

С. П. Райбулов, Ю. В. Шокина, В. В. Дунец, П. А. Остаркова

Разработка рецептуры и технологии фаршевых консервов специализированного назначения из недоиспользуемого объекта промысла Северного бассейна – ската звездчатого

В статье изложены результаты обоснования использования ската звездчатого в технологии фаршевых консервов специализированного назначения. Ключевым критерием, определившим специализированное назначение консервов, названо высокое содержание физиологически функционального пищевого ингредиента хондроитинсульфата в хрящевой ткани крыльев ската звездчатого. Высокое содержание хондроитинсульфата в сырье обеспечивает содержание этого физиологически функционального ингредиента в готовых консервах на уровне от 220 до 250 мг на 100 г продукта. Для удаления мочевины из мышечной ткани ската предложен способ ИК-бланширования. Для подтверждения эффективности удаления мочевины по разработанному способу предложено использовать модифицированный фотоколориметрический метод определения массовой доли карбамида в кормовой муке по ГОСТ Р 50032–92 "Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Методы определения массовой доли карбамида и расчета сырого протеина с учетом массовой доли карбамида". С помощью разработанной методики была установлена эффективность удаления мочевины из мышечной ткани ската звездчатого по предложенному способу. Остаточное содержание мочевины в мясе ската после ИК-бланширования составляло 0,76 %, что меньше установленного порога чувствительности человека 1,2 % примерно в два раза. В статье представлены материалы по экспериментальному обоснованию оптимальной рецептуры новых фаршевых консервов на основе метода нечеткого моделирования. Соотношение основных компонентов рецептуры тефтелей – мяса ската звездчатого и трески атлантической, близкое к оптимальному, составляет 48 % от массы фарша по каждому компоненту в отдельности.

Ключевые слова: консервы фаршевые специализированного назначения, скат звездчатый, хондроитинсульфат.

Введение

Проблеме промысла водных биоресурсов, общий допустимый улов которых не устанавливается, было уделено особое внимание в докладе руководителя Федерального агентства по рыболовству И. В. Шестакова на расширенном заседании коллегии Росрыболовства, посвященной итогам деятельности агентства в 2015 г. и задачам на 2016 г.¹ Совокупный рекомендованный объем добычи этих водных биоресурсов по всем рыбохозяйственным бассейнам Российской Федерации в 2015 г. составил более 1 млн 470 тыс. т. При этом фактический вылов данной категории промысловых объектов составил чуть более 300 тыс. т, что несколько выше уровня 2014 г., однако по-прежнему находится на недопустимо низком уровне. Освоение этого ценного недоиспользуемого ресурса названо основным резервом развития отечественного рыбохозяйственного комплекса.

Одними из наиболее перспективных недоиспользуемых объектов промысла Северного бассейна являются скаты – северный, звездчатый, круглый, колючий, шипохвостый.

Скат звездчатый (*Amblyraja radiata*) входит в "Перечень видов водных биологических ресурсов, допустимый улов которых не устанавливается, и районов их добычи (вылова)" согласно приказу Федерального агентства по рыболовству от 04.12.2015 г. № 909 "О мерах по реализации постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 643 на 2016 год"².

По данным ученых-биоэкологов³, наиболее массовые скопления ската звездчатого наблюдаются в центральных и прибрежных районах Баренцева моря. Биомасса этого объекта промысла в 2013 г. составляла от 25 до 54 тыс. т и характеризуется минимальными изменениями за долготелний период наблюдений.

¹ Доклад заместителя министра сельского хозяйства Российской Федерации – руководителя Федерального агентства по рыболовству Ильи Васильевича Шестакова на расширенном заседании Коллегии Росрыболовства "Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2015 году и задачи на 2016 год" // Федеральное агентство по рыболовству : офиц сайт. URL: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/vystupleniya-i-intervyu-rukovodstva/12872-doklad-zamestitelya-ministra-selskogo-khozyajstva-rossijskoj-federatsii-rukovoditelya-federalnogo-agentstva-po-rybolovstvu-ili-vasilevicha-shestakova-na-rasshirennom-zasedanii-kollegii-rosrybolovstva-itogi-deyatelnosti-federalnogo-agentstva-po-rybolovstvu>.

² О мерах по реализации постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 643 на 2016 год : приказ Федерального агентства по рыболовству от 4 дек. 2015 г. № 909 // URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71176534/#ixzz4Gvd9fL1O>.

³ Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2013 году: тенденции изменения численности и распространения отдельных видов. URL: http://ecogodoklad.ru/2013/wwwBio1_4_2.aspx.

По мнению ученых, годовое изъятие рыбы без ущерба для ее запасов может составлять в настоящее время от 3,8 до 4 тыс. т.

В исследовании, проведенном специалистами ПИНРО в 2007 г. [1] и посвященном промысловой базе ярусного лова в Баренцевом море, скаты оценивались как потенциально наиболее перспективные. В приловах донных рыб основным массовым видом является скат звездчатый, который облавливается ярусами круглый год. Наиболее значительные приловы звездчатого ската были отмечены на Смежном участке и на шельфе Мурмана при работе вдоль изобат с глубинами до 400 м. Обычно на глубинах более 600–700 м рыба отсутствует. В прибрежных районах Мурмана максимальная производительность лова ската звездчатого может достигать 250 кг на 1000 крючков, а суточный вылов – 4,0 т, что создает условия для ведения целенаправленной добычи.

Длина звездчатых скатов в уловах колеблется в пределах 22–66 см, основная масса рыб имеет длину тела от 46 до 55 см. Различий в размерном составе самцов и самок не установлено, средняя длина составляет 48,8 и 48,0 см соответственно при равном соотношении в их уловах. Средняя масса рыбы 950 г. За период с 1996 по 2005 гг. неизбежный прилов звездчатого ската составил около 6,8 тыс. т, из которых было использовано менее 0,6 тыс. т [1].

Скат звездчатый имеет достаточно сбалансированный общий химический и аминокислотный состав и богат хондроитинсульфатом. Последний, благодаря доказанному противовоспалительному, ангиопротекторному, хондропротекторному и противоопухолевому действию на организм человека [2], может быть отнесен к категории физиологически функциональных пищевых ингредиентов согласно определению ГОСТ Р 52349–2005 "Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения".

