

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-1-2621>
<https://elibrary.ru/YIRXDF>

Оригинальная статья
<https://fptt.ru>

Пищевая и биологическая ценность вторичного сырья осетровых объектов товарной аквакультуры Астраханской области



О. С. Якубова*^{ORCID}, А. А. Кушбанова^{ORCID}, М. В. Захарова^{ORCID}

Астраханский государственный технический университет^{ORCID}, Астрахань, Россия

Поступила в редакцию: 02.09.2025

Принята после рецензирования: 05.11.2025

Принята к публикации: 13.01.2026

*e-mail: o.s.yakubova@mail.ru

© О. С. Якубова, А. А. Кушбанова, М. В. Захарова, 2026



Аннотация.

Осетровые объекты товарной аквакультуры становятся сырьевой базой для промышленного производства продуктов питания. Голова осетра – преобладающий по массе отход, рациональная переработка которого позволит полноценно использовать рыбные ресурсы. Цель исследования – изучить химический состав и биологическую ценность тканей головы осетра. В качестве объектов исследования использовали мышечную ткань русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) аквакультурного происхождения, головы и продукты их переработки. Для определения химического состава применяли стандартные методы исследования. Биологическую ценность белка рассчитывали согласно методике Продовольственного комитета ФАО/ВОЗ.

Составлена топография срезов тела осетра в разных частях туловища. Установлено наличие светлой и темной мускулатуры, скопление жировой ткани в подкожной, прихрящевой, брюшной зонах и соединительной ткани в частях тела осетра. Исследование химического состава мяса головы, туловища, хвоста показало содержание воды от 76,0 до 82,9 %; белка – от 14,2 до 18,5 %; жира – от 2,4 до 4,9 %; минеральных веществ – от 0,1 до 0,6 %. Зафиксировано снижение содержания жира в мясе в среднем в 2,8 раза по сравнению с параметрами промыслового осетра. В продуктах переработки головы осетра (мясо и мягкие ткани) белка – 18,6 и 20,4 %; жира – 12,2 и 16,2 %. Данные схожи по составу, но отличаются по пищевой ценности. Биологическая ценность белков мяса головы осетра составила 44,1 %, что на 2,6 % выше этого показателя для мягких тканей. В жире головы осетра установлено содержание мононенасыщенных жирных кислот (45,8 %) и полиненасыщенных жирных кислот ω -3 (11,0 %) и ω -6 (15,2 %).

Продукты переработки головы осетра являются источниками ценного белка и жира, представляют перспективу для использования в многокомпонентных продуктах питания.

Ключевые слова. Рыба, аквакультура, осетр, русский осетр, голова осетра, мясо осетра

Финансирование. Работа выполнена на базе ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» за счет средств гранта Российского научного фонда № 24-26-00082, <https://rscf.ru/project/24-26-00082/>

Для цитирования: Якубова О. С., Кушбанова А. А., Захарова М. В. Пищевая и биологическая ценность вторичного сырья осетровых объектов товарной аквакультуры Астраханской области. Техника и технология пищевых производств. 2026. Т. 56. № 1. С. 44–56. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-1-2621>

Nutritional Value of Sturgeon Recyclables in Astrakhan Region



Olesia S. Iakubova*^{ID}, Adelia A. Kushbanova^{ID}, Mariya V. Zaharova^{ID}

Astrakhan State Technical University^{ROR}, Astrakhan, Russia

Received: 02.09.2025
Revised: 05.11.2025
Accepted: 13.01.2026

*e-mail: o.c.yakubova@mail.ru

© O.S. Iakubova, A.A. Kushbanova, M.V. Zaharova, 2026



Abstract.

Sturgeon waste is a raw material base for industrial food production. Sturgeon heads are responsible for the majority of waste, and their rational processing will allow for sustainable utilization of fish resources. This study focused on the chemical composition and biological value of sturgeon head tissues.

The research featured muscle tissue, heads, and processed products of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*). While the chemical composition was studied by standard methods, the biological value of protein was calculated according to the FAO/WHO Food Committee methodology.

A topography of various body sections demonstrated the presence of light and dark muscles. Fat tissue accumulated in the subcutaneous, cartilaginous, and abdominal zones, while connective tissue was registered in different body parts. The chemical analysis of flesh from head, body, and tail revealed 76.0–82.9% water contents, 14.2–18.5% protein, 2.4–4.9% fat, and 0.1–0.6% minerals. The average fat content was 2.8 times lower than in commercial sturgeon. Soft tissues of sturgeon head contained 18.6–20.4% protein and 12.2–16.2% fat. These data are similar in composition but differ in nutritional value. The biological value of proteins in the flesh from sturgeon head was 44.1%, which was 2.6% higher than that of soft tissues. Sturgeon head fat contained 45.8% monounsaturated fatty acids, 11.0% ω -3 polyunsaturated fatty acids, and 15.2% ω -6 polyunsaturated fatty acids.

As reliable sources of valuable protein and fat, sturgeon head recyclables proved to be promising ingredients of multi-component foods.

Keywords. Fish, aquaculture, sturgeon, *Acipenser gueldenstaedtii*, sturgeon head, sturgeon flesh

Funding. The research was performed on the premises of the Astrakhan State Technical University as part of the contract with the Russian Science Foundation (No. 24-26-00082, <https://rscf.ru/en/project/24-26-00082/>)

For citation: Iakubova OS, Kushbanova AA, Zaharova MV. Nutritional Value of Sturgeon Recyclables in Astrakhan Region. Food Processing: Techniques and Technology. 2026;56(1):44–56. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2026-1-2621>

Введение

Промысел осетровых рыб в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне ведется с XIV в. Традиционно мясо этих ценных рыб перерабатывали в деликатесную продукцию (балыки провесные горячего и холодного копчения), а также в кулинарные изделия, консервы и др. Мясо осетровых рыб считается универсальным: его можно перерабатывать разными способами. Основные данные о химическом составе промысловых осетровых рыб в зависимости от видового разнообразия (осетр, белуга, стерлядь, севрюга), района обитания, части рыбы и других факторов представлены в справочнике Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии [1]. Традиционные технологии переработки осетровых рыб представлены в Сборнике технологических инструкций по обработке рыбы. В настоящее время естественные запасы

осетровых рыб уменьшились настолько, что популяция этих видов поддерживается путем искусственного воспроизводства. Для сохранения осетровых видов рыб в 2000 г. Российская Федерация ввела запрет на промысел белуги в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне, а в 2005 г. – также на добычу осетра и севрюги. В 2013 г. все прикаспийские государства договорились о введении полного моратория на коммерческий лов осетровых в Каспийском море, страны консолидированно проводят научные исследования по изучению состояния водных биоресурсов, выпуски молоди осетровых видов рыб от искусственного воспроизводства и рыбоохранные мероприятия [2–4]. В связи с этим продукция из мяса промысловых осетровых рыб отсутствует на потребительском рынке, введен запрет на ее реализацию.

Развитие аквакультуры способствует увеличению количества товарных осетровых рыб. По данным

Министерства сельского хозяйства и рыбной промышленности Астраханской области и Волго-Каспийского территориального управления Федерального агентства по рыболовству, с 2021 по 2024 гг. производство (выращивание) осетровых объектов товарной аквакультуры в Астраханской области составило: в 2021 г. – 1,8 тыс. т; в 2022 г. – 1,9 тыс. т; в 2023 г. – 2,4 тыс. т; в 2024 г. – 2,7 тыс. т. Среди осетровых рыб в наибольшем количестве выращивается русский осетр, его объемы в 2024 г. составили 1,6 тыс. т, по сравнению с 2021 г. отмечается рост на 92 % [5]. Таким образом, в Астраханской области существует сырьевая база товарных осетровых рыб аквакультурного происхождения как для проведения научных разработок, так и для промышленной переработки на предприятиях пищевой промышленности и индустрии питания. Однако среда обитания, условия выращивания, кормовая база в дикой среде обитания и аквакультуре отличаются, это обуславливает изменение состава и свойств осетровых рыб искусственного воспроизводства как сырьевого ресурса для переработки.

