

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩИХ РЕСУРСОВ ТОЛСТОЛОБИКА В ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ

*М.А. Муханова, С.А. Свирина, А.А. Бекешева,
О.С. Якубова, Ю.А. Максименко*

*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
г. Астрахань, Россия*

В работе исследуются перспективы применения вторичных коллагенсодержащих ресурсов толстолобика в пищевых технологиях. Объекты исследования – вторичные продукты рыбопереработки толстолобика *Hypophthalmichthys*, в частности чешуя, кожа и кости. При исследованиях используются аналитические, стандартные и специальные методы. В работе проанализирован теоретический и практический опыт разработки технологических решений переработки вторичного рыбного коллагенсодержащего сырья. Установлено, что технологии и применение готовых продуктов из рыбного коллагенсодержащего сырья существенно отличаются в зависимости от видовой принадлежности и состава вторичных ресурсов. Исследование химического состава костей толстолобика показало высокое содержание белка (16,4 %) и минеральных веществ 14,1 %. В чешуе толстолобика отмечено более высокое содержание белка (29,7 %) и содержание минеральных веществ на уровне 13,4 %. В коже толстолобика установлено также высокое содержание белка (23,9 %). Содержание минеральных веществ в коже толстолобика составляет менее 1 %. В аминокислотном составе чешуи толстолобика идентифицировано 18 аминокислот, установлено, что белковые фракции содержат практически полный набор аминокислот, включая незаменимые (17 % составляет сумма незаменимых аминокислот по отношению ко всем аминокислотам чешуи толстолобика). Доминирующими по массе аминокислотами чешуи толстолобика являются (% массы азотистой части): глутаминовая кислота – 22,7 %, пролин – 12,3 %, глицин – 9,9 %, аланин – 9,0 %, оксипролин – 8,5 %, аргинин – 8,6 %. При исследовании установлено большое количество глутаминовой (22665,9 мг/100 г белка) и аспарагиновой аминокислот (4049,5 мг/100 г белка) – известных химических предшественников образования специфического вкуса. Таким образом, в работе обоснована целесообразность использования вторичных коллагенсодержащих ресурсов толстолобика с целью получения продуктов питания с высоким содержанием белка.

Ключевые слова: вторичные рыбные коллагенсодержащие ресурсы, пищевые технологии, толстолобик, кожа, кости, чешуя, химический состав.

Введение

На сегодняшний день Россия обладает богатыми водными биологическими ресурсами. Рыбохозяйственная отрасль играет важную роль в поддержании продовольственной безопасности Российской Федерации, сохранении водных биоресурсов и улучшении качества жизни населения [9].

Приоритетными направлениями развития рыбоперерабатывающей промышленности являются расширение производства и реализация конкурентоспособной российской продукции из водных биоресурсов с высокой долей добавленной стоимости, обеспечение на этой основе интенсивного замещения импортной продукции на внутреннем рынке продукцией российского производства [9].

В последние годы рыбная промышленность Астраханской области существенно изменилась [12, 13, 14]. На фоне общего сниже-

ния объема добычи рыбы перспективным направлением развития отрасли является комплексная переработка промысловых рыб и объектов товарной аквакультуры. Вовлечение вторичных продуктов переработки рыбы в производство способствует расширению ассортимента рыбной продукции и повышению эффективности производства. Особенный интерес для переработки представляют вторичные коллагенсодержащие рыбные ресурсы.

В настоящее время имеется ряд работ отечественных ученых по разработке технологических решений переработки вторичного рыбного коллагенсодержащего сырья [3, 7]. Разработана технология получения пищевого ихтиожелатина [17] из чешуи рыб, переработка отходов ихтиожелатинового производства для получения физиологически активной добавки [18], изготовление съедобных пищевых пленок из ихтиожелатина [11], получение су-

хой рыбной основы для бульонов, супов и соусов быстрого приготовления из малоценных продуктов разделки прудовых рыб [1, 2]. Вторичные ресурсы рыбной промышленности представлены как источник пищевых биологически активных добавок [16]. Из волокнистого коллагена, представленного в коже рыб, ученые разработали технологии желатина, который применяется в медицине для изготовления биodeградируемых пленочных композиций (пленок, пластинок, покрытий, губок, нитей и др.) [4, 5]. Анализ научно-практических данных показывает, что технологии и использование продуктов из рыбных коллагенсодержащих ресурсов существенно отличаются для сырья, содержащего гиалиновый коллаген костной ткани и волокнистый коллаген, представленный в коже рыб, также отдельно разработаны технологии переработки чешуи рыб. Для формирования рациональной технологии переработки необходимо углубленное изучение их химического состава вторичных рыбных ресурсов. Следует отметить, что состав сырья отличается в зависимости от вида рыбы, а также может меняться в зависимости от времени года, района выращивания и других факторов.