Все вышеперечисленное позволяет рассматривать ската звездчатого как наиболее перспективного среди недоиспользуемых объектов промысла Баренцева моря с точки зрения вовлечения в промышленную переработку, в том числе в производство пищевых продуктов специализированного назначения, направленных на профилактику заболеваний опорно-двигательного аппарата человека и его сердечно-сосудистой системы.

Основным препятствием для переработки ската звездчатого на пищевые цели является высокое содержание мочевины в мышечной ткани (до 2 % на общую массу) в силу особенностей белкового обмена, характерного для всех хрящевых рыб. Именно мочевина является причиной ухудшения органолептических свойств мяса ската – появления неприятного запаха и специфического вкуса. Для удаления мочевины из мяса ската сегодня разработано несколько способов – возможно отмачивание в воде, которое характеризуется значительной потерей водорастворимых ценных компонентов сырья, а также большим удельным расходом воды на единицу готовой продукции. В Мурманском государственном техническом университете (МГТУ) разработан способ удаления мочевины путем кратковременной тепловой обработкой – бланшированием в воде, острым паром [3–5]. Данные способы характеризуются высокой эффективностью, однако полуфабрикат после тепловой обработки имеет ограниченную область применения – производство кулинарной продукции широкого ассортимента. Расширить эту область целесообразно за счет разработки технологии стерилизованных консервов с предварительной обработкой полуфабриката (ПТО) [6].

Таким образом, разработка технологии рыбных фаршевых консервов специализированного назначения, обогащенных хондроитинсульфатом из недоиспользуемого объекта промысла Северного бассейна – ската звездчатого, представляет весьма актуальную цель, для достижения которой на текущем этапе исследований были сформулированы и решены следующие задачи:

- разработка способа удаления мочевины, реализуемого в оборудовании непрерывного действия, легко поддающегося автоматизации и механизации, а также экспериментального подтверждения эффективности способа;
- разработка технологической схемы изготовления фаршевых консервов из мяса ската;
- разработка оптимальной рецептуры фаршевых консервов с применением современного математического метода нечеткого моделирования (метода нечеткой логики);
- определение некоторых показателей, характеризующих состав и качество готовых консервов.

Материалы и методы

Эффективность удаления мочевины из мышечной ткани ската звездчатого подтверждали экспериментально по результатам сравнения массовой доли мочевины в мясе ската до и после ПТО. Для определения массовой доли мочевины в мясе ската использовали фотоколориметрический метод по ГОСТ Р 50032–92 "Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Методы определения массовой доли карбамида и расчета сырого протеина с учетом массовой доли карбамида", модифицированный с учетом особенностей исследуемого продукта.

Суть метода заключается в получении водной вытяжки из навески мышечной ткани ската, осаждении в ней белков 20 %-й трихлоруксусной кислотой, фильтрации, проведении в фильтрате цветной реакции с 0,4 %-м раствором антипирина в 40 %-й серной кислоте в присутствии 5 %-го раствора диацетилмоноксима в 5 %-й уксусной кислоте. Термостатирование окрашенного раствора проводили при температуре 100 °С

на водяной бане, затем определяли оптическую плотность раствора на спектрофотометре, длина волны 490 ± 10 нм, используя кювету толщиной 10 мм. По полученному значению оптической плотности с помощью калибровочного графика находили массовую концентрацию мочевины в мясе ската.

Органолептическую оценку образцов продукции проводили по ГОСТ 7631–2008 "Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей" по разработанной пятибалльной шкале с расширенным составом опытных дегустаторов.

Оптимизацию рецептурного состава консервов по критерию достижения максимальной органолептической оценки проводили с использованием метода нечеткого моделирования (нечеткой логики) в программном пакете MatLab [7].

Результаты и обсуждение

Ранее был разработан тепловой способ удаления мочевины из крыльев ската звездчатого путем кратковременного бланширования полуфабриката после дефростации в воде при температуре $96\text{--}98$ °С в течение 1 мин или острым паром в течение 3–5 мин. Установленная экспериментально эффективность данного способа высокая. Так, потери мочевины при бланшировании водой составляют от 64 до 79 % от ее первичного содержания в мышечной ткани ската. При бланшировании острым паром потери мочевины колеблются в диапазоне от 46 до 50 % от ее содержания до тепловой обработки при длительности процесса от 3 до 7 мин соответственно.

Однако разработанный способ технически реализуется в аппаратах периодического действия – современных варочных электрических котлах, что приемлемо для малопроизводительного кулинарного производства, но неэффективно для поточных технологических линий по производству стерилизованных консервов. Решить проблему повышения производительности процесса ПТО позволит переход от периодического к непрерывному механизму, для технической реализации которого наилучшим образом подходит терморadiационный нагрев в аппарате непрерывного действия – ИК-бланширователе [6]. Разработанные режимы ИК-бланширования позволяют быстро – в течение 3–5 мин достигать в центре крыла ската температуры от 58 до 75 °С, что соответствует температуре термического разложения мочевины. Кратковременный нагрев крыльев ската до указанной температуры также облегчает их последующую обработку – удаление кожи и отделение мяса от хрящей. Потери массы полуфабриката при ПТО ИК-бланшированием составляют от 2 до 8 %, что достаточно для минимизации риска образования водного отстоя в консервах после стерилизации.

Эффективность процесса ПТО для удаления мочевины возможно оценивать по данным о кинетике нагрева крыльев ската. Достижение температуры в центре крыла 60 ± 3 °С может косвенно свидетельствовать о наступлении условий, достаточных для термического разложения мочевины. Тем не менее объективное подтверждение эффективности удаления мочевины из мяса ската путем ИК-бланширования возможно только по результатам прямого экспериментального определения массовой доли мочевины в мясе ската до и после ПТО. Условия проведения эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Условия проведения эксперимента по определению эффективности удаления мочевины из крыльев ската способом ИК-бланширования

Масса целой рыбы, г	Крылья ската, % от массы целой рыбы	Химический состав мышечной ткани крыльев ската, %				Удельная поверхность крыльев ската, м ² /кг	Толщина крыла ската, мм
		вода	белок	жир	мочевина		
$1112,6 \pm 0,9$	$28,37 \pm 0,67$	$79,20 \pm 1,76$	$17,63 \pm 0,56$	$0,38 \pm 0,08$	от 1,20 до 1,30	от 0,25 до 0,50	от 16 до 25
Параметры процесса	Генератор ИК-излучения – инфракрасная лампа КГТ-1000, максимальная длина волны излучения $\lambda_{\max} = 5,63$ мкм, расстояние от лампы до поверхности полуфабриката 0,08 м, длительность обработки 12 мин						

Как было установлено, после ИК-бланширования по выбранному режиму содержание мочевины в мышечной ткани крыльев ската составляло 0,76 %, что соответствует 58,4 % от ее первичного содержания. Таким образом обеспечивается эффективность удаления мочевины способом ИК-бланширования на уровне 41,6 %, что сопоставимо с бланшированием в воде или острым паром и гарантирует требуемые органолептические свойства полуфабриката и готового продукта, т. е. полное отсутствие специфического запаха и вкуса.

