

**ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ
СУБПРОДУКТОВ РЫБ БАЛТИЙСКОГО БАССЕЙНА,
ПРОЯВЛЯЮЩИХСЯ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ,
С ПОЗИЦИИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПИЩЕВЫХ
ПРОДУКТАХ ТЕПЛОВОГО КОНСЕРВИРОВАНИЯ**

Т.В. Красакова, Т.Н. Рулева
ФГБНУ «АтлантНИРО», г. Калининград
krasakova_conserv@atlantniro.ru, ruleva@atlantniro.ru

Красакова Т.В., Рулева Т.Н. Оценка функциональных свойств субпродуктов рыб Балтийского бассейна, проявляющихся при технологической обработке, с позиции их использования в пищевых продуктах теплового консервирования // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Том 1, № 2. Калининград : АтлантНИРО. С. 56–73.

Представлены результаты исследований по оценке ряда функционально-технологических свойств, проявляющихся под воздействием механического, химического и термического (теплового) факторов, для субпродуктов, образующихся при разделке трески балтийской, сельди балтийской и судака. Дана характеристика и обсуждены особенности химического и тканевого составов двух групп – костных и соединительнотканых – субпродуктов этих рыб Балтийского моря и его заливов. Оценены функционально-технологические свойства измельченных субпродуктов, в том числе в составе моно- и поликомпонентных пищевых систем, после механического, химического и теплового воздействия. Это позволило выявить их технологический потенциал как объектов для промышленной переработки на консервированную теплом пищевую продукцию. Дана аналитическая оценка их функционально-технологических свойств по степени их выраженности по предложенной для мясных субпродуктов градационной шкале. Подтверждена тенденция к сохранению уровня функционально-технологических свойств измельченных субпродуктов в составе пищевых систем на их основе после высокотемпературной обработки в герметично укупоренной упаковке. Предложены технологические приемы, приводящие к изменению состояния соединительнотканых субпродуктов и повышению их способности к измельчению, путем кратковременной тепловой обработки (в воздушной и паровой среде и в воде) и химической обработки слабыми растворами пищевых кислот в условиях охлаждения. Сделано заключение, что обсуждаемые виды субпродуктов, образующиеся при разделке рыб Балтийского бассейна – трески балтийской, сельди балтийской и судака – на предприятиях области могут рассматриваться как дополнительный источник сырья для изготовления пищевой рыбной продукции, прежде всего теплового консервирования.

Ключевые слова: треска балтийская, судак, сельдь балтийская, субпродукты, функционально-технологические свойства, продукты теплового консервирования рыбы

Krasakova T. V., Ruleva T.N. Evaluation of the functional properties of fish by-products of the Baltic Sea and its basin, manifested under the influence of technological processing from the point of their effective use in products of heat preservation // Trudy AtlantNIRO. 2017. New series. Vol. 1, № 2. Kaliningrad : AtlantNIRO Publ. P. 56–73.

Results of the studies on evaluation of a number of functional and technological properties, which are manifested under the influence of mechanical, chemical and thermal (thermal) factors, for

by-products formed when cutting Baltic cod, Baltic herring and pike-perch are presented. Characteristics and peculiarities of chemical and tissue compositions of two groups (bone and connective tissue) of by-products of these fishes of the Baltic Sea and its lagoons are given and discussed. The functional and technological properties of minced by-products are estimated, including in the mono- and polycomponent food systems composition, after mechanical, chemical and heat treatment. This allowed us identifying their technological potential as the objects for manufacturing of heat preservation production. An analytical assessment of their functional and technological properties is given in terms of the degree of their manifestation according to the gradation scale proposed for meat by-products. The tendency to maintain the level of functional and technological properties of minced by-products in food systems composition which are based on them after high-temperature treatment in vacuum corked packaging is confirmed. Technological methods are suggested that lead to a change in the state of the connective tissue by-products and increase of their ability to be minced by short-term heat treatment (in the air and steam medium, and in the water) and chemical treatment with diluted solutions of food acids under cooling conditions. It is concluded that the types of by-products discussed that are produced during the cutting of the Baltic Sea fish – Baltic cod, Baltic herring and pike perch – can be considered by the regional enterprises as an additional source of raw material for manufacturing of fish production, primarily, the ones of heat preservation.

Keyword: Baltic cod, pike perch, Baltic herring, by-product, functional and technological properties, fish production of heat preservation

Введение

Согласно Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2020 года, существует ряд препятствующих его развитию внешних и внутренних угроз, одна из которых – «низкий уровень использования водных биоресурсов» [Приказ Федерального агентства по рыболовству..., 2009]. Для достижения к 2020 г. лидирующих позиций нашей страны среди мировых рыболовных держав, «обеспечения глобальной конкурентоспособности вырабатываемых отечественным рыбохозяйственным комплексом товаров ...» необходимо осуществить переход «от экспортно-сырьевого ... к инновационному типу развития на основе сохранения, воспроизводства, рационального использования водных биоресурсов» [Приказ Федерального агентства по рыболовству..., 2009]. В условиях ограниченности ресурсного обеспечения береговой обрабатывающей базы Западного бассейна (г. Санкт-Петербург, Ленинградская и Калининградская области) и в связи с перспективой ввода в регионе мощностей рыбоконсервных производств свыше 100 муб [Приказ Федерального агентства по рыболовству..., 2009] одним из приоритетов регионального развития должно стать вовлечение вторичного рыбного сырья в процесс изготовления пищевой продукции. В Калининградском регионе к нему следует отнести прежде всего второстепенные части, образующиеся при разделке трески балтийской, сельди балтийской, шпрота и судака, имеющих важное локальное промысловое значение.

Согласно действующим в РФ документам, по стандартизации субпродукты рыбные подразделяются на виды с соответствующим терминологическим обеспечением [ОСТ 15-414–2004, ГОСТ 21607-2008]. В настоящее время большая часть из них является вторичным сырьем, малоиспользуемым для целей массовой пищевой промышленной переработки, и поэтому направляется на кормовую и техническую продукцию или частично утилизируется без использования. Доля пищевой продукции из рыбных субпродуктов («наборов рыбных для ухи» охлажденных и мороженых, «теши рыб» копченой и соленой, консервов типа «рагу», получаемых из ценных крупных видов рыб, а также консервов типа «паштет шпротный», допускающих использование части голов мелких сельдевых рыб), ничтожно мала по отношению к объемам, в которых они образуются при промышленной переработке рыбы.

Анализ данных о тканевом составе второстепенных частей рыбы, полученных после разделки трески балтийской на филе и сельди балтийской на тушку, позволил выделить следующие субпродукты: головы сельди балтийской с приголовной частью, включая прирези мяса, плечевые кости, калтычок, грудные плавники; головы обезжабренные трески балтийской с приголовной частью, включая незначительные прирези мяса; плечевые кости трески

балтийской с прирезами мяса, грудными и брюшными плавниками; позвоночные кости трески балтийской с реберными костями, прирезами мяса, спинными, анальными и хвостовыми плавниками; кожа трески балтийской с незначительными прирезами мяса [Красакова, Рулева, 2015]. Их потенциальный годовой объем в Калининградской области может составить для трески балтийской 3000 т, в том числе головы – более 1500 т (при вылове на уровне 7000 т) и для сельди балтийской – более 4000 т (при вылове – 20000 т). Принимая во внимание уникальный химический состав и пищевую и биологическую ценность рыб, целесообразно более эффективное использование на пищевые цели «вторичного сырья» в виде субпродуктов в условиях предприятий береговой обрабатывающей базы Западного бассейна [Приказ Федерального агентства по рыболовству..., 2009].

