее переработки в Калининградской области составило 358,4 тыс. т, что на 1,1 % больше по сравнению с прошлым годом. В результате производства такого объема продукции на рыбоперерабатывающих предприятиях накапливаются за год от 17 до 20 тыс. т вторичного сырья в виде отходов, которые впоследствии направляются на выработку кормовой продукции или утилизируются. Для решения проблемы необходимо рационально использовать методы биотехнологии, которые позволяют организовать глубокую переработку вторичного сырья на принципах безотходности, при этом продукты переработки либо являются самостоятельными полезными изделиями, либо возвращаются в производственный цикл, либо используются в других

* *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.

отраслях. Этот подход позволяет существенно модернизировать технологическую базу пищевых производств, создать продукты с добавленной стоимостью, использовать вторичные ткани в качестве сырья для получения эффективных натуральных пищевых технологических добавок (http://www.biorosinfo.ru/BIO2020.pdf).

Отходы переработки рыбного сырья являются источником ценных белков, липидов, макро- и микронутриентов и могут найти применение в производстве функциональной продукции (Мезенова, Потапова, 2014). Особенный интерес представляют позвоночные кости, остающиеся в большом количестве после филетирования рыб при производстве соленой рыбы, пресервов, консервов, фаршевой продукции. В их состав входят ценные биологически активные вещества (кальций, фосфор, магний, калий, незаменимые аминокислоты, ω-3 жирные кислоты, глюкозамины и т.д.).

В Калининградской области актуально полезное пищевое использование позвоночных костей океанических рыб (сардинеллы), накапливающихся в больших объемах на рыбоперерабатывающих производствах при выработке продукции из филе. Например, на крупном рыбоконсервном комплексе ООО «РосКон» за сутки образуется до 500 кг хребтов океанических рыб, содержащих до 31–40 % прирезей мышечной ткани, представляющих ценный материал для производства пищевой, в том числе функциональной, продукции.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005, под функциональным продуктом понимают специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов при условии их поступления в количестве более 15 % суточной физиологической потребности. Развитие рынка функциональной продукции является важным направлением государственной политики в области пищевой биотехнологии, которое должно привести к повышению здоровья, качества жизни и снижению нагрузки на медицинский сектор.

Часто функциональная продукция представляет собой концентрат питательных веществ, который не требует дополнительных кулинарных операций (чипсы, орехи, сухарики, сушеные рыбные и овощные изделия, морепродукты, комбинированные формованные изделия и др.). Особой популярностью пользуются сушеные изделия из рыбы и морепродуктов.

Для расширения ассортимента и повышения качества таких продуктов необходимо разрабатывать и внедрять перспективные технологии. Рациональным является создание новой технологии снековой продукции, в состав которой входит сушеная структурированная рыборастительная композиция, приготовленная на основе термообработанных и тонко измельченных хребтовых костей рыб и топинамбура. Подбор и обоснование режимов термообработки позволит с пользой использовать хребтовые кости рыб в технологии нового вида функциональной снековой продукции повышенной пищевой ценности.

Целью исследований явилось обоснование рациональных режимов термообработки позвоночных хребтов рыб, позволяющих получить тонко измельченную пищевую массу как компонент функциональной сушеной структурированной рыборастительной снековой продукции с добавлением топинамбура.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования использовались позвоночные хребты сардинеллы круглой *Sardinella aurita*, остающиеся в результате филетирования рыбы при производстве рыбных консервов из филе в масле на рыбоконсервном комплексе ООО «РосКон» (г. Пионерский Калининградской области).

Вспомогательным сырьем служил порошок из клубней топинамбура сорта «Ленинградский», произрастающего в Калининградской области, полученный по следующей технологической схеме: мойка клубней, чистка, нарезание на ломтики, сушка при температуре 60–65 °С, измельчение до порошкообразного состояния.

Для обоснования параметров термообработки позвоночные хребты сардинеллы подвергали различной по продолжительности тепловой обработке в модельном

устройстве 22М-15Н при температуре 115 °С и давлении 172,2 кПа. Далее полуфабрикат измельчали на микроизмельчителе в течение 3 мин до гомогенного состояния. Органолептическую оценку качества модельных образцов осуществляли опытные дегустаторы с применением специально разработанной 15-балльной шкалы с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей.