Одним из наиболее приемлемых вариантов использования бланшированного мяса ската является изготовление на его основе фаршевых консервов, которые недостаточно широко представлены в ассортиментных линейках рыбных консервов. При этом возникают широкие возможности для комбинирования мяса ската с мясом других рыб, более привычных для отечественного потребителя. Например, целесообразно использовать в сочетании с мясом ската фарш, получаемый из отходов от разделки трески на филе высшей категории.

В состав рецептуры фаршевых консервов легко можно вводить растительное сырье и различные соусы, таким образом не только регулируя химический состав готового продукта в требуемом направлении, но изменяя консистенцию продукта, улучшая его потребительские свойства. Использование рыбного фарша позволяет также существенно расширить ассортимент консервов за счет варьирования возможной формы полуфабриката – тефтелей, фрикаделек, кнелей в разнообразных соусах, т. е. формирования ассортимента, который востребован в настоящее время российским потребителем.

На рис. 1 представлена технологическая схема первичной обработки сырья при изготовлении фаршевых консервов из ската с добавлением трески атлантической.

В качестве основного сырья предлагается использовать крылья ската мороженые – полуфабрикат для промпереработки по ТУ 9261-028-00038155-02 и треску б/г потрошеную мороженую или охлажденную или в виде фарша пищевого мороженого, полученного из отходов от разделки трески на филе высшей категории.

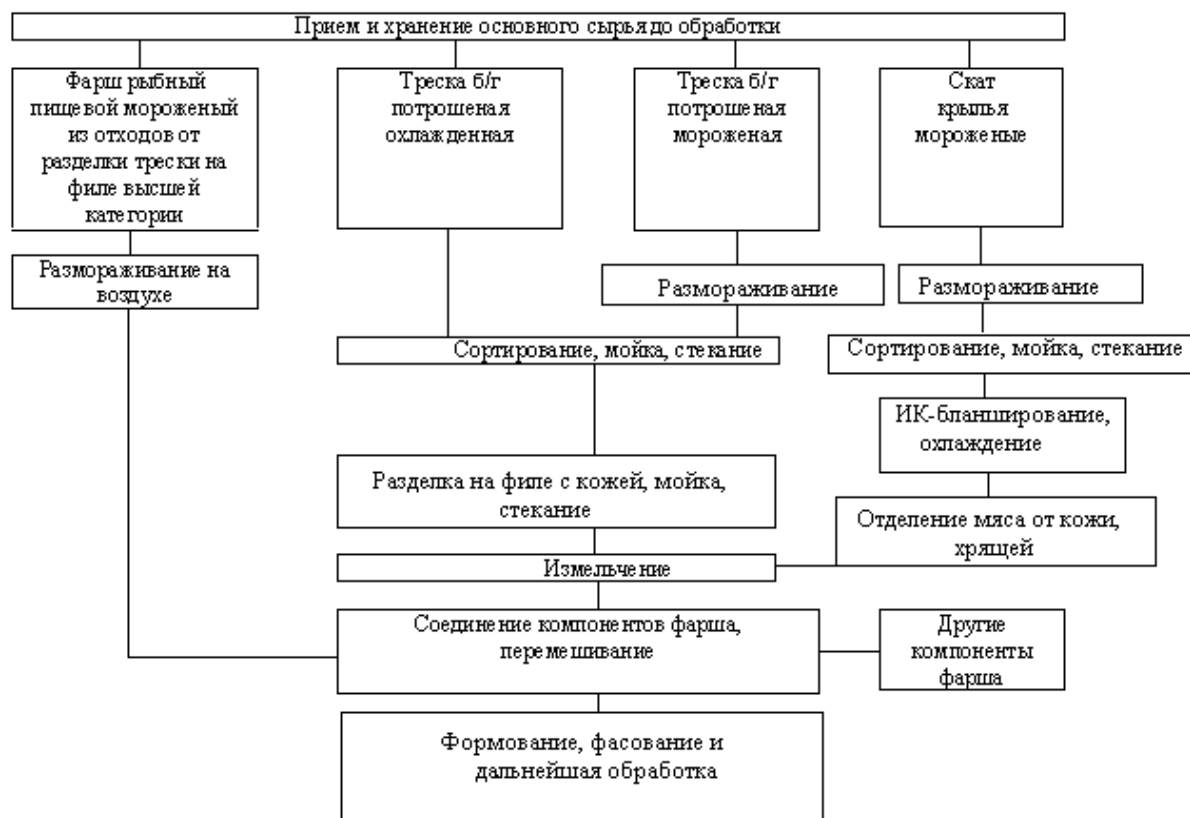


Рис. 1. Технологическая схема первичной обработки основного (рыбного) сырья при изготовлении фаршевых консервов из мяса ската звездчатого

Ключевой операцией на этапе первичной обработки рыбного сырья является предварительная тепловая обработка крыльев ската ИК-бланшированием. Полученное после бланширования и разделки мясо ската соединяют с тресковым фаршем, пассерованным луком, специями и белым соусом (оригинальная рецептура на основе классического соуса "Бешамель") в пропорции, определенной разработанной рецептурой. Полученную массу перемешивают, порционируют и фасуют в банку № 3 согласно разработанным нормам закладки.

В случае изготовления консервов в томатном соусе полученное после бланширования и разделки мясо ската соединяют с тресковым фаршем, манной крупой, пассерованным луком, специями, затем фарш тщательно перемешивают до получения однородной консистенции, порционируют, формируют тефтели массой около 35 г на штуку, панируют в муке. Тефтели подвергают конвекционному подсушиванию горячим воздухом при температуре 180 °С в течение 15 мин. Готовые тефтели порционируют в банку № 3 по 5 штук, после чего в банку вносят томатный соус (оригинальная рецептура) в соответствии с разработанными нормами закладки.