Специфичность нутриентного состава субпродуктов рыбы связана с особенностями их тканевого состава, отличающегося от разделанной и/или неразделанной рыбы меньшим соотношением массовых долей мышечной и соединительной (костной) тканей [Клейменов, 1971; Справочник ..., 1998; Справочник ..., 1999; Skierka et al., 2007; Kołodziejska et al., 2008; Красакова, Рулева, 2015]. Так, в составе сухих веществ отдельных субпродуктов уровень белка и жира сопоставим с таковым для целой и разделанной рыбы [Красакова, Рулева, 2015]. Высокое содержание белка отмечено для субпродуктов трески, особенно кожи: уровень белка в ней составил около 90 % к сухому веществу. По содержанию жира головы сельди балтийской с приголовной частью, включая прирезы мяса, плечевые кости, калтычок и грудные плавники, сопоставимы и даже превышают уровень, характерный для целой и разделанной рыбы [Клейменов, 1971; Красакова, Рулева, 2015]. В случае высокой массовой доли костной ткани в субпродуктах отмечено значительное содержание золы в сухом веществе. Ее максимальное содержание выявлено в голове трески балтийской из-за низкой доли мышечной ткани в составе данного субпродукта. Это позволяет рассматривать костные субпродукты рыб Балтийского моря и его заливов как источник ключевых макроэлементов – кальция и фосфора [Красакова, Рулева, 2015].

В отличие от разделанной рыбы, в составе которой доминируют мышечные белки (актин и миозин), существенно влияющие на технологические и потребительские свойства готовых продуктов, ключевой особенностью костных и соединительнотканых субпродуктов рыбы является преобладание в их составе белка коллагена на фоне низкой массовой доли мышечных белков [Eastoe, 1957; Gildberg et al., 2002; Kittiphattanabawon et al., 2005; Muyonga et al., 2004; Nagai, Suzuki, 2000; Nagai et al., 2004; Sadowska et al., 2003; Skierka et al., 2006].

К основным функциональным свойствам белков относят способность к образованию структуры геля (желированию) в результате их взаимодействия в системе «белок – белок», связыванию и удерживанию воды в системе «белок – вода», поглощению и удерживанию жира в системе «белок – липиды», а также к стабилизации дисперсных систем [Жаринов и др., 1994]. Функциональные свойства белков, проявляющиеся в определенных условиях при взаимодействии с другими компонентами пищевых систем, недостаточно исследованы в случае технологических процессов, отдельных операций, совокупно осуществляемых при производстве, хранении и употреблении пищевых продуктов сложного состава.

Под воздействием тепловой обработки как результат гидролиза нековалентных, межмолекулярных, внутримолекулярных связей коллагена образуется его аморфная форма, называемая желатином, в которой и проявляются функциональные свойства коллагена – водосвязывающее, гелеобразующее, жиросвязывающее, стабилизирующее и текстурирующее [Gómez-Guillén et al., 2002; Ikoma et al., 2003; Karim, Bhat, 2009; Kim, Park, 2004; Muyonga et al., 2004; Nagai et al., 2004; Sathivel et al., 2003; Zhou, Regenstein, 2005]. В случае проблематичности осуществления механической обработки путем измельчения субпродуктов рыбы, имеющих покровные ткани (кожу, чешую), используют предварительную химическую обработку реагентами (кислотой, щелочью и др.), достигая разрыва связей в тройной скрученной спирали коллагена [Giménez et al., 2005; Gómez-Guillén, Montero, 2001; Kołodziejska et al., 2004; Morimura et al., 2002; Yamaguchi et al., 1976]. При этом гелевая структура желатина способна выдерживать высокие значения температуры, что подтверждает возможность использования желирующего агента из белков субпродуктов рыбы в стерилизованных консервах [Kołodziejska, 2004]. Выявлен также эффект упрочнения структуры консервированных формованных рыбных

изделий за счет нутриентов костной и/или соединительной тканей во взаимосвязи со степенью их измельчения [Красакова, Рулева, 2007].

Принимая во внимание наличие полноценной в пищевом отношении мышечной ткани, составляющей в субпродуктах отдельных видов до 50 % – позвоночных костях (с прирезами мяса, с остатками реберных костей), плавниках (с прирезами мяса) и головах с приголовной частью (с плечевыми костями и прирезами мяса), и возможность эффективного разваривания костной и соединительной тканей в процессе высокотемпературной обработки [Флауменбаум, Добробабина, 1988; Флауменбаум и др., 1993; Артюхова, Барал, 1966; Артюхова и др., 1987; Ятченко и др., 1986], соединительнотканые и костные субпродукты рыбы могут служить сырьем для изготовления консервированной теплом пищевой продукции, включающей стерилизованные консервы, термостабилизированные и пастеризованные продукты.

Цель данного исследования – изучение и обоснование возможности использования костных и соединительнотканых субпродуктов, образующихся при разделке рыб Балтийского моря и его заливов, для изготовления пищевых продуктов тепловой переработки рыбы путем оценки степени выраженности и стабильности ряда целевых функционально-технологических свойств тканей, проявляющихся под воздействием механических, химических и тепловых факторов, связанных с технологическим процессом теплового консервирования.

Материал и методы

Исследования выполнены на выловленных в апреле–июне 2016 г. промысловых рыбах Балтийского моря и его заливов – российской части Вислинского (Калининградского) и Куршского заливов. Были исследованы субпродукты, полученные при разделке 110 экз. трески балтийской *Gadus morhua callaria* с промысловой длиной 26–50 см (мода 35–40 см), 90 экз. сельди балтийской (салаки) *Clupea harengus membras* длиной 13–15 см и 55 экз. судака *Stizostedion lucioperca* длиной 45–55 см.

Субпродукты были разделены на две группы: а) **костные** (головы сельди с приголовной частью, включая прирезы мяса, плечевые кости, калтычок, грудные плавники; головы обезжабренные трески балтийской с приголовной частью, включая незначительные прирезы мяса; головы обезжабренные судака с приголовной частью, включая незначительные прирезы мяса; плечевые кости трески с прирезами мяса, грудными и брюшными плавниками; плечевые кости судака с прирезами мяса, калтычком, грудными и брюшными плавниками; позвоночные кости трески с реберными костями, прирезами мяса, спинными, анальными и хвостовым плавниками; позвоночные кости судака с реберными костями, прирезами мяса, спинными, анальными и хвостовыми плавниками) и б) **соединительнотканые** (кожа трески с незначительными прирезами мяса; кожа судака с чешуей и незначительными прирезами мяса).

Образцы этих субпродуктов были заготовлены в производственных условиях при разделке охлажденной рыбы ручным способом. Полученные второстепенные части рыбы аккумулялировали в помещении для разделки в течение 4 ч при температуре 10–12 °С, сортировали, промывали и дополнительно разделяли следующим образом: головы промывали от сгустков крови, остатков внутренностей, слизи и других загрязнений; у голов трески и судака удаляли жабры, отделяли плечевые кости с грудными и брюшными плавниками, промывали, выдерживали для стекания влаги; у позвоночных костей трески и судака вскрывали почку, удаляли промыванием сгустки крови и другие загрязнения, выдерживали для стекания влаги; кожу трески и судака промывали от загрязнений. После стекания влаги (не менее 5 мин) подготовленные субпродукты рыбы замораживали и хранили при температуре минус 18 °С в течение 1–2 месяцев.

Для оценки функционально-технологических свойств исследуемых субпродуктов рыб под воздействием различных факторов в лабораторных условиях моделировали следующие основные процессы:

– механические – измельчение костных субпродуктов на измельчителе (типа «волчок») с диаметром отверстий решетки 7,5 мм с последующим куттерованием в течение 3 мин (режим измельчения 1) и с диаметром отверстий решетки 7,5 мм и 4,7 мм последовательно с

куттерованием в течение 3 мин (режим измельчения 2); измельчение соединительнотканых субпродуктов куттерованием в течение 30 с;

– химические – посол сухой поваренной солью (до достижения в образце массовой доли хлористого натрия 1,5 %), подкисление костных субпродуктов 70 % раствором уксусной кислоты (до достижения в образце массовой доли уксусной кислоты 0,1 % и 0,3 %), обработка соединительнотканых субпродуктов водными растворами уксусной, молочной, винной кислот концентрацией 0,3 – 6,0 %.

– тепловые – высокотемпературная обработка (при 120 °С) в герметично укупоренной жесткой упаковке вместимостью 110 см³ в течение 35–40 мин; предварительная тепловая обработка (кожи без чешуи) запеканием при 100 °С в течение 5 мин или варкой в воде при 75–80 °С в течение 20 мин с последующей высокотемпературной обработкой.