В последнее время проводятся научные и практические исследования осетровых рыб аквакультурного происхождения как относительно нового сырьевого ресурса. Так как это особо ценное сырье, в первую очередь исследуют мышечную ткань осетровых рыб, чтобы вырабатывать деликатесную продукцию высокого качества. Учеными установлены размерно-массовые характеристики, химический состав и пищевая ценность мышечной ткани осетровых рыб разных генотипов и гибридов аквакультурного происхождения [6–9]. Предложены современные направления переработки мышечной ткани гибридов осетровых рыб [10–12]. Помимо мяса, при разделке рыбы образуются отходы: голова, кожа, хрящи, плавники, чешуя (жучки), кости, внутренности и др. Эти части рыбы могут выступать вторичным сырьем. Учитывая высокую ценность осетровых рыб, вовлечение отходов в производственный процесс рационально, перспективно и экономически целесообразно. В настоящее время имеются сведения о переработке гонад товарного осетра в технологии рыбных консервов [13]. Разработана технология извлечения и использования коллагена из плавательных пузырей товарных осетровых [6]. Рассмотрены технологические свойства кожи русского осетра как перспективного кожевенного сырья [14]. Определен биопотенциал переработки жучек осетра (ганоидной чешуи) [15]. Исследованы головы гибридов осетровых рыб как сырьевой ресурс для получения желатина [16]. Изучена возможность обогащения сурими жиром из голов осетра [17].

Особенности переработки головы осетра обусловлены строением: она представлена целым каркасом, состоящим из хрящей, костей, мяса и мягких тканей, трудно делимых по частям без термической

обработки. Голова русского осетра содержит прирезь мышечной ткани, доля съедобных частей отварных голов составляет 51,91 %, доля хряща – 24,41 % [5]. Переработка такого сырья требует определенного технологического подхода. Имеется научный опыт по извлечению гидролизатов белка из голов нерки, установлена перспективность применения продуктов переработки голов тихоокеанского лосося в пищевых целях [18]. Учитывая, что голова осетра – наиболее весомый отход при разделке рыбы, содержащий большое количество ценных компонентов, ее переработка представляет научно-практический интерес. Также следует отметить перспективность использования хряща головы осетра для получения продуктов переработки коллагена различного назначения. Сейчас наиболее актуальным направлением является получение из коллагенсодержащего сырья животного происхождения биоактивных пептидов коллагена [19–27]. Осетровые виды рыб являются ценным сырьем как по потребительским свойствам, так и по стоимости, пищевая ценность и вкусоароматические показатели обуславливают высокую цену готовой продукции. Этот фактор приводит к определенным ограничениям в доступности указанной продукции для массового потребления. Исследование потребительских предпочтений демонстрирует, что первоочередное значение при принятии решения о покупке пищевой продукции отдается качеству, информации о соответствии продукции принципам здорового питания и стоимости [28–30]. Использование вторичных ресурсов осетровых для получения пищевых продуктов позволит снизить сырьевую нагрузку в себестоимости и повысить доступность готовой продукции из осетровых для потребителей. Имеющиеся данные по теме работы указывают на всесторонность исследования вторичных ресурсов осетровых рыб аквакультурного происхождения, но представленная информация не содержит полных сведений о химическом составе продуктов переработки голов русского осетра (мясо и мягкие ткани), выращенного в условиях аквакультуры предприятиями Астраханской области.

Для разработки и моделирования продукции на основе съедобных тканей отварной головы осетра необходимо провести углубленное исследование химического состава частей этого вторичного сырья. Цель исследования – сравнить химический состав мышечной ткани головы русского осетра; изучить топографию поперечных срезов тела русского осетра; исследовать химический состав мяса и мягких тканей отварной головы осетра; определить аминокислотный состав и биологическую ценность продуктов переработки головы осетра; установить жирнокислотный состав.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) аквакультурного происхождения, выращенного предприятиями

рыбохозяйственного комплекса Астраханской области (ООО «Астраханская рыболовная компания Белуга» и ООО ТД «А-ИКРА»), головы и продукты их переработки. Отбор проб проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 7636-85, ГОСТ 31339-2006, ГОСТ 7631-2008, ГОСТ 32366-2013. Сырье, материалы и реактивы соответствовали регламентированным требованиям. Научно-исследовательская работа проводилась в лаборатории «Техника и технологии биополимеров» Астраханского государственного технического университета (Астрахань, Россия) в период 2023–2025 гг. Для определения химического состава использовали мороженую продукцию русского осетра возраста 2,5–3,0 лет в количестве 10 тушек весом от 3,06 до 3,63 кг и 10 голов весом от 2,08 до 1,35 кг, изготовленную в ноябре 2023 г., средний суммарный вес головы и тушки – 6,0 кг. Химический состав (влага, белок, жир и зола) определяли с учетом ГОСТ 7636-85. Массовая доля белка определялась по методу Кьельдаля, методики модифицированы и адаптированы для аппаратов «Turbotherm» и «Vapodest-30» (Gerhardt, Германия). Массовую долю жира определяли экстракционным методом на полуавтоматическом аппарате экстракции по Сокслету АСВ-6. Для установления содержания золы использовали метод сжигания, для влаги – метод высушивания при $t = 100–105$ °С. Аминокислотный состав определяли по ГОСТ 34132-2017 с использованием хроматографического метода на базе научно-исследовательского испытательного центра Федерального научного центра пищевых систем имени В. М. Горбатова РАН (Москва, Россия). Данные массового содержания компонентов указаны с учетом средней статистической погрешности. В качестве аналитов определяли аминокислоты, включающие в себя связанные и свободные формы. Качественный и количественный состав смеси жирных кислот головы русского осетра выявляли методом газовой хроматографии с учетом требований ГОСТ 31663-2012 с использованием хроматографа Хроматэк-Кристалл 5000 с пламенно-ионизационным детектором (Хроматэк, Россия). Идентификационная смесь для хроматографии являлась многокомпонентной и состояла из 37 компонентов метиловых эфиров жирных кислот массовой концентрации 10 мг/мл (Supelco 37 Component Fame Mix, Sigma-Aldrich, Германия). Для хроматографирования метиловых эфиров жирных кислот идентификационной стандартной смеси и анализируемых проб жира головы русского осетра использовали идентичные режимы эксплуатации хроматографа. Статистическая обработка результатов исследования проведена по показателю точности с учетом вычета известной концентрации стандартной смеси.

Биологическую ценность оценивали относительно «идеального» белка, рассчитывая аминокислотный скор (АКскор, %) согласно методике Продовольственного комитета Всемирной организации здравоохранения ФАО/ВОЗ; аминокислотную сбалансированность –

по методике Н. Н. Липатова (1996). Для оценки биологической ценности использовали основополагающие показатели и критерии, предложенные академиками РАСХН Н. Н. Липатовым, И. А. Роговым.

Высокая точность измерений в рамках исследования определялась не менее чем тремя повторениями экспериментов для каждого образца и / или пробы с последующей математической обработкой и установлением среднего арифметического значения при допуске относительном расхождении величин 5 %. Использование общепринятых алгоритмов и методов математической статистики, графических программ и приложений обеспечивает статистическую значимость результатов.

