

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ШЛЕМОНОСЦА (*GYMNOCANTHUS HERZENSTEINI*)

А. В. Югай¹, Т. М. Бойцова², А. С. Печников¹

¹Московская международная академия,
Москва, Российская Федерация

²Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Российская Федерация

В современном рыболовстве проблему рационального использования водных биологических ресурсов частично решает комплексная переработка гидробионтов, при этом существенная часть прилова недоиспользуется и утилизируется. Бычки, или керчаки, составляют, по различным данным, до 22 % прилова при добыче промысловых видов рыб в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Это перспективный объект промысла, биологическая ценность которого была изучена ранее и подтверждена последними исследованиями. Но несмотря на имеющиеся запасы бычки не используются в производстве пищевой продукции или кормовой муки. Частыми причинами низкого спроса на продукты из подобного рода непромыслового вида сырья могут быть отсутствие современных данных о химическом составе съедобной части, данных о биологической безопасности, способов технологической переработки сырья и технологии получения пищевой продукции. Представлены результаты исследования размерно-массовой и технологической характеристики дальневосточного шлемоносца, относящегося к бычкам сем. Cottidae, роду *Gymnocanthus* (Шлемоносец Герценштейна). Показана зависимость между массой рыбы и массой мышечной ткани, длиной и массой рыбы, массой рыбы и массой головы. Определен выход вторичного сырья (голова, внутренностей, костей, плавников). На основании проведенного химического анализа установлено, что дальневосточный шлемоносец относится к белковым видам рыб (19 %) с низким содержанием липидов (до 2 %). Впервые исследованы аминокислотный и жирнокислотный состав белков и липидов мышечной ткани дальневосточного шлемоносца. Установлено, что его мышечная ткань содержит все незаменимые аминокислоты, скор которых больше 100 %. Определены объективные показатели биологической ценности белков мышечной ткани: коэффициенты различия аминокислотного сора, утилитарности аминокислот; рассчитаны белково-водный и липидно-белковый коэффициенты. Изучено содержание макро- и микроэлементов. Установлено, что ПДК мышьяка, кадмия, ртути и свинца в мышечной ткани дальневосточного шлемоносца не превышает предельно допустимого уровня.

Ключевые слова: дальневосточный шлемоносец, химический состав, бычки сем. Cottidae, минтай, треска, аминокислотный и жирнокислотный состав, мышечная ткань.

Для цитирования: Югай А. В., Бойцова Т. М., Печников А. С. Исследование технохимической характеристики дальневосточного шлемоносца (*Gymnocanthus herzensteini*) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 3. С. 150–160. DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-150-160.

Введение

Рациональная переработка гидробионтов позволяет получать новые виды пищевой и технической продукции, биологически активных добавок, комплексно использовать природные ресурсы, снизить уровень экологического загрязнения за счет сокращения доли отходов и утилизации очищенных сточных вод. К сожалению, такой подход рассматривается в широком масштабе, как правило, в отношении промысловых гидробионтов, в то время как непромысловые объекты прибрежного лова остаются недоиспользованными.

Проблема освоения объектов прибрежного рыболовства осложняется тем, что запасы биоресурсов значительно варьируют в зависимости от сезона и региона добычи. Усугубляет положение тот факт, что рыбное хозяйство РФ не обладает достаточной технической мощностью для использования всего прилова [1], поэтому даже несмотря на имеющиеся научные разработки произ-

водство продукции из нетрадиционного сырья ограничивается низким потребительским спросом, консервативными предпочтениями в выборе рыбной продукции. В то же время высокое содержание белков, наличие практически всех незаменимых аминокислот, липидов, содержащих омега-3 и омега-6 жирные кислоты, позволяют получать из бычков пищевую продукцию с высокой пищевой и биологической ценностью, что так востребовано в настоящее время [2].

Истощение запасов водных биологических ресурсов на мировом уровне стало отправной точкой в возможном решении задачи. Новые правила ведения промысла, установленные Европейским Союзом (2014 г.), регламентируют полный запрет на выброс пойманной рыбы [1]. Это решение во многом будет способствовать уменьшению доли рыбы, которую выбрасывают за борт из-за неподходящих технологических характеристик или по причине прилова. Еще одним важным моментом стало закрепление за рыбодобывающими предприятиями долей квот на использование водных биологических ресурсов, в частности, предприятия обязали использовать весь улов в целях соблюдения экологической безопасности промысла [1].

В Швеции до принятия этих правил порядка 25 % улова шло на выброс [3]. После нововведения валовая прибыль рыбоперерабатывающей промышленности Швеции увеличилась более чем на 80 % с 2014 по 2015 г. [4]. Общее количество выбрасываемой рыбы, по данным Евросоюза, достигает 75 % [4].

В России приоритетной задачей Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса на период до 2030 г. является внедрение безотходных технологий и стимулирование способов переработки рыбы [5, 6]. В Дальневосточном бассейне доля биоресурсов, приходящаяся на прибрежный лов, составляет почти четверть всего улова [7].