Для определения размера частиц измельченной костной ткани использовали микрометр МК-25 0,01 КЛ.1, позволяющий проводить измерения с точностью до 0,01 мм и погрешностью измерений ± 2,0 мкм. Определение влагоудерживающей способности (ВУС) модельных образцов измельченных и структурированных композиций проводили методом прессования (ГОСТ 7636-85, п. 3.9). Сушку полуфабрикатов и модельных образцов осуществляли в экспериментальной установке при относительной влажности воздуха 60–65 % и его температуре 15–25 °С, чередуя активный (3 ч) и пассивный (1 ч) периоды сушки.

Массовую долю воды, белка, жира, минеральных веществ в готовом продукте определяли стандартными методами по ГОСТ 7636-85. Безопасность продукции оценивали по содержанию токсичных элементов. Определение тяжелых металлов осуществляли по ГОСТ 26932-86, 26933-86, 26927-86, Р 51766-2001, нитрозаминов — по МУК 4.4.1.011-93 38, гистамина — по ГОСТ Р 53149-2008, радионуклидов — по ГОСТ Р 54017-2010, 54016-2010.

Результаты и их обсуждение

Изготовление тонко измельченной пищевой композиции из рыбного сырья, содержащего костную ткань, является проблематичным из-за ее высокой прочности. Для получения структуры, в которой бы не ощущались твердые частички, проводили предварительную термообработку хребтовых костей рыб в водной среде при температурах более 100 °С, причем усиливали разрушающее воздействие повышенным давлением. Такая операция позволяет размягчить костные ткани и в дальнейшем их тонко измельчить. Результаты органолептической оценки качества модельных образцов фаршей из хребтовых костей сардинеллы в зависимости от продолжительности термообработки при заданных условиях представлены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептическая оценка качества модельных образцов фаршей из хребтовых костей сардинеллы

Table 1

Organoleptic evaluation of minces sardinella backbones models

Показатель	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Продолжительность термообработки, мин	20	40	60	80	100	120	140
Органолептическая оценка, баллы	9,0	9,9	11,0	12,3	14,5	14,2	13,9

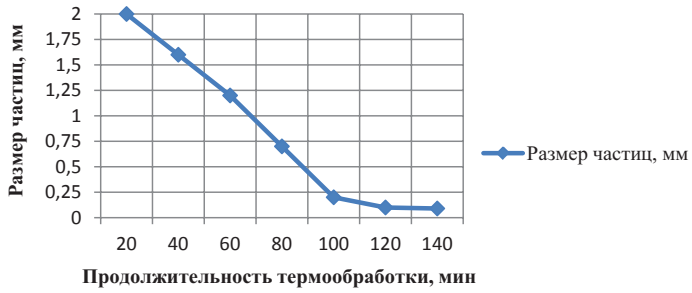
Анализ данных табл. 1 показал, что наивысшую органолептическую оценку качества получили образцы модельных фаршей № 5 и 6, более низкая сенсорная оценка других образцов обусловлена вкраплением в фарш крупных частиц неизмельченной костной ткани. Очевидно, что данной продолжительности термообработки недостаточно для размягчения и полного измельчения позвоночных костей используемого сырья.

Для оценки дисперсности модельных фаршей было произведено определение размера частиц костной ткани после ее реструктурирования на микроизмельчителе в течение 3 мин. Результаты измерений приведены на рис. 1.

Измерения показали, что размер частиц измельченных хребтов сардинеллы при воздействии на них в течение 20–60 мин составил от 0,1 до 2,0 мм в зависимости от продолжительности термообработки. При этом присутствие частиц размером 1–2 мм оказывало негативное влияние на сенсорные характеристики рыбной массы. Известно также, что минеральные вещества из таких частиц сложнее усваивались организмом. Последующий нагрев в течение 80 мин и более обеспечивал размягчение костной ткани и ее измельчение до размеров частиц менее 1 мм. С учетом того что размер

Рис. 1. Изменение размера измельченных частиц хребтовой ткани в зависимости от продолжительности термообработки

Fig. 1. Time of thermal treatment influence on size of particles for minced bones



большинства частиц порошкообразных лекарственных препаратов составляет от 0,1 до 0,5 мм (что обеспечивает усвояемость действующего вещества в желудочно-кишечном тракте) (http://pharmedu.ru/forums/topic/proizvodstvo-tabletok), рациональным временным параметром, отвечающим данному условию, является продолжительность термообработки исследуемого сырья 100 мин и более.