В настоящее время наиболее интенсивно наращивается производство объектов аквакультуры. Проводятся научные исследования в этом направлении, в том числе технологические. Для организации переработки важны объемы сырьевых ресурсов. По данным Волго-Каспийского территориального управления Федерального агентства по рыболовству исследование объемов производства объектов товарной аквакультуры за 2016–2020 гг. в Астраханской области показало, что наибольшее количество среди всех объектов занимает толстолобик. Объем его производства за 5 лет составил 38,225 тыс. тонн, на втором месте карп – 30,713 тыс. тонн, на третьем месте амур – 13,796 тыс. тонн. Объемы производства других видов рыб на порядок меньше. Как правило, на пищевых предприятиях практически не перерабатываются кости, шкура и чешуя, они поступаю в отходы и используются на кормовые цели. Массовый состав этих частей тела толстолобика составляет 24,3 %: кости – 14,7 %, кожа – 5,1 %, чешуя – 3,6 %. Таким образом, ежегодно при разделке толстолобика в отходы поступает около 2 тыс. тонн не используемых на пищевые цели отходов, которые могут выступать вторичными

ресурсами для глубокой переработки сырья и получения ценных продуктов питания и БАД.

Таким образом, задача комплексной переработки толстолобика, подбора рациональных направлений переработки вторичных рыбных ресурсов, определение перспектив применения готовых пищевых продуктов наиболее актуальна.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования были выбраны вторичные ресурсы переработки толстолобика *Hypophthalmichthys*, выращенного в Астраханской области, в частности кости, кожа и чешуя.

Исследование химического состава вторичных ресурсов толстолобика проводили стандартными методами (ГОСТ 31795-2012, ГОСТ 7636-85). Содержание белка определяли по методу Кьельдаля, жира – экстракционно-весовым методом, влагу и золу – гравиметрическим методом. Фракционный состав белков чешуи рыб определяли последовательным экстрагированием водо- и солерастворимых белковых фракций (дистиллированной водой и солевым раствором хлорида кальция с концентрацией 0,6 моль/дм³). Определение содержания коллагена проводили автоклавированием при температуре 150 °С и давлении 0,15 МПа.

Качественный и количественный аминокислотный состав чешуи толстолобика определяли на жидкостном хроматографе модели L-8800 фирмы «Hitachi» (Япония) согласно инструкции изготовителя. Предварительно проводили подготовку образцов обработкой гидролизующей смесью при 155 °С в течение 1 часа. Анализ проводили в стандартном режиме анализа белковых гидролизатов, используя высокоэффективные ионообменные хроматографические колонки и специальный нингидриновый реагент для детектирования элюирующихся аминокислот.

Этапы работ по выполнению аминокислотного анализа образцов:

1. Кислотный гидролиз пробы. Навеску образца (1–2 мг) помещают в стеклянную ампулу и добавляют 200 мкл (0,2 мл) свежеприготовленной гидролизующей смеси. Образец замораживают, помещая ампулу в жидкий азот, вакуумируют и заплавляют. Гидролиз проводят при 155 °С в течение 1 часа. По окончании времени гидролиза ампулу (после охлаждения) вскрывают, содержимое количественно переносят в пластиковую и досуха

удаляют гидролизующую смесь. Следы кислот удаляют, повторив дважды процедуру упаривания небольших порций воды (0,1 мл), добавляемых к сухому остатку, на CentriVar Concentrator LABCONCO. Далее для аминокислотного анализа к гидролизату (сухому остатку) добавляют определенное количество 0,1н. соляной кислоты, и, после интенсивного перемешивания центрифугируют в течение 5 мин при 8000 об/мин на центрифуге Microfuge 22R (Beckman-Coulter, US). Дальнейшие разведения производят в соответствии с предполагаемым количеством белка в образце.