Результаты и их обсуждение

Исследование химического состава мяса осетра проводили по частям с учетом анатомических особенностей строения тела рыбы, т. к. они обуславливают пищевую ценность и стоимостные показатели продукции.

Тело рыбы укрупненно состоит из трех плавно переходящих одна в другую частей: голова, туловище и хвост. К голове относят часть тела от вершины рыла до конца жаберных крышек. Туловищем считают часть тела между концом жаберных крышек и анальным отверстием. Хвост расположен после анального отверстия и включает хвостовой стебель и хвостовой плавник. Под кожей, покрывающей тело рыбы, находятся мышцы, опирающиеся на хрящевой скелет. Туловищная мускулатура включает четыре продольные мышцы – по две спинных и брюшных, разделенных перегородкой соединительной ткани. Мышцы состоят из поперечно-полосатой мышечной ткани, которая является основной и ценной съедобной составляющей тела рыбы. Скопление мышц представляет волокна, соединенные в пучки и покрытые соединительной тканью, которые тесно соприкасаются с жировой тканью.

Рисунок 1 содержит визуальную топографию срезов тела осетра в разных частях, на которой схематично представлены неправильные концентрические окружности соединительнотканых перегородок на сегментах светлых и темных мышц, скелетный хрящ и скопление жира. Светлая мускулатура преобладает в мышечной ткани осетра, а темная составляет не более 10 % от количества всех мышц. У осетра темные мышцы располагаются непосредственно под кожей вдоль боковой линии. На срезе головы у жаберных крышек наблюдается меньшее количество темной мускулатуры, чем на других срезах. При разрезе туловища осетра отмечено наличие значительного количества светлой мускулатуры, а темная мускулатура присутствует по бокам. Отмечается коричневый оттенок и большее количество темных мышц и соединительной ткани в хвостовой части, что связано с повышенной двигательной активностью этой части тела рыбы и обуславливает более плотную консистенцию

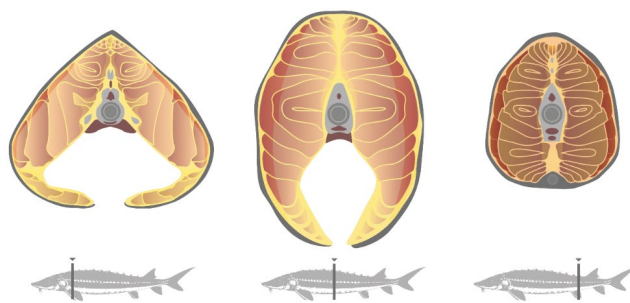


Рисунок 1. Топография тела русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) при поперечных разрезах
Figure 1. Topography of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) in cross sections

мышечной ткани. Именно с учетом разделения рыбы по этим частям на предприятиях происходит разделка и производство мороженой рыбной продукции. В настоящее время предприятия Астраханской области производят следующие мороженые части тела осетра: голова, тушка (туловище и хвост вместе), кусок и стейк (туловище), хвост. В основном все части рыбы реализуются с кожей, т. к. ее отделение приводит к уменьшению выхода готовой продукции и частичному удалению темных мышц и жира ввиду того, что они аккумулированы под кожей и плотно к ней прилегают. Также из частей головы и хвоста комплектуется суповой набор. Стоимость разных частей тела осетра существенно отличается: наиболее высокую цену имеет продукция из туловища, причем чем меньше в ней хрящей и кожи, тем выше стоимость; далее по убыванию – хвост и голова [3]. Помимо различий по соотношению светлой и темной мускулатуры в частях тела рыбы, на срезах отмечается скопление разного количества жировой ткани в подкожной, прихрящевой, брюшной зонах. Прихрящевой и подкожный жир присутствуют во всех частях тела рыбы, в меньшей степени – в хвосте. В мясе головы и туловища присутствует в большем количестве брюшной жир, что обуславливает возможность его отделения в виде тешы. Это брюшная часть рыбы отделена от нее срезом от приголовка до анального плавника, как правило, теша отделяется у крупных рыб. Отмечается наличие хрящевой (плотной соединительной) ткани, она выполняет роль основной опорной ткани у осетровых. Твердая соединительная ткань (кости) отсутствует в скелете, но обнаружена в голове осетра.

На рисунке 1 видно наличие мышц, которые остаются в качестве прирези у головы осетра и переходят в отходы. Уменьшить потери мяса при отделении головы можно использованием наклонного (косого) реза под углом около 60 °С или применением фигурного реза. Однако на практике эти способы редко применяются. На производстве, как правило, голова отделяется прямым резом, ее комплектуют с хвостом и реализуют в качестве супового набора. Головы и наборы для супа представлены в ассортименте пред-

приятий по самой низкой стоимости из всего ассортимента мороженой продукции из осетровых рыб, на них зачастую производитель устанавливает скидки, что указывает на сложности их реализации. Рациональным использованием голов осетра как вторичного сырья предприятия может стать глубокая переработка с выпуском востребованной пищевой продукции, максимально готовой к употреблению. Для этого необходимо определить технологические подходы к переработке, химический состав и пищевую ценность тканей головы.

Результаты сравнительного исследования химического состава мышечной ткани тела русского осетра (голова, туловище и хвостовая часть) отражены в таблице 1. Также для сравнения представлены литературные данные о химическом составе мяса промыслового русского осетра. Мышечная ткань рыбы представляет собой сложную коллоидную систему, состоящую из воды, белков, жиров и минеральных веществ.

Содержание белка в мышечной ткани осетра аквакультурного происхождения составляет от 14,2 до 18,5 %, расхождение по содержанию в зависимости от расположения мяса в теле рыбы составляет до 23 %. Самое высокое содержание белка установлено в хвостовой части тушки, наименьшее – в туловище. Содержание жира в частях осетра варьируется от 2,4 до 4,9 %, наибольшее количество отмечается в мясе головы, наименьшее – в туловище. Снижение содержания жира в мясе туловища осетра, возможно, обусловлено предварительной разделкой на филе: в результате от мышечной ткани отделяются кожа и хрящи с прилегающим жиром, таким образом, количество жира в средней пробе мяса, направленной на исследование, уменьшается. Разделка головы с отделением мяса от кожи и хрящей в свежем виде (без термической обработки) не представляется возможной. Прирези мяса головы находятся рядом с прилегающим к хрящам жиром, это наглядно видно на топографии срезов тела русского осетра (рис. 1). В связи с этим при отделении мяса головы в него поступает большее количество жира, чем в мясо туловища. В мясе хвоста ситуация аналогичная. Снижение жира в мясе туловища, по сравнению с мясом

Таблица 1. Сравнительная характеристика химического состава мышечной ткани русского осетра аквакультурного и промыслового происхождения

Table 1. Chemical profile of muscle tissue of Russian sturgeon: Aquaculture vs. commercial fish

Расположение мяса по частям	Содержание основных пищевых веществ, %			
	Вода	Белки	Жиры	Минеральные вещества (зола)
Русский осетр аквакультурного происхождения				
Голова	78,14 ± 2,48	16,63 ± 0,82	4,92 ± 0,16	0,42 ± 0,01
Туловище	82,91 ± 1,23	14,24 ± 0,69	2,43 ± 0,11	0,55 ± 0,01
Хвост	76,03 ± 1,45	18,54 ± 0,87	4,68 ± 0,14	0,08 ± 0,01
Русский осетр промысловый [1]				
Голова	70,0	18,0	10,9	1,1
Туловище	70,0	19,5	9,3	1,2
Хвост	69,7	18,1	11,1	1,1

голова и хвоста, отмечается и у промыслового осетра. Существует обратная зависимость между содержанием жира и воды в мясе рыбы. Содержание минеральных веществ в мясе осетра не превышает 0,6 %. Сравнение полученных данных химического состава мяса русского осетра аквакультурного происхождения с соответствующими показателями рыбы промыслового вылова [1] показало значительное снижение содержания жира в мясе осетра аквакультурного происхождения: у головы – в 2,2 раза; у туловища – в 3,8 раза; у хвостовой части – в 2,4 раза. Содержание белка в мясе аквакультурного осетра, по сравнению с данными для промысловой рыбы, в области головы снижено на 7,6 %, в области туловища – на 27 %, а в хвосте превышает показатели промысловой рыбы на 2,4 %.