Для изготовления образцов как пищевых систем типа «фарш» размороженные на воздухе (температура не выше 10 °С) костные субпродукты (температура минус 5 – минус 2 °С) измельчали на мясорубке «[Tefal Le Hachoir ME7001](#)» с диаметром отверстий решетки 7,5 мм с последующим куттерованием (после внесения пищевых компонентов) на измельчителе «Bosh MMR 0801» в течение 3 мин (режим измельчения 1) и с диаметром отверстий решетки 7,5 мм и 4,7 мм последовательно с куттерованием (после внесения пищевых компонентов) в течение 3 мин (режим измельчения 2), не допуская повышения температуры фарша выше 10 °С. В качестве компонентов вносили соль поваренную пищевую (ГОСТ Р 51574-2000) в дозировке 1,5 %, воду питьевую – 3, 6, и 10 %, масло подсолнечное рафинированное дезодорированное 1 сорта (ГОСТ 1129-2013) – 5, 8 и 10 %, кислоту уксусную пищевую (ГОСТ Р 55982-2014) в количестве, обеспечивающем уровень общей кислотности фарша 0,1 и 0,3 % (по уксусной кислоте). Полученную массу фасовали в металлические банки вместимостью 110 см³, герметично укупоривали металлической крышкой и стерилизовали при температуре 120 °С в течение не менее 40 мин.

Для изготовления образцов как пищевых систем типа «заливное», «фарш» и «паштет» размороженную на воздухе (температура не выше 10 °С) кожу судака с чешуей (температура минус 5 – минус 2 °С) замачивали в растворе уксусной (0,1 М) или молочной (0,7 М), или лимонной (0,35 М) кислот в течение 16 ч при соотношении кожи и раствора 1:3,5; кожу трески (температура минус 5 – минус 2 °С) замачивали в растворе уксусной (0,05 М) кислоты при соотношении кожи и раствора 1:3 в течение 2 или 10 ч при 20 °С или 2 ч при 10 °С. Кожу трески варили в воде при температуре 75–80 °С в течение 20 мин при соотношении кожи и воды 1:3 или запекали в воздушной среде 5 мин при температуре 100 °С. После выдержки в растворе кислоты или предварительной тепловой обработки и внесения соли поваренной пищевой в дозировке 1,5 % к массе образца кожу трески и кожу судака с чешуей вместе с жидкой частью (раствором кислоты или бульоном) куттеровали на измельчителе «Bosh MMR 0801» в течение 30 с. Полученную массу фасовали в металлические банки вместимостью 110 см³, герметично укупоривали металлической крышкой и стерилизовали при температуре 120 °С в течение 35–40 мин.

Технологические свойства костных и соединительнотканых субпродуктов характеризовали функциональным состоянием пищевых систем на их основе (с добавлением или без добавления пищевых компонентов) перед и после высокотемпературной тепловой обработки в замкнутом объеме упаковки, которое оценивали путем определения следующих показателей:

– водосвязывающей способности (ВСС) – по количеству влаги, выделившейся в результате прессования (по массе прессованной пробы или площади «влажного» пятна) по методу Р. Грау и Р. Хамма в модификации В. П. Воловинской и Б. А. Кельман [ГОСТ 7636–85] и центрифугирования пробы по методу Вартамяна [Антипова, 2001];

– жиросвязывающей способности (ЖСС) – по количеству жира, выделившегося в результате центрифугирования пробы [Антипова, 2001];

– водоудерживающей способности (ВУС) – по количеству воды в пробе, выделяемой в бульон после тепловой обработки образца [Салаватулина и др., 1983];

– жируудерживающей способности (ЖУС) – по количеству жира в пробе, выделяемого в бульон после тепловой обработки образца [Салаватулина и др., 1983];

- устойчивости фаршевой эмульсии/массы (УЭ) – по количеству выделяемого бульона после тепловой обработки образца [Салаватулина и др., 1983];
- пластичности – по площади, образованной в результате прессования пробы по методу Р. Грау и Р. Хамма в модификации В.П. Воловинской и Б.А. Кельман [Антипова, 2001];
- способности к измельчению – по видимому нарушению целостности образца кожи при куттеровании на измельчителе «Bosh MMR 0801» в течение 1 мин;
- прироста (потери) массы – взвешиванием до и после обработки.

Массовую долю сухих веществ и воды определяли по ГОСТ 7636–85 методом высушивания при 100–105 °С, белка – по ГОСТ 7636–85 методом Къельдаля по общему азоту (для всех видов субпродуктов коэффициент пересчета общего азота на протеин, равный 6,25), жира – экспресс-экстракцией растворителем после обезвоживания сульфатом натрия, золы – по ГОСТ 7636–85 сжиганием навески, активную кислотность – по ГОСТ 28972-91 потенциометрическим методом, органолептические показатели и массовую долю составных частей (бульона) в консервах – по ГОСТ 26664-85.

Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами при доверительной вероятности 0,95. Экспериментальные исследования проводились в 3-кратных повторениях.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований были выявлены основные характеристики химического состава и функционально-технологических свойств (водосвязующей и жиротривающей способности и пластичности) различных костных субпродуктов трески, сельди и судака, измельченных по режиму 1 (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав и значения показателей, характеризующих ключевые функционально-технологические свойства фаршей (режим измельчения 1) из костных субпродуктов трески балтийской, сельди балтийской и судака
Chemical composition and values of indicators characterizing the key functional properties of minced meat (mincing mode 1) from bone by-products of cod, herring and pike perch

Наименование показателя	трески Плечевые кости	трески Позвоночные кости	трески Головы обезжиренные	судака Плечевые кости	судака Позвоночные кости	судака Головы обезжиренные	Головы сельди
Вода, %	75,4±1,2	74,3±0,9	76,3±1,1	75,6±1,2	70,2±1,0	72,7±1,3	76,5±1,1
Жир, %	0,8±0,0	0,8±0,0	1,3±0,0	2,9±0,0	6,1±0,1	4,3±0,1	6,2±0,1
Белок, %	18,0±0,3	18,1±0,4	14,1±0,2	15,2±0,3	14,6±0,3	13,8±0,2	12,9±0,2
Зола, %	5,7±0,1	7,6±0,1	8,3±0,1	6,1±0,1	9,1±0,1	8,8±0,1	4,4±0,1
pH, ед	7,6±0,1	7,6±0,1	7,7±0,1	7,3±0,1	7,3±0,1	7,4±0,1	7,0±0,1
ВСС метод прессования по пятну, % к массе фарша / % к массе воды	55±3 72±4	67±4 90±5	54±3 70±4	57±3 75±4	62±3 88±5	56±3 77±4	55±3 72±4
ВСС метод прессования по массе, % к массе фарша / % к массе воды	46±2 62±3	55±2 74±3	45±2 60±2	46±2 61±3	52±2 74±3	45±2 62±3	44±2 57±2
ВСС метод центрифугирования, % к массе	72±3 96±4	64±3 87±4	60±2 79±3	62±3 82±4	61±3 87±4	60±2 83±3	60±2 78±3

уровнем показателя ВСС (71–77 % к массе воды) на верхней границе диапазона, характерного для говяжьего мяса голов и пищевода.

Характеристика химического состава и функционально-технологических свойств – водосвязывающей, жиросвязывающей способности и пластичности пищевых систем различного компонентного состава, изготовленных на основе костных субпродуктов трески балтийской и сельди балтийской, измельченных по разным режимам, приведены в табл. 3–5.