Следующим этапом в определении рациональных параметров термообработки позвоночных хребтов сардинеллы явилась оценка функционально-технологических свойств образцов модельных фаршей, которую проводили по анализу значений ВУС. Динамика изменений ВУС модельных образцов в зависимости от продолжительности термообработки представлена на рис. 2.

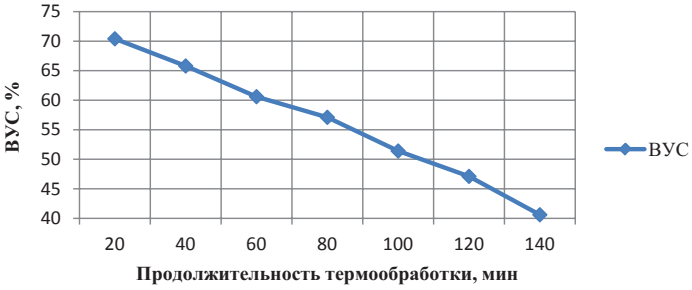
Анализ данных рис. 2 показал, что с увеличением продолжительности термообработки позвоночных хребтов сардинеллы от 20 до 140 мин происходит уменьшение значений ВУС модельных фаршей на 35 %. Это обусловлено изменением структуры белков мышечной ткани под действием высоких температур и давления. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 55505-2013 «Фарш рыбный пищевой мороженый» значение ВУС рыбных фаршей, направляемых на выработку пищевых изделий, должно составлять не менее 50 % . При снижении данного параметра ниже критического уровня нарушается его формующаяся способность, что впоследствии приводит к получению продукта с низкими сенсорными характеристиками. Как видно на рис. 2, при обработке более 100 мин ВУС модельных образов фаршей значительно понижается и достигает значений ниже 50 % (47,1 и 40,6 % при продолжительности соответственно 120 и 140 мин).

Таким образом, с учетом органолептической оценки образцов модельных рыбокостных фаршей, размера их частиц и значений ВУС рациональной продолжительностью термообработки можно считать 100 мин. Указанные параметры позволяют получить рыбную массу с размером частиц костной ткани около 0,1 мм и менее, при этом их присутствие органолептически не ощущается (образец № 5).

Следует отметить, что ВУС для данного образца составляет 51,4 %, что близко к критическому значению для сырья, направляемого на изготовление формованных продуктов. Поэтому было принято решение о внесении в мясокостный рыбный фарш структурообразующей добавки из порошка топинамбура *Helianthus tuberosus*, способствующей улучшению формующих свойств, обладающей также функциональными свойствами. Для получения экспериментальных образцов использовали порошок из

Рис. 2. Динамика изменения ВУС измельченной рыбокостной массы в зависимости от продолжительности термообработки позвоночных хребтов (куттерование в течение 3 мин)

Fig. 2. Dynamics of water-holding capacity for minced sardinella (3 min chopping) in dependence on time of thermal treatment of its backbones



клубней топинамбура сорта «Ленинградский», химический состав которого: вода — 7,3 %, липиды — 0,7, белок — 6,0, углеводы общие — 76,0 (в том числе инулин — 35,7), минеральные вещества — 10,0 %.

Инулин является функциональным пищевым ингредиентом, полифруктозаном по химической природе, который улучшает перистальтику кишечника, оказывает липидотропное и иммуностимулирующее действие (МР 2.3.1.2432-08). Важным фактором применения топинамбура является его структурообразующая способность, основанная на повышенном содержании полисахаридов, влияющая на ВУС пищевых систем.