Технологическая схема изготовления консервов, начиная с операции "Закатывание и эксгаустирование" полностью соответствует традиционной. Для стерилизации консервов на данном этапе применена формула стерилизации аналогичных фаршевых консервов: температура 115 °С, длительность этапов стерилизации 5–15–60–20. В дальнейшем формула стерилизации будет уточнена.

Соотношение в фарше мяса ската и трески является ключевым параметром, определяющим пищевую ценность, функциональные и потребительские свойства разрабатываемых консервов, который нуждается в оптимизации по выбранным критериям. На начальном этапе исследований при разработке рецептуры консервов целесообразно в качестве параметра оптимизации (функции отклика) принять органолептическую оценку готовой продукции в баллах по принятой пятибалльной шкале.

При оценке образцов консервов учитывали основные показатели качества фаршевых консервов – вкус, запах, цвет, консистенция, состояние. Для консервов в томатном соусе также оценивали показатели соуса – цвет и состояние.

Основными влияющими факторами выбраны процентное содержание измельченного мяса ската – X_1 и мяса трески – X_2 на общую массу фарша. Изменение содержания рыбной компоненты фарша происходило за счет пропорционального изменения остальных компонентов фарша – пассерованного лука, специй, манной крупы, белого соуса (для консервов в белом соусе).

В последнее время среди работ, посвященных математическому моделированию рецептур и технологических режимов приготовления продуктов питания, все чаще встречаются такие, где наряду с традиционными регрессионными моделями используется современный математический аппарат нейронных сетей и систем с нечетким выводом [7].

Главным преимуществом подобных систем является возможность при помощи математического аппарата нечеткой логики осуществлять анализ в том случае, если оценка исходных экспериментальных данных не может быть представлена в явной числовой форме и носит субъективный характер. Наиболее характерный пример – органолептическая оценка пищевой продукции при помощи словесных характеристик балльных шкал.

Рассмотрим кратко алгоритм построения системы нечеткого логического вывода определения оптимального рецептурного состава фаршевых консервов из ската звездчатого с использованием модуля Fuzzy Logic Toolbox, входящего в пакет MatLab. Критерием оптимизации принята наивысшая органолептическая оценка готового продукта.

Построение системы проводили на основе экспериментальных данных и сенсорного анализа изготовленных образцов фаршевых консервов "Тефтели из ската и трески в томатном соусе". План эксперимента приведен в табл. 2.

Таблица 2

План эксперимента по оптимизации рецептурного состава фаршевых консервов "Тефтели из ската и трески в томатном соусе"

Параметр	Значение
Органолептическая оценка готовых консервов Y , балл	от 4,4 до 5,0 ¹
Содержание измельченного мяса ската X_1 , % на общую массу фарша:	–
основной уровень	48,0
интервал варьирования	25,0
верхний уровень	71,0
нижний уровень	23,0
Содержание измельченного мяса трески X_2 , % на общую массу фарша:	–
основной уровень	48,0
интервал варьирования	25,0
верхний уровень	71,0
нижний уровень	23,0
Контроль (только скат в фарше), % на общую массу фарша:	83,0
Контроль (только треска в фарше), % на общую массу фарша	83,0

¹ Субъективно выбранный диапазон значений, соответствующий достаточно высокой органолептической оценке готового продукта.

Работа в программном пакете MatLab начинается с загрузки основного fis-редактора и переименования входных и выходной переменных. Переименованные входные переменные: X_1 – "skatvfarshe", X_2 – "treskavfarshe". Переименованная выходная переменная: Y – "organoleptika". Затем в редакторе функций принадлежности задавали диапазон изменения каждой переменной в соответствии с табл. 1.

Для лингвистической оценки входных переменных использовали 5 термов с симметричными гауссовскими функциями принадлежности: "malo", "neochenmalo", "srednie", "neochenmnogo" и "mnogo". Затем задавали функции принадлежности выходной переменной "organoleptica", для лингвистической оценки которой использовали 5 термов с гауссовскими функциями принадлежности: "ocenegelatelniy", "neocengelatelniy", "ydovletvoritelniy", "normalniy", "ochengelatelniy".

Далее в редакторе базы знаний RuleEditor (редактор правил) на основе экспериментальных данных и сенсорного анализа изготовленных образцов консервов сформулировали 15 правил, отражающих взаимозависимость параметра оптимизации (функции отклика) – органолептической оценки консервов от выбранных влияющих факторов с учетом субъективно назначаемых весовых коэффициентов (от 0 до 1) по каждому правилу в отдельности. Правила представлены на рис. 2 в виде скриншота пользовательского экрана.