2. Проведение аминокислотного анализа. Анализ аминокислотного состава полученных кислотных гидролизатов белка проводят на аминокислотном анализаторе, L-8800 фирмы «Hitachi» (Япония) на колонке 4.6·80 мм со смолой 2622SC-PH-HR.

3. Определение аминокислотного состава белка. Аминокислотный состав анализируемого белка рассчитывают исходя из навески белка, взятой для анализа, молекулярной массы белка и полученных данных о количестве каждой аминокислоты, содержащейся в гидролизате. Результаты представляют как число остатков аминокислоты, приходящихся на моль белка.

В работе использовались аналитические методы исследований: анализ, систематизация, обобщение и интерпретация экспериментальных данных.

Результаты исследований обрабатывались современными методами расчета статистической достоверности с использованием компьютерных программ Microsoft Excel. Достоверность различий определяли методом вариационной статистики с использованием критерия Стьюдента, различия считали достоверными при $P < 0,05$. Эксперименты проводились в 3–5–кратной повторности.

Результаты и их обсуждения

Химический состав костей толстолобика, которые поступают в отходы при разделке на филе с реберными костями, представлен в табл. 1.

Таблица 1
Средний химический состав костей толстолобика

Содержание, %			
воды	азотистых в-в	жира	минеральных веществ
54,60	16,40	14,94	14,06

Установлено, что в костях толстолобика содержится значительное количество белка (16,4 %), жира (14,9 %). Также из данных таблицы 1 видно, что кости толстолобика содержат 14,06 % минеральных веществ.

Данные аминокислотного состава белка костей толстолобика представлены в работах ученых Воронежского университета инженерных технологий (Дворянинова О.П., Соколов А.В., Спиридонова М.В). Согласно этим данным, белок костей рыб представлен заменимыми и незаменимыми аминокислотами. До 75 % азота костей составляет коллаген. Для сравнения, представляем известные данные по содержанию минерального состава костей толстолобика, выращенного в Воронежской области. В костях толстолобика обнаружено в среднем 17,70 % минеральных веществ, около 80 % из них составляет фосфорнокислый кальций, в среднем 7 % – углекислый кальций, и в небольших количествах обнаружены соли (фтористый кальций, хлористый натрий и др.) Установлено соответствие нормам по содержанию токсичных элементов. Представленные данные по общему содержанию минеральных веществ в костях толстолобика соотносятся с нашими данными, расхождение в данных в зависимости от района выращивания составляет 20 % [6].

Химический состав кожи толстолобика представлен в табл. 2.

Таблица 2
Средний химический состав кожи толстолобика

Содержание, %			
воды	азотистых в-в	жира	минеральных веществ
55,90	23,91	19,60	0,59

В коже толстолобика отмечено высокое содержание азотистых веществ (в среднем 24 %), а также отмечают высокое содержание жира в среднем 20 %). Отличительной особенностью химического состава кожи толстолобика является невысокое содержание минеральных веществ (менее 1 %).

В табл. 3 представлен средний химический состав чешуи толстолобика.

Изучение общего химического состава чешуи толстолобика *Hypophthalmichthys* показало самое высокое содержание азотистых веществ (30 %) среди все исследуемых вторичных рыбных ресурсов. Также отмечается высокое содержание минеральных веществ,

на уровне 13 %. Это значение близко по содержанию золы в костях. Содержание жира незначительное, менее 1 %.

Таблица 3
Средний химический состав чешуи толстолобика

Содержание, %			
воды	азотистых в-в	жира	минеральных веществ
56,7	29,7	0,2	13,4

Низкое содержание жира в чешуе толстолобика как объекта товарной аквакультуры (0,2 %) обуславливает возможность использования данного вторичного рыбного сырья в технологических процессах изготовления пищевой продукции без предварительного обезжиривания сырья. В работах ряда ученых проведены исследования показателей безопасности чешуи рыб, которые показали полное соответствие этого сырья требованиям для пищевой рыбной продукции [17, 19].