Для повышения формующей способности фарша, коррелирующей с количественными значениями его ВУС, устанавливали влияние массы порошка топинамбура на изменение ВУС модельного фарша, ВУС которого без добавки составлял всего 51,4 %, что является «пограничным» значением для оценки степени его формуемости. По данным М.С. Биденко и Е.Ф. Рамбеза (1978), фарши, ВУС которых равен 50–60 %, обладают удовлетворительной формующей способностью. Для повышения данного показателя и установления рационального количества вносимой добавки из топинамбура к полученным образцам фарша, приготовленным по рациональным параметрам, вносили растительную добавку в различных дозировках (в процентах к массе фарша): 5, 10, 15, 20, 25, 30. Динамика соответствующего изменения ВУС представлена на рис. 3.

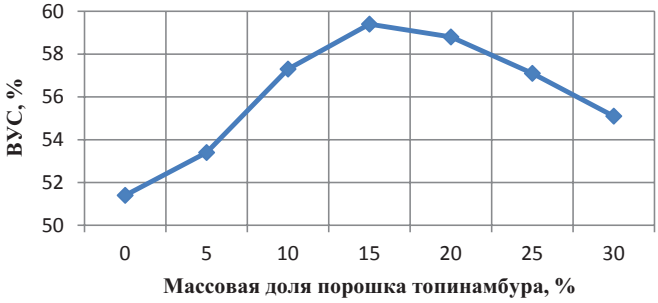


Рис. 3. Динамика изменения ВУС рыборастительных фаршей в зависимости от массы внесенного порошка топинамбура, %

Fig. 3. Dynamics of water-holding capacity for minced sardinella with addition of Jerusalem artichoke powder in dependence on the additive portion, %

Приведённые на рис. 3 данные свидетельствуют о том, что при внесении 5 % порошка топинамбура происходит незначительное увеличение ВУС фаршей (на 2 %) по сравнению с контрольным образцом (51,4 %). Максимальный рост ВУС (на 8,1 %) достигается при добавлении 15 % сухого порошка топинамбура к исследуемому рыбокостному фаршу. Последующее увеличение доли порошка топинамбура приводит к снижению ВУС, но не ниже значения уровня контрольного образца.

Для получения рыборастительной снековой продукции заданного качества в полученный рыборастительный фарш с содержанием добавки из топинамбура 15,0 % добавляли 20 %-ный раствор альгината натрия в количестве 0,5 % к массе фаршевой смеси, соль профилактическую «Валетек», в которой 40,0 % натрия заменено на калий и магний, в количестве 1,5 %. Профилактическую соль вносили для повышения функциональных свойств готовой продукции по содержанию калия и магния. Композицию формовали в виде тонких пластинок, которые подвергали обезвоживанию в режиме вяления рыбы до массовой доли воды 18 %, после чего образцы разрезали на полоски толщиной 2–3 мм. В результате получали высушенную снековую продукцию типа «соломки», которая имела коричневый цвет поверхности, приятные специфические сладковатые аромат и вкус, плотную, но хрустящую однородную консистенцию.

Данные по анализу химического состава экспериментальных снековых изделий, обогащенных компонентами топинамбура, в сравнении с контрольными сушеными рыбокостными образцами (без обогащения топинамбуром) представлены в табл. 2.

Таким образом, внесение порошка топинамбура в тонко измельченную рыбокостную массу с последующей сушкой полученного полуфабриката способствует получению продукта, функционального по содержанию инулина (степень удовлетворения суточной потребности 75 %), с обогащенным минеральным составом, при этом по содержанию макроэлементов (кальций, фосфор, калий, магний) готовый продукт также можно отнести к изделиям функционального уровня (ГОСТ Р 52349-2005).