Таблица 3

Химический состав и значения показателей, характеризующих ключевые функциональные свойства фаршей (режимы измельчения 1 и 2) из плечевых костей трески балтийской (с прирезами мяса, грудными и брюшными плавниками) с добавлением поваренной соли (1,5 % к массе фарша), уксусной кислоты (0,3 % к массе фарша) и растительного масла (10 % к массе фарша)

Chemical composition and values of indicators characterizing the key functional properties of minced meat (mincing mode 1 and 2) from Baltic cod collarbones (with meat cuts, pectoral and pelvic fins) with addition of table salt (1.5 % to the mass of minced meat), acetic acid (0.3 % to the mass of minced meat) and vegetable oil (10 % to the mass of minced meat)

Наименование показателя	Режим измельчения/компонентный состав фарша				
	режим 1 /соль	режим 1 /соль	режим 1 /соль	режим 1 /соль	режим 1 /соль
Вода, %	74,4±1,2	74,6±1,2	65,7±0,9	68,4±1,0	66,4±0,8
Жир, %	0,8±0,0	0,8±0,0	11,3±0,1	11,1±0,1	11,1±0,1
Белок, %	17,7±0,3	17,7±0,3	16,2±0,2	15,8±0,2	15,8±0,2
Зола, %	7,1±0,1	7,1±0,1	6,9±0,1	6,5±0,1	6,3±0,1
рН, ед	7,4±0,2	7,3±0,2	7,5±0,2	7,4±0,2	6,5±0,2
ВСС метод прессования по пятну, % к массе фарша / % к массе воды	<u>62±3</u> 83±4	<u>60±3</u> 81±5	<u>62±3</u> 94±5	<u>55±3</u> 80±4	<u>60±3</u> 90±4
ВСС метод прессования по массе, % к массе фарша / % к массе воды	<u>50±2</u> 67±3	<u>48±2</u> 64±2	<u>44±2</u> 67±3	<u>41±1</u> 60±2	<u>39±1</u> 59±2
ВСС метод центрифугирования, % к массе фарша / % к массе воды	<u>71±3</u> 95±4	<u>70±3</u> 94±4	<u>63±2</u> 96±4	<u>66±3</u> 96±4	<u>60±3</u> 90±4
Пластичность, см ² /г	9,0±0,2	7,4±0,1	10,1±0,2	11,2±0,3	12,4±0,3
ЖСС, % к массе фарша / % к массе жира	–	–	<u>11±0</u> 97±4	<u>11±0</u> 97±4	<u>10±0</u> 94±4

Таблица 4

Химический состав и значения показателей, характеризующих ключевые функциональные свойства фаршей (режим измельчения 1) из позвоночных костей трески балтийской (с реберными костями, прирезами мяса, спинными, анальными и хвостовым плавниками) с добавлением поваренной соли (1,5 % к массе фарша) и различного количества воды питьевой и/или растительного масла

Chemical composition and values of indicators characterizing the key functional properties of minced meat (mincing mode 1) from Baltic cod backbones (with rib bones, meat cuts, dorsal, anal, caudal fins) with addition of table salt (1.5 % to the mass of minced meat) and different quantity of water and/or vegetable oil

Наименование показателя	Компонентный состав фарша									
	Вода или масло					Вода и масло				
Количество	–	3	6	10	–	3	3	3	5	5

добавленной воды, % к массе фарша											
Количество добав- ленного масла, % к массе фарша	–	–	–	–	10	5	8	10	5	8	10
Вода, %	75,2±1,1	76,7±1,2	76,4±1,1	77,0±1,2	66,5±0,9	72,6±1,1	71,5±1,1	68,4±0,9	71,5±1,0	72,7±1,0	71,7±1,0
Жир, %	0,8±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	11,2±0,1	6,1±0,1	8,6±0,1	10,9±0,1	6,0±0,1	8,4±0,1	10,7±0,1
Белок, %	17,6±0,3	17,1±0,3	16,6±0,3	15,7±0,2	15,7±0,2	16,1±0,2	15,7±0,2	15,3±0,2	15,7±0,3	15,3±0,3	14,9±0,2
Зола, %	8,9±0,1	8,7±0,1	8,5±0,1	8,1±0,1	8,1±0,1	8,3±0,1	8,1±0,1	7,9±0,1	8,1±0,1	7,9±0,1	7,8±0,1
pH, ед	7,2±0,1	7,3±0,1	7,3±0,1	7,4±0,1	7,3±0,1	7,4±0,1	7,4±0,1	7,4±0,1	7,4±0,1	7,3±0,1	7,5±0,1

Окончание табл. 4

Наименование показателя	Компонентный состав фарша										
	Вода или масло					Вода и масло					
ВСС метод прессо- вания по пятну, % к массе фарша / % к массе воды	59±3 79±4	72±4 94±5	62±3 81±4	56±2 73±4	63±3 95±5	62±3 85±5	63±3 88±5	49±2 72±4	67±4 94±5	55±3 75±4	62±3 87±5
ВСС метод прессо- вания по массе, % к массе фарша / % к массе воды	48±2 64±2	55±2 72±3	47±2 62±2	38±2 49±2	43±2 65±2	52±2 71±3	45±2 63±2	36±2 53±2	51±2 71±3	34±2 47±2	42±2 58±2
ВСС метод центри- фугирования, % к массе фарша / % к массе воды	64±2 85±4	67±3 87±4	61±2 80±3	62±2 81±3	60±2 90±4	57±2 79±3	60±2 84±4	57±2 83±3	59±2 83±3	61±2 84±3	60±2 82±3
Пластичность, см ² /г	6,4±0,2	6,3±0,2	8,1±0,2	10,7±0,2	38,9±0,3	7,4±0,2	9,1±0,3	9,4±0,3	9,1±0,3	12,5±0,4	12,1±0,4
ЖСС, % к массе фарша / % к массе жира	–	–	–	–	10±1 90±4	4±0,7	7±0 87±4	10±1 90±4	5±0 79±3	7±0 83±3	9±1 87±4

Добавление хлористого натрия в дозировке 1,5 % к массе, повышающей растворимость актина и миозина и снижающей их комплексообразование, привело к незначительному повышению водосвязывающей способности пищевых систем на основе отдельных костных субпродуктов: при определении прессованием – на 7 % и 11 % для плечевых костей трески балтийской и голов сельди балтийской соответственно. Это не привело к увеличению степени выраженности свойства пластичности массы («ниже средней»), хотя значение показателя для плечевых костей трески балтийской и голов сельди балтийской увеличилось на 50 и 66 % соответственно по сравнению с бессолевыми образцами (табл. 1–5). Добавление хлористого натрия в дозировке 1,5 % к массе не повлияло на жиросвязывающую способность фарша.

Таблица 5

Химический состав и значения показателей, характеризующих ключевые функциональные свойства фаршей (режим измельчения 1) из голов сельди балтийской (с приголовной частью, включая прирезки мяса, плечевые кости, калтычок, грудные плавники) с добавлением поваренной соли (1,5 % к массе фарша) и различного количества уксусной кислоты

Chemical composition and values of indicators characterizing the key functional properties of minced meat (mincing mode 1) from Baltic herring heads (with the part close to the fish head, including meat cuts, collarbones, isthmus, pelvic fins) with addition of table salt (1.5 % to the mass of minced meat) and different quantity of acetic acid

Наименование показателя	Компонентный состав фарша		
	соль	соль, кислота (0,1 %)	соль, кислота (0,3 %)
Вода, %	74,5±1,1	74,5±1,1	74,6±1,1
Жир, %	6,1±0,1	6,1±0,1	6,1±0,1
Белок, %	12,7±0,2	12,7±0,2	12,7±0,2
Зола, %	6,7±0,1	6,7±0,1	6,8±0,1
pH, ед	6,8±0,1	6,5±0,1	6,1±0,1

ВСС метод прессования по пятну, %	<u>66±4</u>	<u>70±4</u>	<u>59±3</u>
к массе фарша /	88±5	94±5	79±4
% к массе воды			
ВСС метод прессования по массе, %	<u>49±3</u>	<u>54±3</u>	<u>33±3</u>
к массе фарша /	66±4	73±4	45±4
% к массе воды			
ВСС метод центрифугирования, % к	<u>56±3</u>	<u>53±3</u>	<u>48±3</u>
массе фарша /	75±4	71±4	64±4
% к массе воды			
Пластичность, см ² /г	12,1±0,4	10,5±0,3	15,8±0,5
ЖСС, % к массе фарша /	<u>5±0</u>	<u>4±0</u>	<u>4±0</u>
% к массе жира	76±3	71±3	64±2

При исследованных режимах измельчения фарши из плечевых и позвоночных костей с плавниками трески балтийской, имеющие низкую (менее 1 %) массовую долю жира (табл. 1), продемонстрировали более высокое значение ЖСС (90–97 % к массе жира) в случае добавления растительного масла (табл. 3, 4) по сравнению с фаршами из голов сельди балтийской с массовой долей нативного жира 6,1 % (76 % к массе жира) (табл. 5). При этом как функционально-технологическое свойство способность к связыванию жира для указанных измельченных костных субпродуктов (с добавлением хлористого натрия в дозировке 1,5 % к массе) охарактеризована как «низкая» – «ниже средней».