Белковые вещества, в том числе белки чешуи рыб, включают водорастворимые, солерастворимые, щелочерастворимые и нерастворимые фракции. Как правило, эти фракции различаются растворимостью, значением изоэлектрической точки, молекулярной массой, температурой коагуляции и другими свойствами и назначением. Исследование фракционного состава белков чешуи толстолобика показало, что содержание водорастворимых и

солерастворимых белков в сумме составляют 4,6 %, щелочерастворимых белков (коллагена) – 58,4 %, а также содержание нерастворимой белковой фракции – 5,6 % (к сухому веществу). Таким образом, установлено, что большая часть азотсодержащих веществ чешуи толстолобика, в среднем 85 %, представлена коллагеном.

Известно, что сопутствующие коллагену вещества белкового происхождения представлены склеропотеинами – кератин, эластин, ретикулин; протеинами – альбумины и глобулины; а также группой глюкотеидов, основными представителями которой выступают мукоиды, муцины, меланины и мукополисахариды. Они являются компонентами основного вещества чешуи рыб и играют большую роль в организации структуры коллагена.

Для оценки функционально-технологических свойств чешуи толстолобика далее был исследован и проанализирован аминокислотный состав, результаты которого представлены на рис. 1–3.

В аминокислотном составе чешуи толстолобика идентифицируются 18 аминокислот. Исследование аминокислотного состава чешуи толстолобика показывает, что белковые фракции содержат практически полный набор аминокислот, включая незаменимые (17 % составляет сумма незаменимых аминокислот по отношению ко всем аминокислотам чешуи толстолобика). Особое внимание обращает на



Рис. 1. Аминокислотный состав чешуи толстолобика (моноаминодикарбоновые кислоты)



Рис. 2. Аминокислотный состав чешуи толстолобика (моноаминокарбоновые кислоты)



Рис. 3. Аминокислотный состав чешуи толстолобика (гетероциклические и диаминомонокарбоновые кислоты)

себя наличие аминокислоты – цистин (2 % от общего содержания аминокислот).

Отсутствие в составе белка чешуи толстолобика незаменимой аминокислоты триптофана не позволяет сделать вывод относительно его полной биологической ценности. Также биологическую ценность чешуи снижает малая активность пищеварительных ферментов к расщеплению коллагена и про-

чих сопутствующих фибриллярных белков (эластин, ретикулин). Доминирующими по массе аминокислотами чешуи толстолобика являются (% массы азотистой части): глутаминовая кислота – 22,7 %, пролин – 12,3 %, глицин – 9,9 %, аланин – 9,0 %, оксипролин – 8,5 %, аргинин – 8,6 %.

Данные аминокислотного состава (см. рис. 1–3) позволяют распознать коллаген как

превалирующий белок чешуи толстолобика посредством определения процентного соотношения отдельных аминокислотных остатков к общему их числу.

В зависимости от строения боковой цепи аминокислотные остатки подразделяют на типы, состав которых в коллагене, % от общего числа аминокислотных остатков, представлен ниже:

– аминокислоты без боковой цепи (глицин) – 9,90;

– аминокислоты с гидрофильной боковой цепью:

кислотного характера (аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты) – 26,72;

основного характера (лизин, аргинин, гистидин) – 13,61;

– серосодержащие аминокислоты (метионин) – 1,80;

– аминокислоты, содержащие гидроксил, за исключением оксипролина (оксипролин, тирозин, серин, треонин) – 15,57;

– аминокислоты, не содержащие азот и кислород в боковой цепи (аланин, лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин, пролин) – 30,37;

– аминокислоты с иминогруппой (пролин и оксипролин) – 20,75.

Процентное соотношение аминокислот коллагена и чешуи толстолобика представлено в табл. 4. Данные по традиционному процентному соотношению коллагена заимствовали из научной литературы [8, 15]. Показано, что чешуя толстолобика в основном обладает подобным составом аминокислот.

При исследовании установлено большое количество глутаминовой и аспарагиновой

аминокислот – известных химических предшественников образования специфического вкуса, обязательные составляющие композиций спортивного питания и лекарственных препаратов. Данные аминокислоты интегрируют азотистый обмен в организме человека. В отдельные моменты в организме может не хватать определенных аминокислот, и тогда они синтезируются из других аминокислот. Уникальность глутаминовой и аспарагиновой аминокислот заключается в том, что для взаимного превращения друг в друга все заменимые аминокислоты должны превратиться вначале в глутаминовую или аспарагиновую кислоту. Наиболее частым источником легко мобилизуемого белка являются транспортные белки крови [10]. При нехватке белка в организме они перераспределяются от одних внутренних органов к другим, что может привести к негативным последствиям. Следовательно, употребление пищевой продукции со значительным содержанием глутаминовой и аспарагиновой кислот является положительным физиологическим фактором.