Известные данные химического состава мышечной ткани русского осетра, выращенного в рыбодоводных хозяйствах Астраханской области и Краснодарского края (осеннего спуска прудов) [6], показывают содержание воды – 77,4 %; белка – 13,3 %; жира – 8,8 %; минеральных веществ – 0,7 %. Химический состав мышечной ткани русского осетра, выращенного на предприятии ООО «Рыботоварная фирма Диана»: влага – 73,9 %; белок – 15,7 %; жир – 8,8 %; зола – 1,2 % [10]. Полученные данные по содержанию белка в мышечной ткани русского осетра аквакультурного происхождения отличаются от известных не более чем на 24 %, а по содержанию жира отмечено снижение среднего значения в 2,2 раза. Это может быть обусловлено различной кормовой базой, условиями содержания и другими факторами, а также особенностями отбора проб для исследований химического состава мяса, т. к. в представленных литературных данных по химическому составу русского осетра товарной аквакультуры не проводится разделение мяса по расположению в частях рыбы (голова, туловище, хвост).

В рамках настоящего исследования химического состава учтено расположение мяса в теле русского осетра; использована предварительная разделка туловища

рыбы на филе; проведено отделение мяса от несъедобных частей способом, максимально приближенным к производственным условиям, то есть не включен прихрящевой и подкожный жир. Такой подход позволяет ускорить переход научно-исследовательских данных в производственную сферу и, как следствие, повысить информированность потребителя о рыбной продукции.

По содержанию белка в мясе рыба делится на четыре группы: низкобелковая – до 10 %; среднебелковая – от 10 до 15 %; белковая – от 15 до 20 %; высокобелковая – более 20 %. Русский осетр аквакультурного происхождения по среднему значению содержания белка относится к группе белковых, так же как и промысловый. Классификация рыб по степени жирности мышечной ткани предусматривает три группы: тощими называются рыбы, если содержание жира составляет менее 4 %; средней жирности – от 4 до 8 %; жирные – более 8 %. Русский осетр аквакультурного происхождения по среднему значению содержания жира относится к среднежирным, а промысловый – к жирным.

Содержание жира в мясе рыб – важный технологический показатель, определяющий направление использования сырья. Традиционные технологии рекомендуют использовать жирное и особо жирное рыбное сырье для производства балычных изделий, а среднежирное – направлять на производство кулинарных изделий и консервов. Полученные эмпирические значения относятся к осетрам весом около 6 кг, содержание жира может зависеть также от размерно-массовых характеристик: чем крупнее осетр, тем выше содержание жира в мясе.

Исследование химического состава мяса (прирези) головы осетра показало, что это сырье не уступает мышечной ткани туловища. Следовательно, головы осетра представляют перспективу в качестве вторичного сырья для переработки на пищевые цели. Особенность переработки голов рыб заключается в сложности разделения съедобных и несъедобных частей. Поэтому предварительно замороженные головы

дефростировали на воздухе при температуре 2–6 °С, отделяли жабры, затем варили в воде при гидромодуле 2:1 в течение 1,0–1,5 ч, остужали. После варки головы поддаются разделению по частям. Этот процесс проводится с использованием ручного труда, после разделения продукты становятся доступной средой для микроорганизмов, поэтому на этом этапе важно проводить санитарно-микробиологический контроль и соблюдать установленные нормы, предусмотренные для производства пищевой продукции из рыбы в таких условиях. После обработки выделили 4 группы продуктов переработки отварных голов осетра: мясо, мягкие ткани, хрящи, кости. Особый интерес для пищевых целей представляли мясо и мягкие ткани головы осетра. Они могут стать сырьем для приготовления пищевой пастообразной рыбной продукции. Результаты исследования химического состава продуктов переработки головы осетра представлены в таблице 2.

Содержание белка в мясе и мягких тканях головы осетра составляет 20,4 и 18,6 %; жира – 16,2 и 12,2 % соответственно. Отмечается высокое содержание жира в отварных частях головы по сравнению с сырым мясом головы осетра, это обуславливается тем, что после варки мясо легко отделяется от хрящей вместе с прихрящевым и подкожным жиром. Несмотря на достаточно схожие данные химического состава, мясо и мягкие ткани отличаются по структуре. Мясо – это непосредственно мышечные волокна от прирези мяса у головы, а мягкие ткани – это масса, формирующаяся при отделении хрящей и костей от тканей головы, они содержат темную мышечную ткань, большое количество кожи и соединительной ткани, содержащих белки коллагена и эластина, которые относятся к неполноценным белкам.

При разделке головы осетра также отделяются хрящи и кости, которые составили 24 %, кости – 11 % к массе отварной головы. Несмотря на то что основным структурным белком хряща и костей является коллаген, по структуре эти части существенно отличаются. Хрящ достаточно мягкий и поддается измельчению, кости – тонкие и жесткие. Предварительное исследование химического состава хрящей отварной головы русского осетра показало содержание воды – 73 %;

белка – 20 %; жира – 5 %; золы – 2 %. Хрящ головы может представлять перспективу переработки для пищевых целей после обработки. Это исследование будет освещено в дальнейших работах. Кости головы осетра могут использоваться после специальной обработки для получения кормовых продуктов.

Для установления пищевой и биологической ценности и, как следствие, перспектив переработки мясного вторичного сырья проводили исследование аминокислотного состава мяса и мягких тканей головы осетра.

Фактические значения показателей аминокислотного состава для двух объектов продуктов переработки головы осетра (мясо и мягкие ткани головы осетра) представлены на рисунке 2.

Белковые фракции вторичного сырья головы осетра являются источником многих ценных аминокислот, играющих важную роль для организма человека в рамках ферментативных и регуляторных процессов. Согласно нормированию физиологических потребностей в энергии и незаменимых пищевых веществ, дефицит в питании эссенциальных пищевых веществ приводит к развитию патологических состояний. Полноценными в биологическом отношении протеины считаются в том случае, когда они по своему химическому составу наиболее близки к белкам, из которых состоит потребляющий их организм.

В образцах мяса и мягких тканей головы осетра идентифицировано 18 аминокислот, среди которых доля незаменимых аминокислот составила 42,4 и 38,2 %; заменимых аминокислот – 57,6 и 61,8 % для мяса и мягких тканей головы осетра соответственно.

Доминирующий по массе набор аминокислот для мяса головы осетра: глутаминовая кислота – 14,9 %; аспарагиновая кислота – 10,1 %; лизин – 9,4 %; лейцин – 8,5 %; аланин – 8,0 %; аргинин – 6,7 %. Мягкие ткани головы осетра отличаются превалирующим набором следующих аминокислот: глицин – 13,6 %; глутаминовая кислота – 12,2 %; аспарагиновая кислота – 8,7 %; треонин – 8,5 %; аланин – 8,3 %; аргинин – 7,6 %. В мягких тканях обращало на себя внимание содержание глицина, в 2,4 раза превышающее значение по сравнению с мясом головы осетра, что подтверждает данные о коллагеновой природе белков мягких тканей головы осетра.