При варьировании массовой доли добавляемых воды и/или растительного масла в пищевых системах на основе позвоночных костей трески балтийской (массовая доля хлористого натрия 1,5 %) увеличение влагосвязывающей способности (68–75 % к массе влаги методом прессования) отмечено только в случаях внесения воды (в количестве 3 % к массе фарша) и воды и растительного масла (в количестве 3 и 5 %; 5 и 5 % к массе фарша) (табл. 4). Текстура измельченного фарша из позвоночных костей с добавлением соли характеризовалась как «плотная, суховатая» (пластичность около 6–7 см²/г – на нижней границе диапазона для степени выраженности «ниже средней»). Приемлемой текстуры фарши из позвоночных костей трески балтийской, измельченных после добавления воды и масла растительного, достигали при повышении пластичности свыше 9 см²/г (степень выраженности «ниже средней» – «средняя») (табл. 4). Достижение рационального соотношения белка, жира и воды (1,0:0,7:4,0) в пищевых системах на основе плечевых и позвоночных костей с плавниками трески балтийской путем добавления воды, соли и растительного масла (около 10 %) обеспечивает жиросвязывающую способность на уровне 90–97 % к массе жира (табл. 3, 4) при сохранении влагосвязывающей способности вторично структурированной массы.

Механическое воздействие на субпродукт трески, содержащий около 50 % костной и соединительной тканей, по режимам измельчения, отличающимся в части измельчения перед куттерованием, оказалось практически идентичным по влиянию на способность фаршевого полуфабриката связывать воду и жир (табл. 3). В случае несколько более высокой массовой доли жира (11 %) ослабление указанных функциональных свойств может быть связано с более высокой степенью измельчения и диспергирования сырой массы, предусматривающей измельчение на волчке с диаметром 7,5 мм и 4,7 мм последовательно с куттерованием в течение 3 мин (режим измельчения 2) (табл. 3).

Воздействие уксусной кислоты на белковые вещества костных субпродуктов (режим измельчения 1) – плечевых костей трески балтийской с добавлением растительного масла и голов сельди балтийской – приводило к снижению уровня активной кислотности от нейтральной (рН 7,5...6,8) до слабокислой области (6,1...6,5). Однако это не вызвало существенных изменений функционально-технологических свойств указанных пищевых систем в части проявления водосвязывающей и жиросвязывающей способностей и пластичности, за исключением фаршевых образцов с массовой долей кислоты 0,3 %, изготовленных из голов сельди балтийской без добавления растительного масла, проявивших менее выраженные свойства (ВСС методом прессования 45±3 % к массе воды, ЖСС 64±2 % к массе жира) (табл. 3, 5).

Для соединительнотканых субпродуктов трески и судака с незначительными прирезами мяса были также изучены химический состав и уровень активной кислотности (табл.6).

Указанные субпродукты практически не выделяли воды как при прессовании, так и ПРИ центрифугировании, даже в случае удержания до 15 % к массе кожи после непродолжительной мойки в проточной воде. Это позволило считать их водосвязывающую способность близкой к абсолютной по отношению к массе содержащейся в них воды.

Рассматриваемые соединительнотканые субпродукты, являясь покровными тканями рыбы, отличаются от костных субпродуктов низким содержанием (0,4–1,0 %) жира и существенно более высоким, в 1,5 – 2,0 раза, – белка (табл. 1, 6). В его основе – коллаген, придающий коже и чешуе высокую механическую прочность [Мазуров, 1974]. Поэтому кожа и кожа с чешуей трудно поддаются механическому измельчению, а также развариванию даже при высокотемпературной обработке, особенно в случае оставления чешуи. Кроме того, за счет высокого содержания золы в чешуе (32 % [Красакова, Рулева, 2015]) уровень зольных веществ в коже судака с чешуей в 1,2–1,8 раз выше, чем в разных костных субпродуктах судака (табл. 1, 6)

Таблица 6

**Химический состав и значения показателя активной кислотности (pH)
соединительнотканых субпродуктов трески балтийской и судака
Chemical composition and pH indicator values of connective tissue by-products
of Baltic cod and pike perch**

Наименование показателя	Кожа трески балтийской	Кожа судака с чешуей
Вода, %	69,7±0,9	59,3±0,8
Жир, %	0,4±0,0	1,1±0,0
Белок, %	27,1±0,3	29,7±0,3
Зола, %	3,0±0,0	10,8±0,2
pH, ед	7,1±0,1	7,2±0,1

Способность и эффективность измельчения кожи рыб в обычных условиях механического воздействия режущего инструмента (куттерования) кожи рыб достигается в результате изменения соединительнотканых белков, происходящих в процессе её предварительной химической и тепловой обработки (табл. 7). Предварительная обработка кожи судака с чешуей, осуществленная в сходных условиях (табл. 7), не привела к эффекту размягчения чешуи. Интенсивная её химическая обработка 6 %-ными растворами различных пищевых кислот была более результативна (табл. 8).

Таблица 7

**Характеристика состояния кожи трески балтийской (с незначительными прирезами мяса) после различной предварительной обработки
Characteristics of the condition of Baltic cod skin (with negligible meat cuts) after various pretreatment**

Наименование показателя	Вид и параметры обработки				
	Химическая (замачивание в 0,05 М растворе уксусной кислоты)			Тепловая	
	2 ч при 20 °С при соотношении кожи и раствора 1:3	10 ч при 20 °С при соотношении кожи и раствора 1:3	2 ч при 10 °С при соотношении кожи и раствора 1:3	варка в воде 20 мин при 75–80 °С при соотношении кожи и воды 1:3	запекание в воздушной среде 5 мин при 100 °С
Способность к	нет	нет	есть	есть	есть

измельчению рН, ед Прирост / потери массы	5,4±0,1 +20 %	5,0±0,1 +30 %	5,4±0,1 +180 %	7,1±0,1 +110 %	7,1±0,1 -20 %
--	------------------	------------------	-------------------	-------------------	------------------

Выраженное размягчение кожи трески с возможностью её последующего измельчения отмечено в случае тепловой обработки предложенными способами и режимами. При химической (кислотной) обработке эффективное её измельчение оказалось возможным только после 2 ч выдержки в условиях охлаждения (с выраженным эффектом набухания) (табл. 7). Для кожи судака с чешуей в аналогичных условиях эксперимента не происходило размягчения чешуи, требующей, возможно, более интенсивного воздействия за счет подбора температурно-временных параметров и продолжительности замачивания и/или концентрации реагента при химической обработке. Выраженный эффект воздействия на кожу судака с чешуёй имел место при её выдерживании в среде 6 %-ных растворов пищевых кислот (табл. 8). Наибольшей влагосвязывающей способностью обладали фаршевые системы на основе кожи с чешуей, обработанной раствором лимонной кислоты (самое низкое значение активной кислотности в ряду рН от 3,1 до 3,8). После такого кислотного воздействия в течение 16 ч (при соотношении субпродукта и раствора лимонной кислоты 1:3,5) ткани приобретали более выраженный белый оттенок и густую консистенцию.