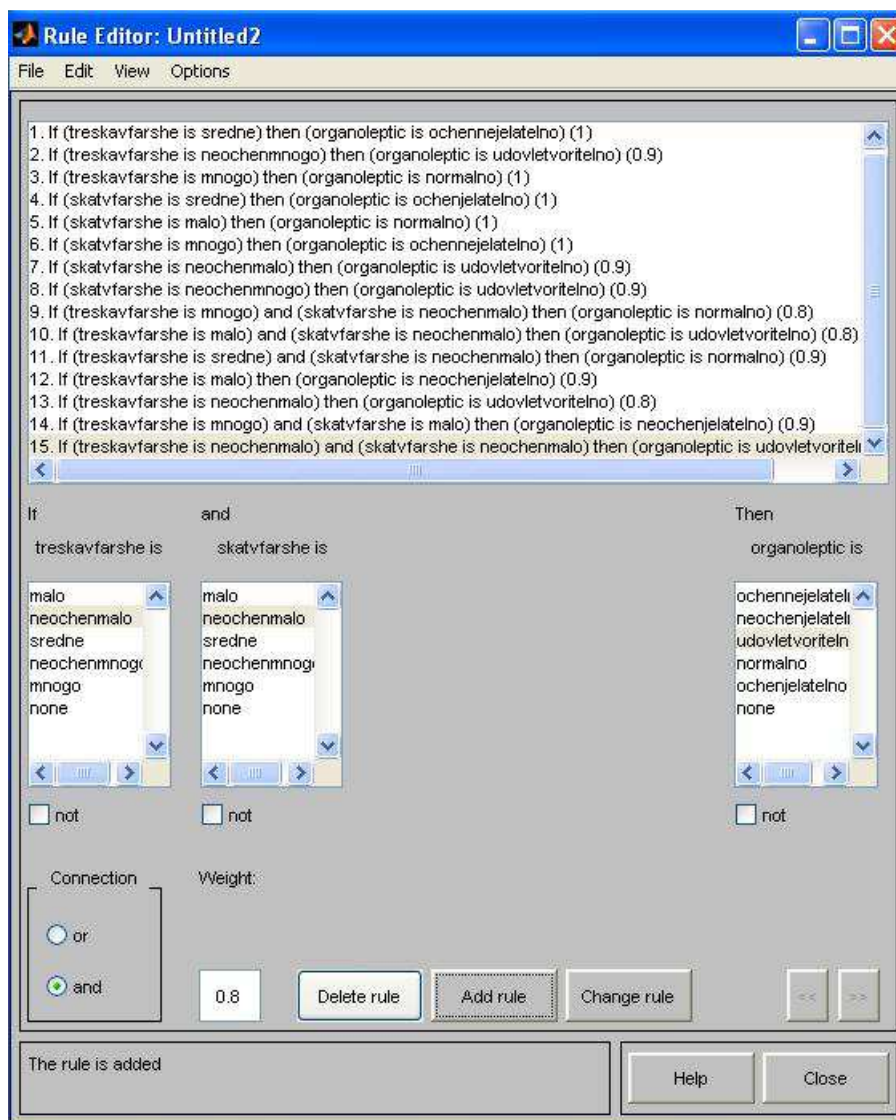


Рис. 2. База знаний (редактор правил) для формулирования нечеткого вывода

Визуализация нечеткого логического вывода по каждому правилу представляется в виде последовательности горизонтально расположенных прямоугольников (рис. 3). Заливка графиков функций принадлежности входных переменных демонстрирует степень соответствия значений на входе сформулированным правилам.

Заливка графика функции принадлежности выходной переменной представляет собой результат логического вывода в виде нечеткого множества по данному правилу. Результирующее нечеткое множество, соответствующее логическому выводу по всем правилам, показано в нижнем прямоугольнике последнего столбца графического окна. В этом же прямоугольнике вертикальная линия соответствует четкому значению логического вывода, полученному в результате дефаззификации.

Разработанная модель используется в оптимизации рецептуры фаршевых консервов как генератор оптимальной доли ключевых компонентов рецептуры: доли измельченного мяса ската в фарше – 47 % на общую массу фарша, доли измельченного мяса трески в фарше – 47 % на общую массу фарша. Таким образом, аппарат нечеткой логики позволяет определить оптимальное соотношение рецептурных ингредиентов при разработке и оптимизации новых многокомпонентных фаршевых консервов специализированного назначения из ската звездчатого.

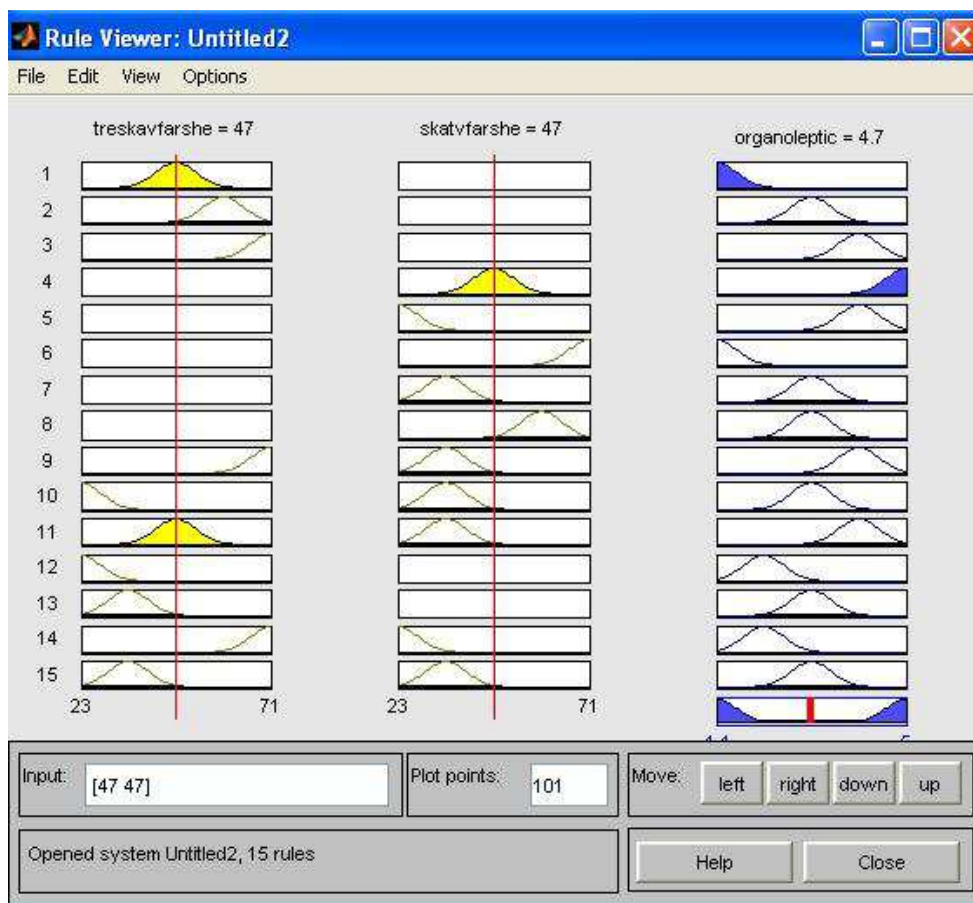


Рис. 3. Визуализация нечеткого логического вывода в программном пакете MatLab

Результаты моделирования представлены в графическом виде на рис. 4, поверхность отклика получена с использованием модуля Surface Viewer в программном пакете MatLab. Он визуализирует зависимость выходной переменной от двух входных переменных.