Образцы мяса и мягких тканей головы осетра отличались высоким содержанием аспарагиновой и глутаминовой кислот, являющихся известными химическими предшественниками образования вкусовых веществ и способных к интеграции азотистого обмена. В мясе головы осетра содержание аспарагиновой и глутаминовой кислот превышало на 16,3 и 21,9 % данный показатель для мягких тканей.

Анализ показал повышенное содержание незаменимых аминокислот в образце мяса головы осетра по сравнению с мягкими тканями (гистидин и метионин – в среднем на 32,0 %; валин и фенилаланин – в среднем на 11,7 %; изолейцин – на 21,8 %; лейцин –

Таблица 2. Химический состав мяса и мягких тканей отварной головы осетра

Table 2. Chemical profile of boiled sturgeon head: Flesh and soft tissues

Содержание основных пищевых веществ, %			
Вода	Белки	Жир	Минеральные вещества (зола)
Мясо			
62,77 ± 0,82	20,40 ± 0,29	16,15 ± 0,15	0,14 ± 0,01
Мягкие ткани			
68,56 ± 0,78	18,60 ± 0,85	12,16 ± 0,33	0,64 ± 0,03

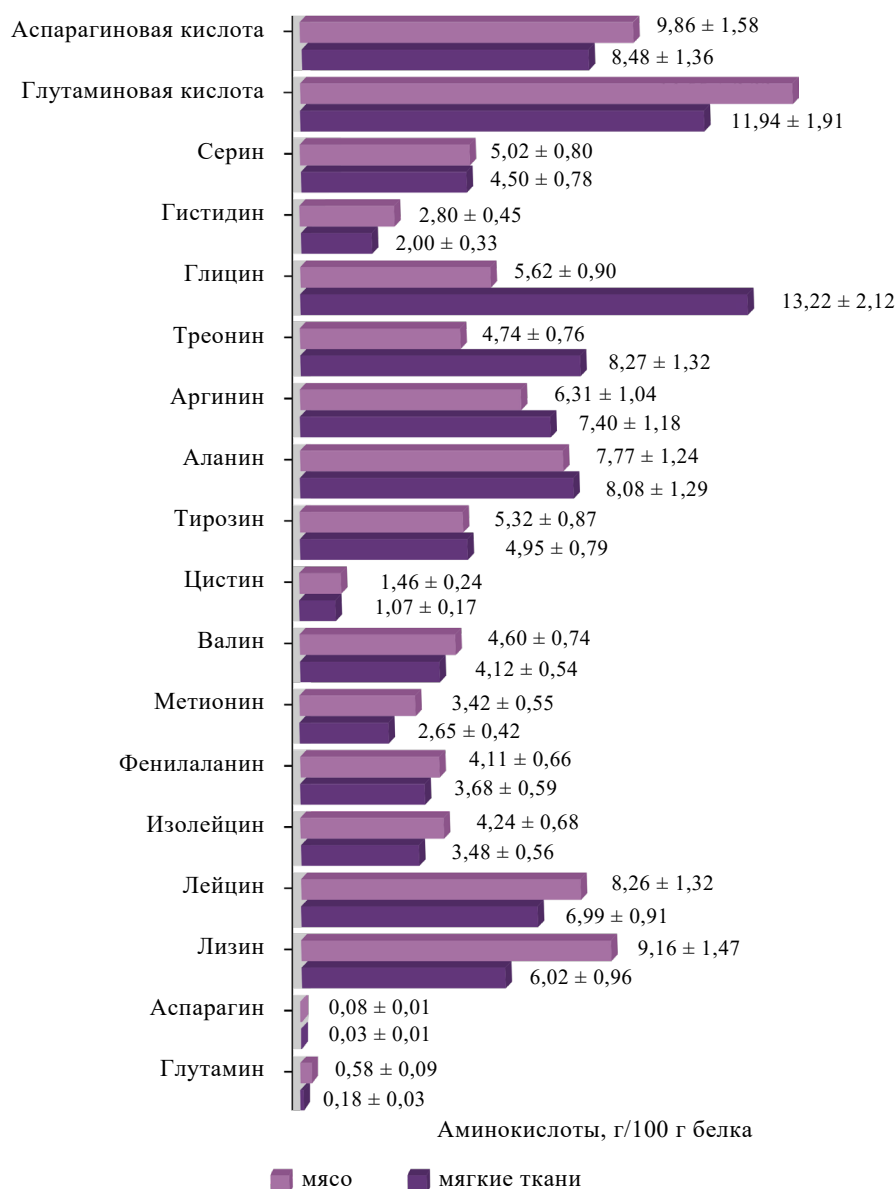


Рисунок 2. Аминокислотный состав средней лабораторной пробы мяса и мягких тканей головы русского осетра

Figure 2. Amino acid profile of sturgeon head: Flesh and soft tissues mean values

на 18,2 %; лизин – на 52,2 %), за исключением аминокислоты, треонин – единственное вещество мягких тканей, превышающее значение показателей мяса в 1,7 раза. Для таких заменимых аминокислот, как серин, аланин, тирозин, содержание в образцах мяса и мягких тканей головы осетра находилось на одном уровне, отклонение не превышало 10 %.

Биологическая ценность белковой составляющей вторичных ресурсов головы русского осетра является важнейшей составляющей пищевой адекватности белковых компонентов сырья и готовой продукции. Результаты оценки пищевой адекватности белковых компонентов средней пробы мяса и мягких тканей головы осетра представлены в таблице 3.

Мясо и мягкие ткани головы осетра отличались отсутствием лимитирующих незаменимых аминокислот, аминокислотный скор которых не превышает 100 %, что может свидетельствовать об аминокислотной сбалансированности белка. Как для мяса, так и для мягких тканей головы осетра минимальный из скоров незаменимых аминокислот отмечался для валина (115 % – мясо и 103 % – мягкие ткани), что идентично для образца мышечной ткани русского осетра, согласно данным А. В. Артемова и др. [10]. Для мяса головы осетра основная масса незаменимых аминокислот, находящихся в избытке, приходилась на сочетания фенилаланин + тирозин (217,8 %), метионин + цистин (202,2 %); для мягких тканей – на треонин (330,8 %),

Таблица 3. Показатели биологической ценности мяса и мягких тканей головы осетра

Table 3. Biological value indicators of sturgeon head: Flesh and soft tissues

Незаменимая аминокислота (НАК)	Содержание аминокислоты в эталонном белке (шкала ФАО/ВОЗ, 2013 г.), г/100 г белка	Содержание АК, г/100 г белка		Аминокислотный скор (АКскор), %		Коэффициент утилитарности i незаменимой аминокислоты (K_i)	
		мясо	мягкие ткани	мясо	мягкие ткани	мясо	мягкие ткани
Лейцин	6,10	8,26	6,99	135,41	114,59	0,85	0,90
Лизин	4,80	9,16	6,02	190,83	125,42	0,60	0,82
Изолейцин	3,00	4,24	3,48	141,33	116,00	0,81	0,89
Метионин + цистин	2,30	4,65	3,70	202,17	160,87	0,57	0,64
Фенилаланин + тирозин	4,10	8,93	8,63	217,80	210,49	0,53	0,49
Треонин	2,50	4,74	8,27	189,60	330,80	0,61	0,31
Валин	4,00	4,60	4,12	115,00	103,00	1,00	1,00
Гистидин	1,60	2,80	2,09	175,00	130,63	0,66	0,79
Суммарное содержание НАК	28,40	47,38	43,30	–	–	–	–

фенилаланин + тирозин (210,5 %). Избыток указанных аминокислот может использоваться как источник неспецифического азота или для удовлетворения физиологической потребности организма в белке. Данные аминокислотного сора определяют максимальный уровень использования азота белка мяса и мягких тканей головы осетра для структурных функций, биосинтеза и пластического обмена.