Таблица 8

Характеристика состояния и водосвязывающей способности кожи судака с чешуей (с незначительными прирезами мяса) после предварительной обработки растворами различных кислот (в течение 16 ч при соотношении кожи и раствора 1:3,5)
Characteristics of the state and water-binding capacity of pike perch skin with scales (with negligible meat cuts) after pretreatment with solutions of various acids (for 16 hours at a skin-to-solution ratio of 1:3.5)

Наименование показателя	Вид кислоты, концентрация раствора		
	уксусная, 1 М*	молочная, 0,7 М*	лимонная, 0,35 М*
рН, ед	3,8±0,1	3,6±0,1	3,1±0,1
Прирост массы	+229 %	+188 %	+206 %
Способность к измельчению	есть	есть	есть
Массовая доля воды в фарше, %	84,1±0,9	83,0±0,9	85,2±1,1
ВСС фарша метод центрифугирования, % к массе фарша / % к массе воды	$\frac{45 \pm 2}{54 \pm 2}$	$\frac{54 \pm 2}{65 \pm 2}$	$\frac{82 \pm 3}{96 \pm 3}$

* 6 %-ный раствор

Выявленная гелеобразующая способность фаршей из соединительнотканых субпродуктов (кожи трески балтийской, кожи судака с чешуей), обработанных растворами кислоты, может быть сопоставлена со студнеобразующими свойствами, которые проявляют 3–5 % растворы пищевого желатина (животного происхождения) в результате последовательных тепловой (при 55 °С в течение 40 мин) и холодильной (при 5 °С в течение 24 ч) обработок. Кроме того, интенсивная химическая обработка кожи судака с чешуей растворами пищевых кислот – уксусной (1,0 М), молочной (0,7 М), лимонной (0,35 М), имеющих одинаковую концентрацию по массе реагента (6 %), привела к позитивному изменению функционально-технологических свойств тканей субпродукта в части проявления выраженной способности к измельчению (табл. 8).

Обсуждаемые выше полученные результаты относятся к оценке изменения свойств и состояния тканей костных соединительнотканых субпродуктов исследованных рыб под воздействием ряда факторов, моделирующих их предварительную подготовку и/или обработку. Тепловое консервирование рыбы предусматривает основной (результатирующий) технологический процесс – стерилизацию, при которой обрабатываемый полуфабрикат

подвергается высокотемпературной (как правило, при температуре выше 110 °С) продолжительной (до 60 мин) обработке в герметично укупоренной упаковке. Поэтому для рассматриваемых групп рыбных субпродуктов важна оценка стабильности выявленных функционально-технологических свойств, то есть степени их выраженности в консервированных теплом измельченных тканях, в том числе с добавленными пищевыми компонентами. Жироудерживающая способность (степень выраженности «ниже средней») различных пищевых систем в виде фаршей из костных субпродуктов трески и сельди оказалась достаточно стабильной после тепловой стерилизации образцов (массой нетто 100 г) вне зависимости от степени предварительного измельчения и подкисления фаршевой массы (табл. 9–11).

В опытных образцах консервов модельный продукт, изготовленный из плечевых и позвоночных костей трески с прирезами мяса, грудными и брюшными плавниками без добавления воды и растительного масла, имел выраженную плотную, от сухой до суховатой текстуру, поэтому требовалось более продолжительное его пережевывание для проглатывания. Отмеченная особенность качественного состояния таких фаршей отразилась на сниженном уровне значений показателя пластичности как одного из ключевых функционально-технологических свойств (табл. 9, 10). Для фаршевых систем, составленных на основе измельченных костных субпродуктов трески балтийской с добавлением растительного масла в количестве 10 % к массе полуфабриката и подвергшихся обработке с эффективной тепловой нагрузкой, установлены наиболее низкие уровни способности к удерживанию воды (ВУС 49–55 % к массе образца). Это может быть обусловлено в разных случаях как массовой долей белка менее 16 %, денатурацией его в слабокислой среде (рН 6,0), имеющей место уже на стадии измельчения по режиму 1, так и меньшим размером частиц тканей, получаемым при более эффективном измельчении костного субпродукта по режиму 2 (табл. 9, 10).

Таблица 9

Значения показателей, характеризующих ключевые функциональные свойства стерилизованных фаршей (режимы измельчения 1 и 2) из плечевых костей трески балтийской (с прирезами мяса, грудными и брюшными плавниками) с добавлением поваренной соли (1,5 % к массе фарша), уксусной кислоты (0,3 % к массе нетто) и растительного масла (10 % к массе фарша)

Values of the indicators characterizing the key functional properties of sterilized minced meat (mincing mode 1 and 2) from Baltic cod collarbones (with meat cuts, pectoral and pelvic fins) with addition of table salt (1.5 % to the mass of minced meat), acetic acid (0.3 % to the mass of minced meat) and vegetable oil (10 % to the mass of minced meat)

Наименование показателя	Режим измельчения/компонентный состав фарша				
	режим 1/соль	режим 1/соль	режим 1/соль	режим 1/соль	режим 1/соль
ВУС, % к массе образца	69±3	65±3	66±3	53±2	52±2
ЖУС, % к массе образца	—	—	10±1	9±1	8±1
УЭ, % к массе образца	93±2	90±2	90±2	85±1	81±2
Пластичность (для плотной части образца), см ² /г	7,6±0,2	7,5±0,2	10,0±0,3	9,5±0,3	7,0±0,2
Доля бульона, % к массе образца	7±2	10±2	10±2	15±1	19±2
рН, ед	6,8±0,1	6,7±0,1	6,8±0,1	6,8±0,1	6,0±0,1

Таблица 10

Значения показателей, характеризующих ключевые функциональные свойства стерилизованных фаршей (режим измельчения 1) из позвоночных костей трески балтийской (с реберными костями, прирезами мяса, спинными, анальными и хвостовым плавниками) с добавлением поваренной соли (1,5 % к массе фарша) и различного количества воды питьевой или растительного масла

Values of the indicators characterizing the key functional properties of sterilized minced meat (mincing mode 1) from Baltic cod backbones (with rib bones, meat cuts, dorsal, anal, caudal fins) with addition of table salt (1.5 % to the mass of minced meat) and different quantity of water or vegetable oil

Наименование показателя	Компонентный состав фарша				
Количество добавленной воды, % к массе фарша	–	3	6	10	–
Количество добавленного масла, % к массе фарша	–	–	–	–	10
ВУС, % к массе образца	62±3	62±3	60±3	57±3	51±2
ЖУС, % к массе образца	-	-	-	-	11±1
УЭ, % к массе образца	84±1	83±1	81±1	76±1	81±1
Пластичность (для плотной части образца), см ² /г	5,3±0,1	5,7±0,1	6,1±0,1	6,3±0,2	7,3±0,2
Массовая доля бульона, % к массе образца	16±1	17±1	19±1	24±1	19±1
pH, ед	6,8±0,1	6,9±0,1	6,7±0,1	6,8±0,1	6,7±0,1

Таблица 11

Значения показателей, характеризующих ключевые функциональные свойства стерилизованных фаршей (режимы измельчения 1) из голов сельди балтийской (с приголовной частью, включая прирези мяса, плечевые кости, калтычок, грудные плавники) с добавлением поваренной соли (1,5 % к массе фарша) и различного количества уксусной кислоты

Values of the indicators characterizing the key functional properties of sterilized minced meat (mincing mode 1) from Baltic herring heads (with the part close to the fish head, including meat cuts, collarbones, isthmus, pectoral fins) with addition of table salt (1.5 % to the mass of minced meat) and different quantity of acetic acid

Наименование показателя	Компонентный состав фарша		
	соль	соль, кислота (0,1 %)	соль, кислота (0,3 %)
ВУС, % к массе образца	65±3	63±3	62±3
ЖУС, % к массе образца	5±0	5±0	5±0
УЭ, % к массе образца	90±2	88±2	86±1
Пластичность (для плотной части образца), см ² /г	14,8±0,5	10,1±0,3	9,5±0,3
Массовая доля бульона, % к массе образца	10±2	12±2	14±1
pH, ед	6,1±0,1	5,9±0,1	5,5±0,1

В процессе нагревания мышечной ткани рыбы при тепловой обработке происходят изменения структуры белков, которые в диапазоне температуры от 40 до 120 °С вызваны их денатурацией и гидролизом, следовательно – сопровождаются отделением части тканевого её сока [Рулева, 1987]. В рыбоконсервной практике и документах по стандартизации жидкую фазу консервов из рыбы ассортиментных групп «натуральные», «натуральные с добавлением масла» называют бульоном, образующимся в процессе стерилизации в герметично укупоренной упаковке. В рассматриваемых пищевых системах на основе измельченных субпродуктов рыбы, в том числе с добавлением в них воды и растительного масла, количественная оценка жидкой фазы, образующаяся в герметичной упаковке консервов, сопрягается с таким функционально-технологическим свойством, как устойчивость эмульсии. Более высокая массовая доля бульона (19–20 %), отмеченная для костных субпродуктов трески в случаях внесения уксусной кислоты (0,3 % к массе фарша) и добавления воды (10 % к массе фарша), тесно связана с уровнем значений показателя «устойчивость эмульсии», фактически отражающего степень устойчивости фаршевых систем различного состава на основе костных субпродуктов трески к тепловому воздействию при стерилизации (табл. 9, 10). В случае консервирования теплом голов сельди (режим измельчения 1) отмечено незначительное снижение способности фаршевого продукта к удерживанию тканевой влаги (ВУС – с 65 до

62 % к массе образца), устойчивости фаршевой системы к тепловому воздействию при стерилизации (с 90 до 86 % к массе образца) и пластичности плотной части образца по мере увеличения массовой доли уксусной кислоты до 0,3 % к массе фарша (табл. 11).