Одним из перспективных объектов прибрежного рыболовства является бычок сем. Cottidae (Рогатковые) – дальневосточный шлемоносец (*Gymnocanthus herzensteini*). Исследования, проведенные специалистами ТИНРО-Центра, показали, что общая биомасса бычков 2009 г. в заливе Петра Великого составила порядка 80 тыс. т. [21]. По данным [7], доля бычков в прилове составляла порядка 23 %, из них 90 % зафиксировано в заливе Петра Великого. Основу прилова составляли керчак-яок, керчак многоиглый и дальневосточный шлемоносец [8].

Ранее авторами была доказана возможность пищевого использования бычков двух видов: керчака-яока и керчака многоиглого [9]. Показано, что вся кулинарная продукция имела положительную органолептическую оценку и была рекомендована к производству. Известен факт, что в Японии дальневосточный шлемоносец ценится больше, чем камбалы, по причине более плотной консистенции мяса и выраженного вкуса.

Из анализа доступных литературных данных следует, что информация по технoхимической характеристике и биологической ценности дальневосточного шлемоносца носит фрагментарный характер и нуждается в систематизации.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования использовали рыбу сем. Cottidae, дальневосточного шлемоносца (шлемоносец Герценштейна – *Gymnocanthus herzensteini*). Блоки мороженой рыбы массой 11 кг приобретали в РК «Тихий океан». После дефростации бычки направляли на сортировку по виду, размеру, затем измеряли длину, взвешивали, направляли на разделку. Фиксировали массу головы, внутренностей, плавников и кожи, мышечной ткани. Мышечную ткань измельчали в куттере с диаметром отверстий 2 мм. Исследование химического состава мышечной ткани проводили по ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Анализ содержания макро- и микроэлементов проводили методом атомно-абсорбционной спектoфотометрии на пламенно-эмиссионном спектoфотометре Nippon Jarril ASH, модель AA–885. В качестве катализатора использовали однощелевую горелку и пламя ацетилен-воздух, коррекцию фона проводили дейтериевой лампой. Аминокислотный анализ проводили на высокоскоростном анализаторе Hitachi L-8 800. Подготовку проб осуществляли по стандартной методике. Метилловые эфиры жирных кислот готовили по методу Каро и Дубака, анализ проводили на хроматографе Shimadzu GC-14B при температуре термостата 190 °С и температуре инжектора 240 °С, температура детектора 240 °С, газ-носитель – гелий. Метилловые эфиры жирных кислот получали по методу Каро и Дубак при использовании стандартных смесей метиловых эфиров жирных кислот «Supelko», США. Азот летучих оснований (АЛО) определяли по

ГОСТ 7636–85 (триметиламин определяли по разности между содержанием азота в АЛО и аммиаке и первичных аминах). Энергетическую ценность рассчитывали по стандартным методикам с использованием коэффициентов Рубнера. Аминокислотный скор, коэффициент различия аминокислотного сора, потенциальную биологическую ценность пищевого белка, коэффициент утилитарности рассчитывали по стандартной методике [10].

Результаты исследования

Цель работы заключалась в исследовании размерно-массовой характеристики дальневосточного шлемоносца и химического состава его мышечной ткани для определения возможного направления рыбы на переработку.

Из литературных данных известно, что дальневосточный шлемоносец может достигать массы более 1 000 г при длине 43 см [11]. Ареал обитания шлемоносца сходен с ареалом обитания многоиглого керчака [12]. Обитает на глубинах от 50 до 100 м [11]. У дальневосточного шлемоносца продолговатое тело и выемчатый хвост, голова внешне напоминает панцирь или шлем с неоднородными пластинами, чем и обусловлено название рыбы [11]. Окрас светлый, плавники ярко-желтые с пятнами черного и белого цвета [12]. Зависимость между длиной и массой шлемоносца графически представлена на рис. 1.

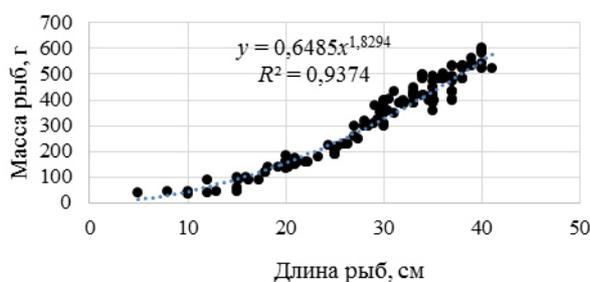


Рис. 1. Зависимость между длиной и массой дальневосточного шлемоносца

Размерно-массовый состав рыбы колеблется в широких пределах, но основу составляют особи длиной 30–35 см с массой до 550 г. Пределы массы рыбы находятся в диапазоне 38–600 г при коэффициенте корреляции 0,94.

Для исследования корреляционной зависимости массы голов рыб от массы рыбы брали всю партию, не разделяя рыбу на крупную и мелкую. Определяли массу рыбы и массу головы. Математическая обработка полученных данных показала взаимосвязь величин с коэффициентом корреляции 0,95. В процентном отношении выход голов колеблется в пределах 20–35 % от массы рыбы (рис. 2).