Как для мяса, так и для мягких тканей головы осетра суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка превышало значение для эталонного белка на 67 и 53 % соответственно. Средняя величина избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора валина (показатель КРАС, %) для мяса головы осетра определена на уровне 55,9 %; для мягких тканей – на уровне 58,5 %. Биологическая ценность мяса головы осетра (44,1 %) превышала значение показателя для мягких тканей (41,5 %). Сравнительный анализ соотношения аминокислот с эталонными значениями ФАО/ВОЗ путем определения обобщенного коэффициента утилитарности аминокислотного состава (U , доли ед.) может свидетельствовать о способности утилизации в организме человека аминокислот в среднем для мяса и мягких тканей головы осетра на 69 %, отклонение от эталонных значений – на 31 %.

Оценка биологической ценности белков съедобных частей головы русского осетра на основе значений аминокислотного сора показала, что мясо и мягкие ткани имели высокие значения. Результаты аминокислотного состава свидетельствуют о возможности использования мяса и мягких тканей головы осетра в производстве пищевой продукции при соблюдении принципов сбалансированности и комбинирования рецептурных компонентов.

Исследование химического состава продуктов переработки отварной головы осетра выявило высокое

содержание жира (табл. 1). Для определения биологической ценности этого жира провели газохроматографические исследования жирнокислотного состава липидов головы русского осетра (табл. 4).

Результаты исследований жира головы русского осетра показали суммарное содержание мононенасыщенных жирных кислот группы ω -9 на уровне 45,8 %; полиненасыщенных жирных кислот ω -3 и ω -6 – 26,2 %. Состав и количественное содержание полиненасыщенных жирных кислот: суммарная массовая доля полиненасыщенных жирных кислот биологически активного ряда ω -3 – 11,0 %; ω -6 – 15,2 %. Согласно МР 2.3.1.0253-21, оптимальное соотношение в суточном рационе жирных кислот ряда ω -6: ω -3 должно составлять 5–10:1, такое соотношение достигается балансированием и комбинированием рецептурных компонентов готовой продукции.

Благодаря химической структуре ряд жирных кислот ω -3, ω -6, ω -9 имеет широкий спектр биологического действия, заключающийся в регулировании обмена веществ, построении клеточных мембран, образовании биологически активных соединений для выполнения энергетической, антиоксидантной и защитной функций в организме человека. Состав жиров головы русского осетра включает физиологически необходимые и эссенциальные кислоты, такие как линолевая (14,2 %), линоленовая (3,4 %) и арахидоновая (0,03 %), составляющие витамин F.

Таким образом, съедобные части головы осетра (мясо и мягкие ткани) представляют перспективу для переработки в пищевую продукцию на предприятиях пищевой промышленности и в индустрии питания. В целях развития внутреннего рынка рыбопродукции РФ перспективным направлением переработки рыбного сырья является производство высокодоходной продукции нового ассортимента повышенного качества и с использованием современных видов упаковки [31]. Изго-

Таблица 4. Жирнокислотный состав липидов головы русского осетра

Table 4. Fatty acid profile of fat of sturgeon head

Наименование кислоты	Липидная формула	Концентрация, %
Насыщенные (НЖК)		
Пентадекановая	C15:0	0,35 ± 0
Пальмитиновая	C16:0	20,69 ± 0,13
Масляная	C4:0	0,01 ± 0
Лауриновая	C12:0	0,03 ± 0,01
Миристиновая	C14:0	2,67 ± 0,19
Маргариновая	C17:0	0,33 ± 0
Стеариновая	C18:0	1,42 ± 0,14
Арахидиновая	C20:0	1,18 ± 0
Генейкозановая	C21:0	1,29 ± 0,12
Суммарная концентрация (Σ)		27,97
Мононенасыщенные (МНЖК)		
Миристолеиновая	(C14:1 n5-c9)	0,12 ± 0,01
Пальмитолеиновая	(C16:1 n7-c9) ω-9	5,39 ± 0,02
Маргаринолеиновая	(C17:1 n8-c9)	0,26 ± 0,01
Олеиновая	цис-9, (C18:1 n9c) ω-9	39,23 ± 0,15
Нервоновая (селахольевая)	(C24:1) ω-9	0,85 ± 0,01
Суммарная концентрация (Σ)		45,85
Полиненасыщенные (ПНЖК)		
Линолевая	(C18:2 n6c) ω-6	14,20 ± 0,65
Гамма(γ)-линоленовая	(C18:3 n6-c6, c9, c12) ω-6	0,91 ± 0,05
Альфа(α)-линоленовая	(C18:3 n3-c9, c12, c15) ω-3	2,45 ± 0,09
Эйкозодиеновая	(C20:2 c-11,14) ω-6	0,03 ± 0
Эйкозатриеновая	(C20:3 n6c-8,11,14) ω-6	0,01 ± 0,01
Арахидоновая	(C20:4 n6c-5, c8, c11, c14) ω-6	0,03 ± 0,06
Эйкозапентаеновая (тимнодоновая)	(C20:5 n3c-5,8,11,14,17) ω-3	1,23 ± 0,08
Докозагексаеновая (цервоновая)	(C22:6 n3c-4,7,10,13,16,19) ω-3	7,10 ± 0,51
Эйкозатриеновая	(C20:3 n3c-11,14,17) ω-3	0,23 ± 0,09
Суммарная концентрация (Σ)		26,19

товление паст и риегов из исследованных вторичных рыбных ресурсов русского осетра соответствует актуальным направлениям производства. Пасты или паштеты из рыбы имеют вид однородной тонкоизмельченной массы. Риегом называется продукт, похожий на паштет, но при этом отличающийся более крупным фрагментированием основного продукта и более грубой, волокнистой консистенцией. Рыбные пасты и риеги – готовые к употреблению продукты. Потребители используют их на завтрак, для бутербродов и сэндвичей, а также для холодных закусок (канапе, профитролы, тарталетки и др.). В настоящее время пастообразные продукты востребованы на рынке и представлены из смеси продуктов животного (мясо свинины, гуся, утки, курицы, дичи, кролика, рыбы семейства лососевых, осетра горячего копчения, морепродуктов) происхождения, растительных и масложировых добавок. Использование ценного в пищевом отношении мяса и мягких тканей головы осетра позволяет снизить стоимость готовой пастообразной продукции, при этом сохранив ее пищевую ценность и качествен-

ные характеристики. Технология приготовления паст и риегов предусматривает возможность моделирования многокомпонентных пищевых продуктов с использованием подходов пищевой комбинаторики [32, 33]. К рыбному сырью (мясо и мягкие ткани осетра) можно добавить растительные компоненты, при их сочетании возможно получить продукцию с высокими органолептическими показателями, заданной пищевой и энергетической ценностью. Использование ценного вторичного сырья осетровых рыб позволяет получить пастообразную рыбную продукцию с полноценным составом по белку и жиру, с высокими вкусоароматическими и текстурными характеристиками. Это позволит обеспечить расширение ассортимента деликатесных рыбных продуктов из осетровых, доступных для потребителя.

Выводы

Исходя из проведенного анализа строения тела и мышечной ткани, составлена топография срезов тела русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) в разных частях (голова, туловище, хвост). На ней схематично

представлены соединительнотканые перегородки на сегментах светлых и темных мышц, скелетный хрящ и скопление разного количества жировой ткани в подкожной, прихрящевой и брюшной зонах. Установлено наличие прирези мяса у головы осетра, визуально схожее с мясом туловища. Отмечен коричневый оттенок и большее количество темных мышц и соединительной ткани в хвостовой части, это связано с повышенной двигательной активностью этой части тела рыбы. Исследование химического состава мяса осетра в разных частях тела (голова, туловище, хвост) показало содержание воды – от 76,0 до 82,9 %; белка – от 14,2 до 18,5 %; жира – от 2,4 до 4,9 %; минеральных веществ – от 0,1 до 0,6 %. В работе установлено снижение содержания жира в мясе в среднем в 2,8 раза по сравнению с параметрами промышленного осетра.