Таблица 2

Сравнительная характеристика химического состава и физиологических свойств экспериментальных и контрольных образцов снеков, приготовленных на основе позвоночных хребтов сардинеллы

Table 2

Comparative characteristics of chemical composition and physical properties of experimental and control samples of snacks on basis of sardinella backbones

Показатель	Рекомендуемая физиологическая суточная норма потребления (МР 2.3.1.2432-08)	Экспериментальные снеки (с топинамбуром, дозировка 30 %)		Контрольные снеки (без топинамбура, рыбокостные)	
		Содержание	Удовлетворение суточной потребности, %	Содержание	Удовлетворение суточной потребности, %
Белок, г	80	20	25,0	36	45
Углеводы, г	320	55	17,2	–	–
Инулин, г	20	15	75,0	–	–
Липиды, г	80	2,5	3,0	6,5	8,1
Вода	–	18	–	19	–
Кальций, мг	1200	2100	175,0	3075	256
Магний, мг	400	89	22,3	147	36,7
Калий, мг	2500	750	30,0	1600	64,0
Фосфор, мг	800	1100	137,5	1800	225

Объекты водного промысла потенциально могут быть неблагополучными по показателям безопасности (Лаженцева, 2011). В табл. 3 представлены данные анализа показателей безопасности готовой продукции.

Таблица 3

Показатели безопасности сушеных рыборастительных снеков на основе позвоночных хребтов сардинеллы и топинамбура, мг/кг (для радионуклидов — Бк/кг), не более

Table 3

Safety indices (no more than) for dried snacks on basis of sardinella backbones and Jerusalem artichoke, mg/kg (Bq/kg for radionuclides)

Показатель	Допустимый уровень	Фактическое значение
Токсичные элементы		
Свинец	1,0	0,39 ± 0,08
Мышьяк	5,0	0,25 ± 0,05
Кадмий	0,2	0,06 ± 0,01
Ртуть	0,5	0,06 ± 0,01
Радионуклиды		
Цезий-137*	130	< 9,65
Стронций-90*	100	
Пестициды		
ГХЦГ (α, β, γ — изомеры)	0,2	0,0038 ± 0,0013
ДДТ и его метаболиты	0,4	0,0044 ± 0,0015
Нитрозамины		
Сумма НДМА и НДЭА	0,003	< 0,001
Полихлорированные бифенилы	2,0	0,0050 ± 0,0028

Из данных табл. 3 следует, что разработанные рыборастительные снеки, отнесенные к группе сушеных рыбных изделий, полностью удовлетворяют требованиям безопасности, регламентированным в Техническом регламенте Таможенного союза (ТР ТС 021/2011).

Выводы

Установлены рациональные параметры термообработки позвоночных хребтов сардинеллы, позволяющие их тонко измельчать до однородной гомогенной массы и использовать в качестве основы в технологии рыборастительных сушеных снеков с

добавлением порошка топинамбура: температура 115 °С, давление 172,2 кПа, продолжительность обработки 100 мин.

Разработанные рыборастительные снеки на основе полученной рыбокостной массы и клубней топинамбура могут быть отнесены к категории функциональной продукции, поскольку 100 г готового продукта удовлетворяют физиологически обоснованную суточную потребность организма в инулине на 75,0 %, кальции — 175,0, фосфоре — 137,5, магнии — 22,3, в калии на 30,0 %.

Разработанный рыборастительный продукт можно рекомендовать употреблять лицам, страдающим сердечно-сосудистыми, нервными и костными заболеваниями, что обусловлено высоким содержанием инулина и наличием функциональных макроэлементов.

Новый вид рыборастительных снеков соответствуют по безопасности действующим санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к рыбной продукции.

Список литературы

Биденко М.С., Рамбеза Е.Ф. Влияние соотношения растворимых белковых фракций мышечной ткани рыбы на качество мороженого рыбного фарша // Тр. АтлантНИРО. — 1978. — Вып. 75. — С. 64–69.

Калининградская область в цифрах. 2015 : краткий статистический сборник / под. ред. Е.С. Александрова, Л.А. Кононова. — Калининград : Калининградстат, 2015. — 150 с.

Лаженцева Л.Ю. Микробиологическая безопасность продуктов из морских гидробионтов // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. «Инновационные технологии переработки продовольственного сырья». — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2011. — С. 10–11.

Мезенова О.Я., Потапова В.А. Перспективы использования вторичного рыбного сырья для производства сушеных снеков // Изв. КГТУ. — 2014. — № 34. — С. 127–133.

Поступила в редакцию 29.09.16 г.