Высокотемпературная тепловая обработка фаршевых систем на основе кожи судака с чешуей (с незначительными прирезами мяса), предварительно обработанной растворами (6 %-ными) пищевых кислот (в течение 16 ч при соотношении кожи и раствора 1:3,5) (табл. 8), привела к выраженному нарушению целостности тканей – как кожи и мяса, так и чешуи, с изменением состояния пищевой системы до суспензированного. Фазовое состояние пищевых систем на основе измельченной кожи судака с чешуей, характеризующееся выраженной долей жидкой части (бульона) и потемнение твердой фазы с преобладанием светло-коричневого, коричневого оттенков, свидетельствовали об избыточном воздействии подкислителя (пищевых уксусной, молочной, лимонной кислот) в сочетании с высокоэффективной тепловой нагрузкой на белок кожи и чешуи. Такое комплексное воздействие на соединительнотканые субпродукты привело к деградации их тканей до разрушения нативной структуры белковых веществ, что не позволило проявиться позитивным функционально-технологическим свойствам коллагена. Отсутствие в наблюдаемой пищевой системе твердых чешуек подтвердило возможность их разваривания при стерилизации. Исследования кратковременной высокотемпературной стерилизации показали, что время, необходимое для оптимальной желатинизации, зависит от температуры «сваривания» кожи рыбы [Markowski, 1975], которая находилась в диапазоне 38,1–38,6 °С для минтая и 49,8–50,0 °С – для японской скумбрии [Takahashi, Yokoyama, 1954]. Поэтому для субпродуктов, отличающихся высокой долей покровных тканей, важно оптимизировать совокупное воздействие таких факторов, как кислотная среда, механическое измельчение, нагревание таким образом, чтобы в результате последовательной обработки кожи рыбы путем набухания в растворе кислоты, измельчения и собственно теплового консервирования не происходила деградация коллагенсодержащих тканей до потери их водоудерживающей, гелеобразующей (студнеобразующей) способности.

Заключение

Экспериментально-аналитическая оценка функционально-технологических свойств соединительнотканых и костных субпродуктов, образующихся при разделке трех видов рыб Балтийского моря и его заливов, после механического, химического и теплового воздействий, в том числе в составе поликомпонентных пищевых систем, позволил выявить их технологический потенциал как объектов для промышленной переработки на консервированную теплом и иную пищевую продукцию из гидробионтов.

В отношении химического состава рассмотренные виды костных субпродуктов сопоставимы по массовой доле воды и существенно отличаются по уровню ключевых нутриентов – белка и жира. Фарши из голов рыб, включая среднебелковые субпродукты сельди балтийской, проявляют водосвязывающую способность. Костные субпродукты судака и голов сельди балтийской, в отличие от субпродуктов трески балтийской, содержат нативные липиды и демонстрируют высокую способность удерживать их за счет стабилизирующих свойств солерастворимых белков измельченной мышечной ткани. Степень выраженности водосвязывающей способности рассматриваемых сырьевых субпродуктов от разделки рыбы может быть оценена как «средняя» [Жаринов, 1994] при сохранении уровня данного функционально-технологического свойства применительно к пищевым системам на основе измельченного сырья и после высокотемпературной обработки. В части проявления жиросвязывающей способности и пластичности измельченные костные субпродукты изученных объектов Балтийского бассейна имеют низкий потенциал.

Особенностями нутриентного состава соединительнотканых субпродуктов трески балтийской и судака являются низкий уровень жира и существенно более высокий по

сравнению с костными субпродуктами, в 1,5–2,0 раза – белка, в основе которого – коллаген. Учитывая проблематичность механического измельчения кожи рыб на традиционном оборудовании, предназначенном для измельчения разделанной рыбы, предложены технологические приемы, направленные на изменение структуры коллагенсодержащих белков и повышение способности к измельчению, а именно: кратковременная тепловая обработка кожи трески в воздушной среде (запеканием) и в воде (бланшированием, варкой); химическая обработка слабыми растворами пищевых кислот (в частности, не менее 0,3 %-ным раствором уксусной кислоты) в течение не менее 2 ч в условиях охлаждения. В случае субпродукта «кожа судака с чешуей» предварительная химическая обработка должна быть эффективной для модификации тканей чешуи, которая в результате последующего теплового воздействия способна размягчаться до требуемого качественного состояния.

Результаты оценки позитивных функционально-технологических свойств измельченных костных и соединительнотканых субпродуктов рыб Балтийского моря и его заливов, проявляющихся в составе пищевых систем со степенью выраженности в диапазоне «средняя» – «ниже средней» (под воздействием механических, химических, тепловых процессов), позволяют считать возможным их эффективное использование в продуктах тепловой переработки гидробионтов. В случае более низкой степени выраженности их функционально-технологических свойств (жиросвязывающей, жиро- и водоудерживающей способности, пластичности) возможна оптимизация компонентного состава консервированных теплом рыбных (рыбосодержащих) продуктов за счет целевого внесения пищевых добавок соответствующего функционального назначения.

Принимая во внимание, с одной стороны, формирующиеся отечественные тенденции к глубокой переработке и рациональному использованию рыбы и отсутствие на внутреннем рынке предложений по пищевым продуктам с доказанным эффектом их обогащения нутриентами – с другой, костные и соединительнотканые субпродукты рыб Балтийского моря и его заливов могут рассматриваться в качестве дополнительного источника сырья пищевого назначения. К традиционным ассортиментным группам консервированных продуктов из гидробионтов, при изготовлении которых изученные виды субпродуктов могут найти применение, на данном этапе работ можно отнести рыбные (рыбосодержащие) консервы на фаршевой основе, «паштеты», «суфле», консервы с желирующимися заливками.

Список литературы

Антипова Л.В., Глотова И.А., Rogov И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Изд-во Колос, 2001. 376 с.

Артюхова С.А., Барал З.В. О возможности применения высоких температур (выше 120 °С) при стерилизации рыбных консервов // Технология рыбных продуктов. Труды АтлантНИРО. Калининград. 1966. Вып. XVI. С. 44–49.

Артюхова С.А., Поляк В.П., Суханов Б.П. Влияние режимов стерилизации на качество рыбных консервов // Совершенствование технологии консервов из объектов океанического промысла: сб. науч. тр. АтлантНИРО. Калининград: АтлантНИРО. 1987. С. 17–24

Жаринов А.И., Кузнецова О.Н., Черкашина Н.А. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Часть 1. Эмульгированные и грубоизмельченные продукты М.: ИТАР-ТАСС, 1994. 295 с.

Кислота уксусная для пищевой промышленности. Технические условия: ГОСТ Р 55982-2014. Введ. 2015-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 15 с.

Клейменов И.Я. Пищевая ценность рыбы. М.: Пищевая промышленность, 1971. 151 с.

Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов. Методы определения органолептических показателей, массы нетто и массовой доли составных частей: ГОСТ 26664-85. Введ. 1987-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1986. 9 с.