Выводы

Таким образом, в работе проведено исследование химического состава вторичных ресурсов (костей, кожи и чешуи) толстолобика, выращенного в Астраханской области. Установлено, что все вторичные ресурсы имеют высокое содержание азотистых веществ (16,4–29,7 %), отличаются содержанием минеральных веществ и жира. Больше всего минеральных веществ отмечено в костях толстолобика (14,1 %), в чешуе на 5 % меньше. Кожа и чешуя толстолобика содержат не более 1 % жира, в костях отмечено 15 % жира. Ус-

Таблица 4
Процентное соотношение аминокислот в коллагене и чешуе толстолобика

Наименование аминокислот	Процентное соотношение для коллагена [8, 15]	Процентное соотношение в чешуе толстолобика
Аланин + лейцин + изолейцин + валин + фенилаланин + пролин	31,48	30,37
Оксипролин + тирозин + серин + треонин	13,54	15,57
Пролин + оксипролин	21,4	20,8
Метионин	0,7	1,8
Аспарагиновая + глутаминовая аминокислоты	12,38	26,72

тановлено, что чешуя толстолобика является источником незаменимых и заменимых аминокислот, отмечается большое количество глутаминовой и аспарагиновой аминокислот (26,72 %), что обуславливает ее ценность и высокий потенциал для производства продуктов питания, в частности соусной продукции с высоким содержанием белка и улучшенными органолептическими показателями. Исследования обосновывают целесообразность использования вторичных коллагенсодержащих ресурсов толстолобика в пищевых системах с целью получения продуктов питания с высокой пищевой ценностью.

Литература

1. Антипова, Л.В. Сухая основа из малоценных продуктов разделки прудовых рыб для приготовления первых блюд / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, Ю.Н. Воронцова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – № 2-3(326-327). – С. 76–78.
2. Антипова, Л.В. Сушка малоценных продуктов разделки рыб при производстве сухих основ для бульонов, супов и соусов быстрого приготовления / Л.В. Антипова, Ю.Н. Воронцова, А.Ю. Баранов, Е.В. Буданцев // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2012. – № 3(53). – С. 12–15.
3. Антипова, Л.В. Чешуя прудовых рыб – источник пищевого продукта / Л.В. Антипова, Ву Тхи Лоан // Сборник научных статей молодых ученых и студентов. – Тамбов: Изд-во Тамб. госуд. техн. ун-т, 2009. – Вып. 22. – С. 15–17.
4. Борисова, О.И. Исследование свойств продуктов растворения коллагена (ПРК), полученных из шкур прудовых рыб / О.И. Борисова, Г.А. Хаустова, Л.В. Антипова, М.Е. Успенская // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 130–131.
5. Бокерия, Л.А. Возможность использования рыбного желатина для изготовления биодegradуемых пленочных композиций с целью профилактики спаечных осложнений / Л.А. Бокерия, С.П. Новикова, Р.Р. Салохедина [и др.] // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2020. – Т. 21, № 5. – С. 543–551. – DOI 10.24022/1810-0694-2020-21-5-543-551.
6. Дворянинова, О.П. Аквакультурные биоресурсы: научные основы и инновационные решения: монография / О.П. Дворянинова, Л.В. Антипова. – Воронеж: ВГУИТ, 2012. – С. 419.
7. Дворянинова, О.П. Побочные продукты разделки рыб: состав, свойства и применение / О.П. Дворянинова, А.В. Соколов, М.В. Спиридонова // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 5-2. – С. 17–21.
8. Игнатъева, Н.Ю. Термическая стабильность коллагена в соединительных тканях: дис.... д-ра хим. наук: 02.00.04 / Игнатъева Наталья Юрьевна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова]. – М., 2011. – С. 301.
9. Итоги деятельности федерального агентства по рыболовству в 2020 году и задачи на 2021 год // Федеральное агентство по рыболовству: материалы к заседанию апрель 2021 г. – https://fish.gov.ru/wpcontent/uploads/documents/ob_agentstve/kollegiya/itogi_2021.pdf (дата обращения 20.09.2021).
10. Мезенова, Н.Ю. Активные пептиды рыбной чешуи в гейнерах для спортивного питания / Н.Ю. Мезенова, Л.С. Байдалинова, О.Я. Мезенова [и др.] // Вестник Международной академии холода. – 2014. – № 2. – С. 47–52.
11. Покусаева, О.А. Ихтиожелатин как основа съедобных пленочных покрытий для пищевых продуктов / О.А. Покусаева, Н.В. Долганова, О.С. Якубова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 123–128.
12. Приказ Министерства сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области от 17.12.2018 г. № 104 «О заключении договоров пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается». – https://msh.astrobl.ru/sites/default/files/prikaz_104.pdf (дата обращения 20.09.2021).
13. Приказ Министерства сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области от 17.12.2019 г. № 69 «О заключении договоров пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается». – https://msh.astrobl.ru/sites/default/files/prikaz_o_zaklyuchenii_dogovorov_polzovaniya_vodnymi_biologicheskimi_resursami_obshchiy_dopustimy_y_ulov_kotoryh_ne_ustanavlivaetsya_na_2020_god.pdf (дата обращения 20.09.2021).