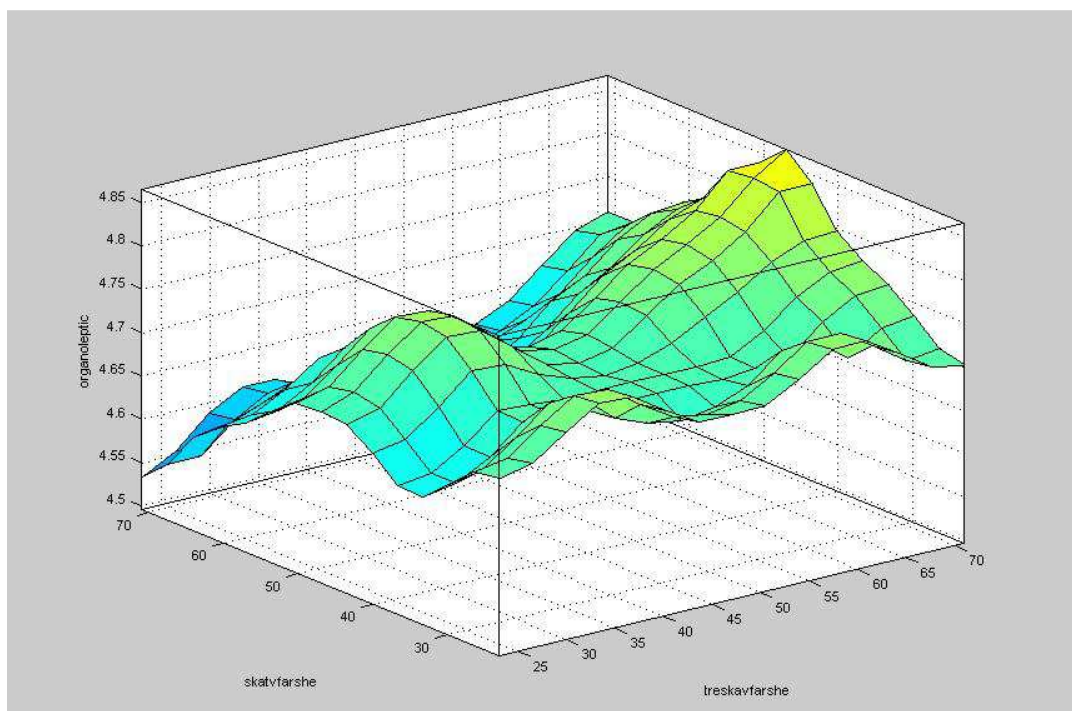
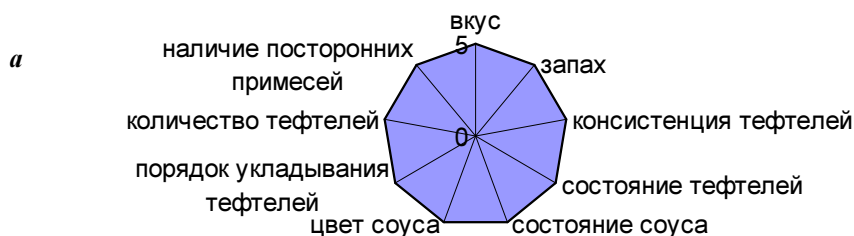


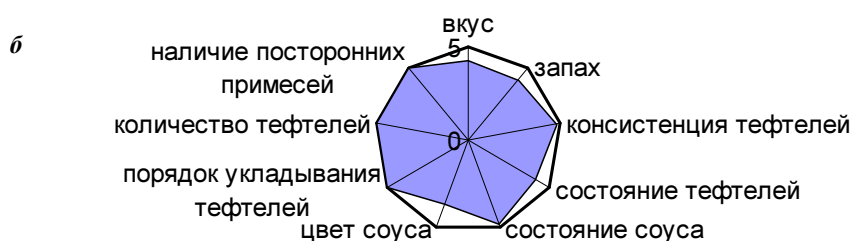
Рис. 4. Поверхность отклика в зависимости от влияющих факторов

Результаты моделирования и оптимизации рецептуры консервов подтверждены результатами расширенной дегустации консервов, приведенными в виде гистограмм на рис. 5.

**Органолептическая оценка консервов
"Тефтели из ската и трески в томатном соусе"
(скат 48 %, треска 48 % общей массы фарша), балл**



**Органолептическая оценка консервов
"Тефтели из ската и трески в томатном соусе"
(скат 73 %, треска 23 % общей массы фарша), балл**



**Органолептическая оценка консервов
"Тефтели из ската и трески в томатном соусе"
(скат 73 %, треска 23 % общей массы фарша), балл**

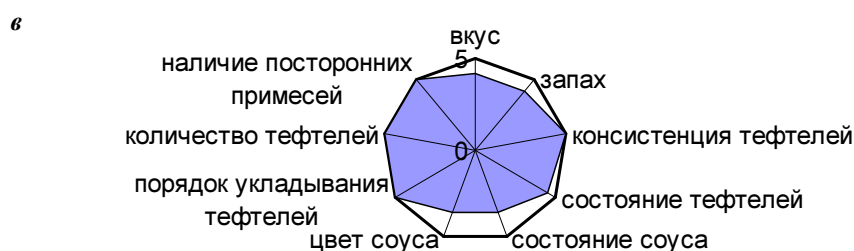
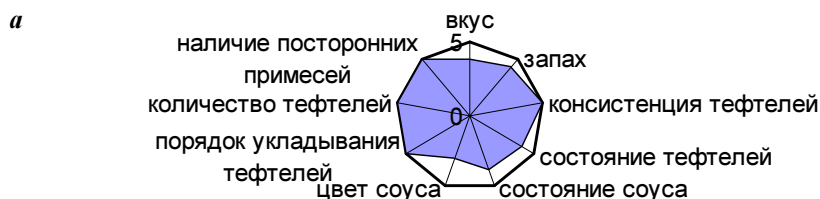


Рис. 5. Результаты дегустации консервов "Тефтели из ската и трески в томатном соусе" для различных вариантов рецептуры: *a* – рецептура соответствует соотношению основных компонентов, близкому к оптимальному по результатам моделирования; *б*, *в* – варианты рецептуры, отличающиеся по соотношению основных компонентов от оптимального по результатам моделирования

Как следует из анализа рис. 5, имеет место практически полное совпадение дегустационной оценки консервов, изготовленных по рецептуре, близкой к оптимальной (по результатам нечеткого моделирования) с расчетной максимально возможной органолептической оценкой консервов в диапазоне значений факторов близких к оптимальным (по результатам моделирования). Данный факт подтверждает адекватность модели реальному технологическому процессу.

Необходимо отметить, что контрольные образцы консервов, изготовленные только из ската или трески (контроль), получили дегустационную оценку ниже комбинированных консервов в любом сочетании компонентов – трески и ската (рис. 6).