Русский осетр аквакультурного происхождения, так же как и промышленный, по среднему значению содержания белка относится к группе белковых; по среднему значению содержания жира – к среднежирным; промышленный – к жирным. Рыбное сырье с таким составом рекомендуется направлять на производство кулинарных изделий и консервов. В продуктах переработки головы осетра (отварное мясо и мягкие ткани) содержание белка составляло 18,6 и 20,4 %; жира – 12,2 и 16,2 %. Аминокислотный анализ показал, что доля незаменимых аминокислот составляла 42,4 и 38,2 % для мяса и мягких тканей головы осетра. Исследование биологической ценности показало отсутствие лимитирующих незаменимых аминокислот. Для мяса головы осетра основная масса незаменимых аминокислот, находящихся в избытке, приходится на сочетания фенилаланин + тирозин (217,8 %), метионин + цистин (202,2 %); для мягких тканей – на треонин (330,8 %), фенилаланин + тирозин (210,5 %). Биологическая ценность мяса головы осетра (44,1 %) превышала значение показателя для мягких тканей (41,5 %). В жире головы русского осетра содержится 45,8 % мононенасыщенных жирных кислот группы ω -9 и 26,2 % полиненасыщенных жирных кислот, в т. ч. 11,0 % ω -3. В состав жира входят эссенциальные жирные кислоты, образующие

витамин F (линолевая – 14,2 %; линоленовая – 3,4 % и арахидоновая – 0,03 %).

Полученные данные о составе вторичного сырья русского осетра позволят моделировать многокомпонентные пищевые продукты с использованием сырья разного происхождения; разрабатывать готовые к употреблению продукты питания с высокими вкусоароматическими и текстурными характеристиками, пищевой и биологической ценностями; расширить ассортимент рыбных продуктов из осетровых, доступных для массового потребителя.

Критерии авторства

О. С. Якубова – разработка концепции работы; постановка цели и задач исследования; руководство процессом выполнения этапов работы; интерпретация полученных экспериментальных данных и написание рукописи статьи. А. А. Кушбанова – проведение экспериментальных исследований; интерпретация экспериментальных данных; написание рукописи статьи. М. В. Захарова – сбор, систематизация информации по теме работы; обработка и графическое оформление полученных данных; оформление итоговой рукописи статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи.

Contribution

O.S. Iakubova developed the research concept and plan; supervised the research; interpreted the experimental data; and wrote the manuscript. A.A. Kushbanova conducted the experimental studies; analyzed the experimental data; and wrote the manuscript. M.V. Zaharova wrote the review; provided the infographics; and designed the manuscript.

Conflict of interest

The authors declared no potential conflict of interest regarding the research, authorship, and/or publication of this article.

Список литературы / References

1. Быкова В. П. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов. М.: ВНИРО, 1999. 224 с. [Bykova VP. Handbook of chemical composition and technological properties of inland water fish. Moscow: VNIRO; 1999. 224 p. (In Russ.)]
2. Шипулин С. В., Барабанов В. В., Левашина Н. В., Лепилина И. Н., Никитин Э. В., и др. Воспроизводство и состояние запасов водных биоресурсов в низовьях Волги в 2003–2022 гг. Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24. № 3. С. 96–119. [Shipulin SV, Barabanov VV, Levashina NV, Lepilina IN, Nikitin EV, et al. Of aquatic biological resources in the lower reaches of the Volga in 2003–2022. Problems of Fisheries. 2023;24(3):96–119. (In Russ.)] <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2023-24-3-96-119>
3. 12 августа – Международный день Каспийского моря. Федеральное агентство по рыболовству. [August 12 – International Caspian Sea Day. Federal Agency for Fishery [cited 2025 Aug 23]. (In Russ.)] Available from: <https://fish.gov.ru/news/2025/08/12/12-avgusta-mezhdunarodnyj-den-kaspijskogo-morya/>

4. Росрыболовство: ориентир развития аквакультуры в стране – потребительские предпочтения. Федеральное агентство по рыболовству. [Rosrybolovstvo: The benchmark for aquaculture development in the country is consumer preferences. Federal Agency for Fishery. [cited 2025 Aug 23]. (In Russ.)] Available from: <https://fish.gov.ru/news/2024/03/12/rosrybolovstvo-orientir-razvitiya-akvakulturny-v-strane-potrebitelskie-predpochteniya>
5. Якубова О. С., Кушбанова А. А., Олдырев Д. В. Технологический потенциал вторичных ресурсов переработки осетровых объектов товарной аквакультуры Астраханской области. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2025. № 2. С. 113–121. [Yakubova OS, Kushbanova AA, Oldyrev DV. Technological potential of secondary resources of commercial sturgeon processing aquaculture of the Astrakhan region. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2025;(2):113–121. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-2-113-121>
6. Харченко О. А., Чертова Е. Н. Комплексная переработка товарных осетровых и веслоноса. Рыбное хозяйство. 2003. № 5. С. 54–57. [Kharchenko OA, Chertova YeN. Complex processing of commerce sturgeons and paddle-fish. Fisheries. 2003;(5):54–57. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/PGGGBZ>
7. Давлетшина Т. А., Шульгина Л. В., Солодова Е. А., Долбнина Н. В., Загородная Г. И. Гибриды осетровых рыб искусственного разведения, размерно-массовая характеристика, пищевая ценность и перспективы использования в технологии консервов. Известия ТИПРО. 2009. Т. 157. С. 291–300. [Davletshina TA, Shulgina LV, Solodova EA, Dolbnina NV, Zagorodnaya GI. Sturgeon hybrids of artificial breeding: size and mass parameters, food value, and prospects of use in technology of conservation. Izvestia TINRO. 2009;157:291–300. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/KUSQMD>
8. Басонов О. А., Судакова А. В. Химический состав и пищевая ценность мяса осетровых рыб разных генотипов при промышленном производстве. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 178–184. [Basonov OA, Sudakova AV. Chemical composition and nutritional value of meat of different genotypes of sturgeon in industrial production. Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2022;(2):178–184. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-178-184>
9. Михайлова М. В., Прозоровский В. Н., Золотарёв К. В., Ипатова О. М., Михайлов А. Н. и др. Содержание карнозина в мышечной ткани осетровых и их гибридов. Прикладная биохимия и микробиология. 2020. Т. 56. № 3. С. 301–304. [Mikhailova MV, Prozorovskiy VN, Zolotarev KV, Ipatova OM, Mikhailov AN, et al. Carnosine levels in the muscle tissues of sturgeons and their hybrids. Applied Biochemistry and Microbiology. 2020;56(3):301–304. (In Russ.)] <https://doi.org/10.31857/S0555109920030083>
10. Артемов А. В., Харенко Е. Н., Баскакова Ю. А. Оценка потенциала мышечной ткани осетровых рыб как основы для создания специализированного питания спортсменов. Индустрия питания. 2023. Т. 8. № 4. С. 36–48. [Artemov AV, Kharenko EN, Baskakova YuA. Potential assessment of sturgeon muscle tissue as a development basis for specialized athletes nutrition. Food Industry. 2023;8(4):36–48. (In Russ.)] <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2023-8-4-4>
11. Арнаутов М. В., Артемов Р. В., Бурлаченко И. В., Артемов А. В., Гершунская В. В. и др. Исследование пищевой ценности и функционально-технологических свойств гибрида бестера с русским осетром. Труды ВНИРО. 2018. Т. 171. С. 170–179. [Arnautov MV, Artemov RV, Burlachenko IV, Artemov AV, Gershunskaya VV, et al. Research of nutritional value and functional and technological properties of marketable hybrids of Bester with Russian sturgeon. Trudy VNIRO. 2018;171:170–179. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/YRRZFJ>
12. Tang S, Feng G, Gao R, Ren J, Zhou X, et al. Thermal gel degradation (Modori) in sturgeon (*Acipenseridae*) surimi gels. Food Chemistry. 2019;84(12):3601–3607. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14919>
13. Киричко Н. А., Мукатова М. Д., Миронов А. И. О возможности использования гонад товарного осетра и промыслового сазана Волго-Каспийского региона в технологии рыбных консервов. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2024. № 1. С. 136–148. [Kirichko NA, Mukatova MD, Mironov AI. About the possibility of using commercial sturgeon gonads and commercial carp of the Volga-Caspian region in the technology of canned fish. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2024;(1):136–148. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-1-136-148>
14. Киладзе А. Б. Технологические свойства шкур русского осетра как перспективного кожевенного сырья. Рыбное хозяйство. 2007. № 1. С. 104–107. [Kiladze AB. Technological characteristics of Russian sturgeon skin as a perspective raw-stock. Fisheries. 2007;(1):104–107. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/HWIIQID>
15. Якубова О. С., Кушбанова А. А. Биотехнологический потенциал чешуи рыб Астраханской области. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2024. № 4. С. 136–145. [Yakubova OS, Kushbanova AA. Biotechnological potential of fish scales of the Astrakhan region. Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2024;(4):136–145. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-4-136-145>
16. Rashidul I, Tomoharu Y, Dawei M, Takeya Y, Yumi O, et al. Purity and properties of gelatins extracted from the head tissue of the hybrid kalamtra sturgeon. LWT. 2021;142:110944. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110944>
17. Yuan L, Guo X, Xiong Z, Wang X, Monto AR, et al. Effects of sturgeon oil and its Pickering emulsion on the quality of sturgeon surimi gel. Food Chemistry: X. 2024;22:101451. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101451>
18. Volkov VV, Mezenova OYa, Moersel J-T, Kuehn S, Grimm T, et al. Hydrolysis products from sockeye (*Oncorhynchus nerka* L.) heads from the Kamchatka Peninsula produced by different methods: Biological value. Foods and Raw Materials. 2021;9(1):10–18. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-1-10-18>