14. Приказ Министерства сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области от 15.12.2020 г. № 79 «О заключении договоров пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается». – https://msh.astrobl.ru/sites/default/files/prikaz_79.pdf (дата обращения 20.09.2021)

15. Райх, Г. Коллаген (проблемы, методы исследования, результаты). – М.: Легкая индустрия, 1969. – С. 327.

16. Самойлова, Д.А. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок / Д.А. Самойлова, М.Е. Цибизова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 129–136.

17. Якубова, О.С. Разработка технологии получения ихтиожелатина из чешуи рыб: специальность 05.18.04 «Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств»: дис. ... канд. техн. наук / Якубова Олеся Сергеевна. – Воронеж, 2006. – С. 206.

18. Якубова, О.С. Технология переработки отходов ихтиожелатинового производства / О.С. Якубова, Ю.С. Дутлякова // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2006. – № 3(32). – С. 233–238.

19. Якубова, О.С. Чешуя частичковых и прудовых рыб как сырье для получения ихтиожелатина / О.С. Якубова, Н.В. Долганова, А.Л. Котенко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2005. – № 5-6(288-289). – С. 41–44.

Муханова Мария Александровна, преподаватель, ОСП «Волго-Каспийский морской рыбопромышленный колледж» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), m.a.mukhanova@mail.ru

Свирина Светлана Алексеевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), svetlanasv97@yandex.ru

Бекешева Аделя Адлеровна, доцент, к.т.н., ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), abaygalieva@mail.ru

Якубова Олеся Сергеевна, доцент, к.т.н., ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), o.s.lakubova@mail.ru

Максименко Юрий Александрович, профессор, д.т.н., проректор по научной работе и инновациям, заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудование», ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), amxsl@yandex.ru

Поступила в редакцию 14 августа 2021 г.

DOI: 10.14529/food210406

PROSPECTS FOR THE USE OF SECONDARY COLLAGEN-CONTAINING RESOURCES OF SILVER CARP IN FOOD TECHNOLOGIES

**M.A. Mukhanova, S.A. Svirina, A.A. Bekesheva,
O.S. Iakubova, Yu.A. Maksimenko**

FSBEI HE "Astrakhan State Technical University", Astrakhan, Russian Federation

The paper investigates the prospects for the use of secondary collagen-containing resources of silver carp in food technologies. The objects of research are secondary fish processing products of the silver carp *Hypophthalmichthys*, in particular scales, skin and bones. The research uses analytical, standard and special methods. The study of the chemical composition of silver carp bones showed a high content of protein (16,4 %) and 14,1 % minerals. Silver carp scales have a higher protein content (29,7 %) and a mineral content of 13,4 %. Silver carp skin also has a high

protein content (23,9 %). The content of minerals in silver carp skin is less than 1 %. In the amino acid composition of silver carp scales, 18 amino acids were identified, it was found that protein fractions contain an almost complete set of amino acids, including essential ones (17 % is the sum of essential amino acids in relation to all amino acids of silver carp scales). The dominant by weight amino acids of silver carp scales are (% of the mass of the nitrogenous part): glutamic acid – 22,7 %, proline – 12,3 %, glycine – 9,9 %, alanine – 9,0 %, hydroxyproline – 8,5 %, arginine – 8,6 %. The study revealed a large amount of glutamic (22665.9 mg/100 g of protein) and aspartic amino acids (4049.5 mg/100 g of protein) – known chemical precursors for the formation of a specific taste. Thus, the work substantiated the expediency of using secondary collagen-containing resources of silver carp in order to obtain food products with a high protein content.