**Органолептическая оценка консервов
"Тефтели из ската и трески в томатном соусе"
(скат 83 % общей массы фарша – контрольный образец), балл**



**Органолептическая оценка консервов
"Тефтели из ската и трески в томатном соусе"
(скат 83 % общей массы фарша – контрольный образец), балл**

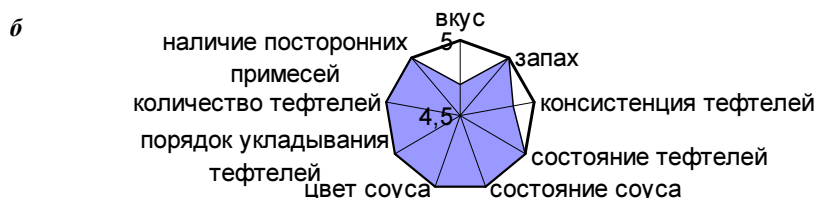


Рис. 6. Результаты дегустации консервов "Тефтели из ската и трески в томатном соусе" для контрольных вариантов рецептуры: *а* – рецептура включает один рыбный компонент – измельченное мясо ската; *б* – рецептура включает один рыбный компонент – измельченное мясо трески

Для консервов в белом соусе были проведены аналогичные исследования, позволившие определить оптимальное соотношение компонентов рецептуры.

Ранее проведенными исследованиями установлено содержание хондроитинсульфата в фарше из ската звездчатого и трески атлантической в соотношении 1 : 1 (50 % измельченного мяса ската и 50 % измельченного мяса трески) [8], которое составило от 220 до 250 мг на 100 г продукта. Для изготовления фарша использовали мясо ската, бланшированное в воде при температуре от 96 до 98 °С в течение 1 мин, а также измельченное филе трески атлантической с кожей без термической обработки. Изделия из фарша подвергались вторичной тепловой обработке – запеканию при температуре от 180 до 220 °С в течение 20–25 мин. Условия обработки фарша, описанные выше, приближены к технологическим режимам тепловой обработки тефтелей при изготовлении консервов по разработанной технологии. Это позволяет обоснованно предположить, что содержание в готовой продукции физиологически функционального пищевого ингредиента – хондроитинсульфата – может находиться на аналогичном уровне. Однако для объективного заключения о том, что разработанные консервы являются продукцией специализированного назначения, направленной на профилактику заболеваний опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы человека при условии регулярного употребления, требуются дополнительные лабораторные исследования по определению массовой доли хондроитинсульфата.

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Экспериментально подтверждена высокая эффективность удаления мочевины из мышечной ткани ската звездчатого способом ИК-бланширования в технологии фаршевых консервов специализированного назначения с ПТО ("Тефтели из ската и трески в томатном соусе", "Скат и треска в белом соусе").
2. Разработаны и оптимизированы по критерию достижения максимальной органолептической оценки рецептуры фаршевых консервов в белом и томатном соусах из ската звездчатого. Для оптимизации рецептуры использован современный метод нечеткого моделирования в программном пакете MatLab.
3. Предложена технология изготовления фаршевых консервов из ската звездчатого.

Библиографический список

1. Греков А. А. Сырьевая база ярусного рыбного промысла в Баренцевом море [Электронный ресурс] : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.01. Петрозаводск, 2007. 26 с. URL : <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003064317#?page=1>.
2. Разработка рыбных кулинарных продуктов с функциональными свойствами – залог успешного решения проблемы несбалансированного питания населения Мурманской области / Ю. В. Шокина, В. В. Павлова, И. В. Саенкова, В. В. Щетинский // Охрана окружающей среды и здоровья человека в Российской Федерации и в странах Евросоюза : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 31 окт. 2014 г. Мурманск : Изд-во МГТУ, 2014. С. 114–120.
3. Способ получения кулинарной продукции из ската колючего : пат. 2495599 Рос. Федерация / Шокина Ю. В., Щетинский В. В., Обухова Н. Е. ; № 2012123490/13, заявл. 06.06.2012 ; опубл. 20.10.2013, Бюл. № 29. 8 с.
4. Перспективные технологии рыбной кулинарной продукции с функциональными свойствами из ската звездчатого / Ю. В. Шокина, В. В. Павлова, Н. Е. Обухова, И. В. Саенкова, С. В. Шлапак // Проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса на современном этапе : материалы докладов I Междунар. конф. молодых ученых в рамках рыбохозяйственного объединения молодых ученых и специалистов (РОМУС), Мурманск, 22–24 окт. 2014 г. Мурманск : ПИНРО, 2014. С. 116–118.
5. Шокина Ю. В., Саенкова И. В. Результаты изучения функционально-технологических свойств (ФТС) фаршей на основе мышечной ткани хрящевых рыб северного бассейна // Техника и технология пищевых производств : тезисы докладов X Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 23–24 апр. 2015 г. Могилев : Могилев. гос. ун-т продовольствия. 2015. С. 53.
6. Шокина Ю. В., Райбулов С. П. Исследование кинетики нагрева крыльев ската звездчатого для обоснования режимов предварительной тепловой обработки ИК-бланшированием в технологии консервов с функциональными свойствами // Инновации в технологии продуктов здорового питания : материалы докладов Междунар. науч. конф. III Междунар. Балтийский морской форум, Калининград, 24–30 мая 2015 г. Калининград : Калининград. гос. техн. ун-т, 2015. С. 59–65.
7. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания / Е. И. Муратова, С. Г. Толстых, С. И. Дворецкий, О. В. Зюзина, Д. В. Леонов. Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2011. 80 с.
8. Разработка новых видов кулинарной рыбной продукции : отчет о НИР (заключ.) / Мурман. гос. техн. ун-т; рук. Ю. В. Шокина ; исполн.: Ю. В. Шокина, В. В. Щетинский, В. В. Павлова, И. В. Саенкова, С. В. Шлапак. Мурманск, 2014. 261 с.