19. Voroshilin RA, Kurbanova MG, Yustratov VP, Larichev TA. Identifying bioactive peptides from poultry by-Products. Food Processing: Techniques and Technology. 2022;52(3):545–554. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2387>
20. Кротова М. Г., Гришаева И. Н. Коллаген, гидролизированный из сырья маралов: технология получения и биохимический состав. Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54. № 4. С. 884–896. [Krotova MG, Grishaeva IN. Collagen hydrolysed from maral raw material: Production technology and biochemical composition. Food Processing: Techniques and Technology. 2024;54(4):884–896. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-4-2549>
21. Oslan SNH, Li CX, Shapawi R, Mokhtar RAM, Noordin WN, et al. Extraction and characterization of bioactive fish by-product collagen as promising for potential wound healing agent in pharmaceutical applications: Current trend and future perspective. International of Food Science. 2022;9437878. <https://doi.org/10.1155/2022/9437878>
22. Gao R, Yu Q, Shen Y, Chu Q, Chen G, et al. Production, bioactive properties, and potential applications of fish protein hydrolysates: Developments and challenges. Trends in Food Science and technology. 2021;110:687–699. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.031>
23. Wang H, Tu Z. Preparation of high content collagen peptides and study of their biological activities. Food Research International. 2023;174(Part 1):113561. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113561>
24. Chanmangkang S, Maneerote J, Surayot U, Panya A, You S, et al. Physicochemical and biological properties of collagens obtained from tuna tendon by using the ultrasound-assisted extraction. Journal of Agriculture and Food Research. 2024;15:100984. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.100984>
25. Petcharat T, Benjakul S, Karnjanapratum S, Nalinanon S. Ultrasound-assisted extraction of collagen from clown featherback (*Chitala ornata*) skin: Yield and molecular characteristics. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2021; 101(2):648–658. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10677>
26. Hernández-Ruiz KL, López-Cervantes J, Sánchez-Machado DI, Campas-Baypoli ON, Quintero-Guerrero AA, et al. Collagen peptide fractions from tilapia (*Oreochromis aureus* Steindachner, 1864) scales: Chemical characterization and biological activity. Food Bioscience. 2023;53:102658. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102658>
27. Mohanty U, Majumdar RK, Mohanty B, Mehta NK, Parhi J. Influence of the extent of enzymatic hydrolysis on the functional properties of protein hydrolysates from visceral waste of *Labeo rohita*. Food Science Technology. 2021;58(11):4349–4358. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04915-3>
28. Рубан Н. Ю., Резниченко И. Ю. Особенности предпочтений людей пожилого и старческого возраста при формировании рациона. Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 1. С. 176–184. [Ruban NYu, Reznichenko IYu. Preferences of people of advanced and gerontic age in diet formation. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):176–184. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-176-184>
29. Grujić S, Grujić M. Factors affecting consumer preference for healthy diet and functional foods. Foods and Raw Materials. 2023;11(2):259–271. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-2-576>
30. Лебедева Е. Ю., Неваленная А. А., Золотокопова С. В., Миронов А. И. Исследование потребительских предпочтений рыбной кулинарной продукции. Вестник Астраханского государственного технического университета. 2022. № 1. С. 37–42. [Lebedeva EYu, Nevalennaya AA, Zolotokopova SV, Mironov AI. Research of consumer preferences for fish culinary products. Vestnik of Astrakhan State Technical University. 2022;(1):37–42. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2022-1-37-42>
31. Покровский Б. И., Шабельский Д. Л., Кайко А. М., Шаповалов М. Е. Оптимальные оценки повышения глубины переработки рыбного сырья ресурсов пресноводных водоемов в целях развития внутреннего рынка рыбопродукции РФ. International Agricultural Journal. 2022. Т. 65. № 5. Номер статьи 14. [Pokrovskii BI, Shabel'skii DL, Kaiko AM, Sharovalov ME. Optimal estimates of increasing depth processing of fish raw materials freshwater resources for development purposes the domestic market of fish products of the Russian Federation. International Agricultural Journal. 2022;65(5):14. (In Russ.)] https://doi.org/10.55186/25876740_2022_6_5_14
32. Lisitsyn AB, Chernukha IM, Nikitina MA. Russian methodology for designing multicomponent foods in retrospect. Foods and Raw Materials. 2020;8(1):2–11. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-1-2-11>
33. Prosekov AYu, Lisitsyn AB, Chernukha IM, Nikitina MA. Designing multicomponent food products. Foods and Raw Materials. 2020;8(2):429–430. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2020-2-429-430>

Дополнительная информация об авторах / Additional information about the authors

Якубова Олеся Сергеевна / Olesia S. Iakubova ORCID 0000-0002-2489-8041; eLIBRARY SPIN 3142-0279
Кушбанова Аделя Адлеровна / Adelia A. Kushbanova ORCID 0000-0001-5429-6693; eLIBRARY SPIN 9328-2366
Захарова Мария Владимировна / Mariya V. Zaharova ORCID 0009-0001-2883-0255; eLIBRARY SPIN 6329-2020