Keywords: secondary fish collagen-containing resources, food technologies, silver carp, skin, bones, scales, chemical composition.

References

1. Antipova L.V., Dvoryaninova O.P., Vorontsova Yu.N. [Dry base from low-value products of cutting pond fish for the preparation of first courses]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*, 2012, no. 2-3(326-327), pp. 76–78. (in Russ.)
2. Antipova L.V., Vorontsova Yu.N., Baranov A.Yu., Budantsev E.V. [Drying of low-value fish cutting products in the production of dry bases for broths, soups and instant sauces]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy*, 2012, no. 3(53), pp. 12–15. (in Russ.)
3. Antipova, L.V. Cheshuya prudovykh ryb – istochnik pishchevogo produkta [Scales of pond fish – a source of food] / L.V. Antipova, Vu Tkhi Loan // *Sbornik nauchnykh statey molodykh uchenykh i studentov*. – Vypusk 22. – Tambov: Izd-vo Tamb. gosud. tekhn. un-t, 2009. – 15-17 p. (in Russ.)
4. Borisova O.I., Khaustova G.A., Antipova L.V., Uspenskaya M.E. [Study of the properties of collagen dissolution products (PRK) obtained from the skins of pond fish]. *Uspekhi sovremennoy estestvoznaniya*, 2012, no. 6, pp. 130–131. (in Russ.)
5. Bokeriya L.A., Novikova S.P., Salokhedina R.R. et al. [The possibility of using fish gelatin for the manufacture of biodegradable film compositions for the prevention of adhesive complications]. *Byulleten' NTsSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistye zabolevaniya*, 2020, vol. 21, no. 5, pp. 543–551. (in Russ.) DOI 10.24022/1810-0694-2020-21-5-543-551.
6. Dvoryaninova O.P., Antipova L.V. *Akvakul'turnye bioresursy: nauchnye osnovy i innovatsionnye resheniya* [Aquaculture bioresources: scientific foundations and innovative solutions]. Voronezh, 2012. 419 p.
7. Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V., Spiridonova M.V. [By-products of fish cutting: composition, properties and application]. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologiy*, 2015, no. 5-2, pp. 17–21. (in Russ.)
8. Ignat'eva N.Yu. *Termicheskaya stabil'nost' kollagena v soedini-tel'nykh tkanyakh* [Thermal stability of collagen in connective tissues: dissertation... Doctor of Chemistry: 02.00.04]. Moscow, 2011. 301 p.
9. *Itogi deyatel'nosti federal'nogo agentstva po rybolovstvu v 2020 godu i zadachi na 2021 god* [Results of the activities of the Federal Agency for Fisheries in 2020 and tasks for 2021]. Federal Agency for Fisheries: materials for the meeting in April 2021]. Available at: https://fish.gov.ru/wpcontent/uploads/documents/ob_agentstve/kollegiya/itogi_2021.pdf (accessed: 20.09.2021).
10. Mezenova N.Yu., Baydalina L.S., Mezenova O.Ya. et al. [Active peptides of fish scales in gainers for sports nutrition]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii kholoda*, 2014, no. 2, pp. 47–52. (in Russ.)
11. Pokusaeva O.A., Dolganova N.V., Iakubova O.S. [Ichthyogelatin as the basis of edible film coatings for food products]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo*, 2015, no. 2, pp. 123–128. (in Russ.)
12. *Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva i rybnoy promyshlennosti Astrakhanskoy oblasti ot 17.12.2018 g. № 104 «O zaklyuchenii dogovorov pol'zovaniya vodnymi biologicheskimi resursami, obshchiy dopustimyy ulov kotorykh ne ustanavlivaetsya»*. Available at: https://msh.astrobl.ru/sites/default/files/prikaz_104.pdf (accessed: 20.09.2021).
13. *Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva i rybnoy promyshlennosti Astrakhanskoy oblasti ot 17.12.2019 g. № 69 «O zaklyuchenii dogovorov pol'zovaniya vodnymi biologicheskimi resursami, obshchiy dopustimyy ulov kotorykh ne ustanavlivaetsya»* [Order of the Ministry of Agriculture and Fishing Industry of the Astrakhan Region dated December 17, 2018 No. 104 “On the conclusion of contracts for the use of