References

1. Grekov A. A. Syrevaya baza yarusnogo rybnogo promysla v Barentsevom more [Raw material base for longline fisheries in the Barents Sea] [Elektronnyi resurs] : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.00.01. Petrozavodsk, 2007. 26 p. URL : <http://dlib.rsl.ru/viewer/01003064317#?page=1>.
2. Razrabotka rybnih kulinarnykh produktov s funktsionalnyimi svoystvami – zalog uspeshnogo resheniya problemy nesbalansirovannogo pitaniya naseleniya Murmanskoy oblasti [Development of fish culinary products with functional properties as a key to successful solution to the problem of the Murmansk region population unbalanced nutrition] / Yu. V. Shokina, V. V. Pavlova, I. V. Saenkova, V. V. Schetinskiy // Ohrana okruzhayushey sredy i zdorovya cheloveka v Rossiyskoy Federatsii i v stranah Evrosoyuza : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Murmansk, 31 okt. 2014 g. Murmansk : Izd-vo MGTU, 2014. P. 114–120.
3. Sposob polucheniya kulinarnoy produktsii iz skata kolyuchego [A method for producing culinary products from thorny skate] : pat. 2495599 Ros. Federatsiya / Shokina Yu. V., Schetinskiy V. V., Obuhova N. E. ; N 2012123490/13, zayavl. 06.06.2012 ; opubl. 20.10.2013, Byul. N 29. 8 p.
4. Perspektivnye tehnologii rybnoy kulinarnoy produktsii s funktsionalnymi svoystvami iz skata zvezdchatogo [Advanced technologies of fish culinary products with functional properties of the thorny skate] / Yu. V. Shokina, V. V. Pavlova, N. E. Obuhova, I. V. Saenkova, S. V. Shlapak // Problemy i perspektivy razvitiya rybohozyaystvennogo kompleksa na sovremennom etape : materialy dokladov I Mezhdunar. konf. molodyh uchenykh v ramkah rybohozyaystvennogo ob'edineniya molodyh uchenykh i spetsialistov (ROMUS), Murmansk, 22–24 okt. 2014 g. Murmansk : PINRO, 2014. P. 116–118.
5. Shokina Yu. V., Saenkova I. V. Rezultaty izucheniya funktsionalno-tehnologicheskikh svoystv (FTS) farshey na osnove myshechnoy tkani hryashevyyh ryb severnogo basseyna [The results of the study of functional and technological properties (FCS) based on minced muscle tissue of cartilaginous fish of the Northern Region] // Tehnika i tehnologiya pischevykh proizvodstv : tezisy dokladov X Mezhdunar. nauch.-tehn. konf., Mogilev, 23–24 apr. 2015 g. Mogilev : Mogilev. gos. un-t prodovolstviya. 2015. P. 53.

6. Shokina Yu. V., Raybulov S. P. Issledovanie kinetiki nagreva krylev skata zvezdchatogo dlya obosnovaniya rezhimov predvaritelnoy teplovoy obrabotki IK-blanshированием v tehnologii konservov s funktsionalnymi svoystvami [Heating kinetics study of thorny skate wings for justifying pre-heat treatment regimes of infrared blanching in canning technology with functional properties] // Innovatsii v tehnologii produktov zdorovogo pitaniya : materialy dokladov Mezhdunar. nauch. konf. III Mezhdunar. Baltiyskiy morskoy forum, Kalinigrad, 24–30 maya 2015 g. Kaliningrad : Kaliningrad. gos. tehn. un-t, 2015. P. 59–65.

7. Avtomatizirovannoe proektirovanie slozhnykh mnogokomponentnykh produktov pitaniya [Computer-aided design of complex multi-component food products] / E. I. Muratova, S. G. Tolstyh, S. I. Dvoretzkiy, O. V. Zyuzina, D. V. Leonov. Tambov : Izd-vo TGTU, 2011. 80 p.

8. Razrabotka novykh vidov kulinarnoy rybnoy produktsii [The development of new types of cooking fish products] : otchet o NIR (zaklyuch.) / Murman. gos. tehn. un-t; ruk. Yu. V. Shokina ; ispoln.: Yu. V. Shokina, V. V. Schetinskiy, V. V. Pavlova, I. V. Saenkova, S. V. Shlapak. Murmansk, 2014. 261 p.

Сведения об авторах

Райбулов Сергей Петрович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, Естественно-технологический институт, кафедра технологий пищевых производств, аспирант; e-mail: rsp29@yandex.ru

Raibulov S. P. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Institute of Natural Science and Technology, Department of Food Production Technology, PhD Student; e-mail: rsp29@yandex.ru

Шокина Юлия Валерьевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, Естественно-технологический институт, кафедра технологий пищевых производств, д-р техн. наук, доцент, профессор; e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

Shokina Yu. V. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Institute of Natural Science and Technology, Department of Food Production Technology, Dr of Tech. Sci., Associate Professor, Professor; e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

Дунец Виктория Валерьевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, студентка; e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

Dunetc V. V. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Student; e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

Остаркова Полина Антоновна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, студентка; e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

Ostarkova P. A. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Student; e-mail: shokinayuv@mstu.edu.ru

S. P. Raibulov, Yu. V. Shokina, V. V. Dunetc, P. A. Ostarkova

**Recipe and technology development for minced canned products
of special purpose based on the underutilized north region fishery object
(thorny skate)**

The paper presents the results of justifying the use of thorny skate in the technology of minced meat canned products of special purpose. The key criterion determined the specialized purpose of canned food is the high content of physiologically functional food ingredient of chondroitin sulfate in the cartilage of thorny skate wings. The high content of chondroitin sulfate in raw materials ensures that the content of the physiologically functional ingredient in the finished canned food will be at the level from 220 to 250 mg per 100 g of product. The method of IR blanching is presented for removing urea from the thorny skate muscle tissue. To confirm the efficiency of the developed method of urea removal, it has been proposed to use a modified photocolometric method for determination of mass fractions of urea in feed flour according to the governmental standard GOST R 50032–92 "Feed flour made of fish, marine mammals, crustaceans and invertebrates. Methods of determining the mass fraction of urea and calculation of the crude protein with a given mass fraction of carbamide". With the help of this technique, the efficiency of urea removal from the thorny skate tissue by the proposed method has been determined. The residual urea content in the meat of thorny skate after IR blanching is 0.76 %, which is two times lesser than border value of sensitivity of the person (approximated as 1.2 %). The paper presents the materials of experimental substantiation of optimum formulation of new canned meat based on the method of fuzzy modeling. The ratio of the main components of the meatballs recipe (thorny skate and Atlantic cod) close to the optimum is 48 % by weight of meat for each component separately.

Key words: canned minced special purpose, thorny skate, chondroitin sulfate.