Консервы и продукты из рыбы и нерыбных объектов промысла. Метод определения активной кислотности (рН): ГОСТ 28972-91. Введ. 1992-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1991. 4 с.

Красакова Т. В., Рулева Т. Н. Сравнительная характеристика состава и пищевой ценности субпродуктов разделки рыб Балтийского моря как объектов промышленной переработки на консервы // Матер. X Междунар. науч.-практ. конф. «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество». – Калининград: АтлантНИРО, 2015. С. 236–240.

Красакова Т. В., Рулева Т. Н. Влияние степени измельчения разделанной рыбы на консистенцию реструктурированного консервированного продукта // Матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. «Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество» (г. Светлогорск Калининградской области, 3–8 сент. 2007 г.). Калининград: АтлантНИРО, 2007. С. 162–164.

Мазуров В. П. Биохимия коллагеновых белков. М.: Медицина, 1974. 248 с.

Масло подсолнечное. Технические условия: ГОСТ 1129-2013. Введ. 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.

Наборы рыбные для ухи мороженые. Технические условия: ГОСТ 21607-2008. Введ. 2010-01-01. М.: Стандартинформ, 2010. 10 с.

Приказ Федерального агентства по рыболовству от 30 марта 2009 г. N 246 «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года»

Рулева Т. Н. Термогравиметрические исследования мышечной ткани ставриды при нагревании // Новые направления исследований в области традиционных технологий переработки рыбы: сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, Калининград, 1996. Т. 2. С. 92–104.

Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 7636-85. Введ. 1986-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1985. 89 с.

Салаватулина Р. М., Алиев С. А., Любченко В. И. Новый метод определения основных функциональных свойств фарша // Мясная индустрия СССР. 1983. № 9. С. 26–27.

Соль поваренная пищевая. Технические условия: ГОСТ Р 51574-2000. Введ. 2001-07-01. М.: Стандартинформ, 2005. 12 с.

Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб / Департамент по рыболовству Минсельхозпрода России. Всерос. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии (ВНИРО); сост.: В. П. Быков и др. М.: ВНИРО. 1998. 223 с.

Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов / Под ред. В. П. Быкова; Гос. ком. Рос. Федерации по рыболовству. Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. х-ва и океанографии (ВНИРО). М.: ВНИРО. 1999. 207 с.

Субпродукты рыбные мороженые. Технические условия: ОСТ 15-414-2004. Введ. 2004-06-01 утвержден и введен в действие Госкомрыболовством России.

Флауменбаум Б. Л., Абубакар Сангаре, Добробабина Л. Б. Размягчение позвоночных костей рыб при тепловой обработке // Пищ. пром-сть. 1993, № 5. С. 24.

Флауменбаум Б. Л., Добробабина Л. Б. Размягчение позвоночных костей рыб при тепловой стерилизации // Изв. вузов. Пищ. технол. 1988, № 4. С. 54–57.

Ятченко Е. А. [и др.]. Характеристика пищевой значимости фаршевых рыбных консервов, полученных по безотходной технологии / Ятченко Е. А., Левинтон Ж. Б., Звенигородская И. Д., Левицкая Н. П., Печатина В. И. // Состояние и перспективы работ по улучшению качества и расширению ассортимента рыбных консервов, создание средств механизации. Тез. докл. Всесоюз. отраслевой науч.-практ. конф. (25–26 ноября 1986 г. Калининград). Калининград: АтлантНИРО. 1986. С. 45–47.

Eastoe J. E. The amino acid composition of fish collagen and gelatin // Biochemical Journal. 1957. 65. P. 363–368.

Gildberg A., Arnesen J. A., Carlehög M. Utilisation of cod backbone by biochemical fractionation // Process Biochemistry. 2002. № 38. P. 475–480.

- Giménez B. [et al.]. Use of lactic acid for extraction of fish skin gelatin / Giménez B., Turnay J., Lizarbe M.A., Montero P., Gómez-Guillén M.C. // Food Hydrocolloids, 2005. № 19. P. 941–950.
- Gómez-Guillén M.C. [et al.]. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: A comparative study / Gómez-Guillén M.C., Turnay J., Fernández-Díaz M.D., Ulmo N., Lizarbe M.A., Montero P. // Food Hydrocolloids, 2002. 6 (1). P. 25–34.
- Gómez-Guillén M.C., Montero P. Extraction of gelatine from megrim (*Lepidorhombus bos-cii*) skins with several organic acids // Journal of Food Science, 2001. № 66. P. 213–216.
- Ikoma T. [et al.]. Physical properties of type I collagen extracted from fish scales of *Pagrus major* and *Oreochromis niloticus* / Ikoma T., Kobayashi H., Tanaka J., Walsh D., Mann, S. // International Journal of Biological Macromolecules. 2003. № 32. P. 199–204.
- Karim A.A., Bhat R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins // Food Hydrocolloids. 2009. № 23. P. 563–576.
- Kim J.S., Park J.W. Characterization of acid-soluble collagen from Pacific whiting surimi processing byproducts // Journal of Food Science. 2004. № 69. P. 637–642.
- Kittiphattanabawon P. [et al.]. Characterisation of acid-soluble collagen from skin and bone of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) / Kittiphattanabawon P., Benjakul S., Visessanguan W., Nagai T., Tanaka M. // Food Chemistry. 2005. №89.P.363–372.
- Kołodziejska I. [et al.]. Modification of the properties of gelatin from skin of Baltic cod (*Gadus morhua*) with transglutaminase / Kołodziejska I., Kaczorowski K., Piotrowska B., Sadowska M. // Food Chemistry. 2004. 86 (2). P 203–209.
- Kołodziejska I. [et al.]. Effect of extracting time and temperature on yield of gelatin from different fish offal / Kołodziejska I., Skierkaa E., Sadowskaa M., Kołodziejskib W., Niecikowskaa C. // Food Chemistry. 2008. №107.P. 700–706.
- Markowski B. Calculation of the Paramaters of Sterilization of Canned Fish on the Basis of Thermal Characteristics of the Fish Proteins, thesis, Politechnika Gdańska, Gdańsk, 1975
- Morimura S. [et al.]. Development of an effective process for utilization of collagen from livestock and fish waste / Morimura S., Nagata H., Uemura Y., Fahmi A., Shigematsu T., Kida K. // Process Biochemistry. 2002. №37. P.1403–1412.
- Muyonga J.H., Cole C.G.B., Duodu K.G. Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin // Food Hydrocolloids. 2004. №18. P. 581–592.
- Nagai T., Suzuki N. Isolation of collagen from fish waste material – skin, bone and fins // Food Chemistry. 2000. № 68. P. 277–281.
- Nagai T., Izumi M., Ishii M. Fish scale collagen. Preparation and partial characterization // International Journal of Food Science and Technology. 2004. № 39. P. 239–244.
- Sadowska M., Kołodziejska I., Niecikowska C. Isolation of collagen from the skins of Baltic cod (*Gadus morhua*) // Food Chemistry. 2003. №81. P. 257–262.
- Sathivel S. [et al.]. Biochemical and functional properties of herring (*Clupea harengus*) by product hydrolysates / Sathivel S., Bechtel P.J., Babbitt J., Smiley S., Crapo C., Reppond K.D. // Journal of Food Science. 2003. №68. P. 2196–2200.
- Skierka E., Sadowska M., Karwowska A. Optimization of condition for demineralization Baltic cod (*Gadus morhua*) backbone // Food Chemistry. 2007. 105. P. 215–218.
- Skierka E., Sadowska M., Majewska J. Protein recovery from cod backbone // Veterinary Medicine. 2006. 62 (5). P. 579–582.
- Takahashi T., Yokoyama W. Physicochemical studies on the skin and leather of marine animals. XII. The content of hydroxyproline in a collagen of different fish skins, Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish, 20, 525, 1954.
- Yamaguchi K., Lavety J., Love R.M. The connective tissues of fish. VIII. Comparative studies on hake, cod and catfish collagen // Journal of Food Technology. 1976. 11. P. 389–399.
- Zhou P., Regenstein J.M. Effects of alkaline and acid pretreatments on Alaska pollock skin gelatin extraction // J. Food Sci. 2005. 70. P. 392–396.