aquatic biological resources, the total allowable catch of which is not established”]. Available at: https://msh.astrobl.ru/sites/default/files/prikaz_o_zaklyuchenii_dogovorov_polzovaya_vodnymi_biologicheskimi_resursami_obshchiy_dopustimyy_ulov_kotoryh_ne_ustanavlivaetsya_na_2020_god.pdf (accessed: 20.09.2021)

14. *Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva i rybnoy promyshlennosti Astrakhanskoy oblasti ot 15.12.2020 g. № 79 «O zaklyuchenii dogovorov pol'zovaniya vodnymi biologicheskimi resursami, obshchiy dopustimyy ulov kotorykh ne ustanavlivaetsya»* [Order of the Ministry of Agriculture and Fishing Industry of the Astrakhan Region dated December 15, 2020 No. 79 “On the conclusion of agreements for the use of aquatic biological resources, the total allowable catch of which is not established”]. Available at: https://msh.astrobl.ru/sites/default/files/prikaz_79.pdf (accessed: 20.09.2021)

15. Raykh G. *Kollagen (problemy, metody issledovaniya, rezul'taty)* [Collagen (problems, research methods, results)]. Moscow, 1969. 327 p.

16. Samoylova D.A., Tsibizova M.E. [Secondary resources of the fishing industry as a source of food and biologically active additives]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khozyaystvo*, 2015, no. 2, pp. 129–136. (in Russ.)

17. Iakubova O.S. *Razrabotka tekhnologii polucheniya ikhtiozhelatina iz cheshui ryb: spetsial'nost' 05.18.04 «Tekhnologiya myasnykh, molochnykh i rybnykh produktov i kholodil'nykh proizvodstv»* [Development of technology for obtaining ichthyogelatin from fish scales: specialty 05.18.04 “Technology of meat, dairy and fish products and refrigeration industries”]: dissertation for the degree of candidate of technical sciences]. Voronezh, 2006. 206 p.

18. Iakubova O.S., Dutlyakova Yu.S. [Technology of processing wastes of ichthy-gelatinous production]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2006, no. 3(32), pp. 233–238. (in Russ.)

19. Iakubova O.S., Dolganova N.V., Kotenko A.L. [Scales of small and pond fish as raw material for obtaining ichthyogelatin]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*, 2005, no. 5-6(288-289), pp. 41–44 p. (in Russ.)

Maria A. Mukhanova, teacher, SASS “Volga-Caspian Marine Fishery College”, FSBEI HE “Astrakhan State Technical University”, Astrakhan, m.a.myxanova@mail.ru

Svetlana A. Svirina, graduate student, FSBEI HE “Astrakhan State Technical University”, Astrakhan, svetlanasv97@yandex.ru

Adelya A. Bekesheva, Candidate of technical sciences, senior lecturer, FSBEI HE “Astrakhan State Technical University”, Astrakhan, abaygalieva@mail.ru

Olesia S. Iakubova, senior lecturer, Candidate of Technical Sciences, FSBEI HE “Astrakhan State Technical University”, Astrakhan, o.c.Iakubova@mail.ru

Yuri A. Maksimenko, vice rector for scientific work and innovations, Head of the Department «Technological machines and equipment», professor, Doctor of Technical Sciences, FSBEI HE “Astrakhan State Technical University”, Astrakhan, amxs1@yandex.ru

Received August 14, 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Перспективы применения вторичных коллагенсодержащих ресурсов толстолобика в пищевых системах / М.А. Муханова, С.А. Свирина, А.А. Бекешева и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2021. – Т. 9, № 4. – С. 44–53. DOI: 10.14529/food210406

FOR CITATION

Mukhanova M.A., Svirina S.A., Bekesheva A.A., Iakubova O.S., Maksimenko Yu.A. Prospects for the Use of Secondary Collagen-Containing Resources of Silver Carp in Food Technologies. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2021, vol. 9, no. 4, pp. 44–53. (in Russ.) DOI: 10.14529/food210406