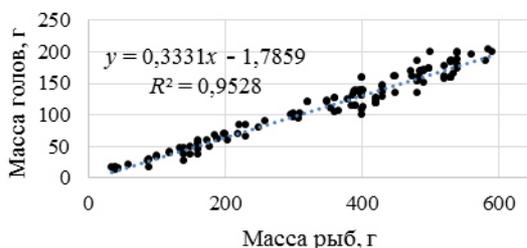


Рис. 2. Зависимость между массой рыбы и массой головы

Массовая доля внутренностей (желудок, печень, внутренности) составляет 14–18 %, кожи, плавников, костей – 20 %. Массовая доля ястыков – 0,5–1,5 %.

Исследование зависимости массы мышечной ткани от массы рыбы позволило установить, что зависимость носит линейный характер при высоком коэффициенте корреляции – 0,96 (рис. 3).

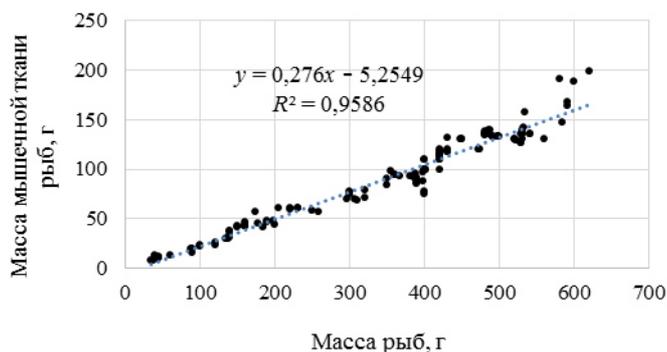


Рис. 3. Зависимость массы мышечной ткани рыбы от массы рыбы

Установлено, что чем выше масса рыбы, тем выше показатели массы мышечной ткани. Максимальный коэффициент аппроксимации (0,96) отмечается при линейной зависимости. В процентном выражении выход мышечной ткани дальневосточного шлемоносца невысокий, составляет 20–28 % от массы рыбы.

Химический анализ показал, что мышечная ткань дальневосточного шлемоносца содержит до 2,5 % липидов, до 80 % воды, до 20 % белков (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав мышечной ткани рыб

Рыба	Содержание, %			
	воды	белков	липидов	минеральных веществ
Дальневосточный шлемоносец	72,2–76,5	14,2–19,1	1,6–2,2	1,1–1,7
Минтай*	78,3–80,2	17,4–18,4	0,5–1,0	1,2–1,6
Треска**	78,3–80,0	16,0–18,3	0,3–0,4	1,5–1,6

* Данные [13]; ** данные [14].

Энергетическая ценность мышечной ткани дальневосточного шлемоносца низкая, 72–78 ккал.

По количеству белков в мышечной ткани шлемоносец может быть отнесен к белковым видам рыб, по содержанию липидов – к тощим рыбам [15].

Для объективной оценки химического состава мышечной ткани сравнили полученные данные с химическим составом мышечной ткани минтая и трески. Установлено, что шлемоносец содержит больше липидов, меньше воды, сопоставимое количество белков и минеральных веществ. Реологические показатели мышечной ткани рыбы могут варьировать в широких пределах и зависят от соотношения воды и белка в мышечной ткани, возраста рыбы, условий ее обитания. Белково-водный коэффициент мяса шлемоносца составил 4,05–5,1 (табл. 2).

Таблица 2

Водно-белковый и липидно-белковый коэффициенты мышечной ткани рыб

Рыба	Отношение	
	вода: белки (K _в)	липиды: белки (K _ж)
Дальневосточный шлемоносец	4,05–5,1	0,1–0,12
Минтай	4,49	0,03
Треска	4,30	0,02

Следовательно, на одну часть белка приходится 4–5 частей воды. В литературе встречаются сходные данные по бычкам, не противоречащие полученным результатам, но без указания вида [16]. На основании полученных данных можно предположить, что мясо шлемоносца будет иметь плотную и сочную консистенцию за счет низкого коэффициента обводнения.

Упругоэластические свойства мышечной ткани рыбы определяются отношением липидов к белкам (см. табл. 2). Установлено, что липидно-белковый коэффициент шлемоносца более чем в 3 раза выше, чем у минтая и трески. Чем выше этот коэффициент, тем нежнее мясо рыбы.

Кроме субъективной оценки эти два показателя объективно объясняют более высокую органолептическую оценку консистенции мышечной ткани шлемоносца по сравнению с минтаем и треской. Отмечено, что сырая мышечная ткань шлемоносца обладает плотной консистенцией, хорошо формируется, отделение воды после размораживания незначительное, цвет полуфабриката варьирует от светло-бежевого до светло-серого.

Для определения биологической ценности мышечной ткани провели аминокислотный анализ белков (рис. 4).

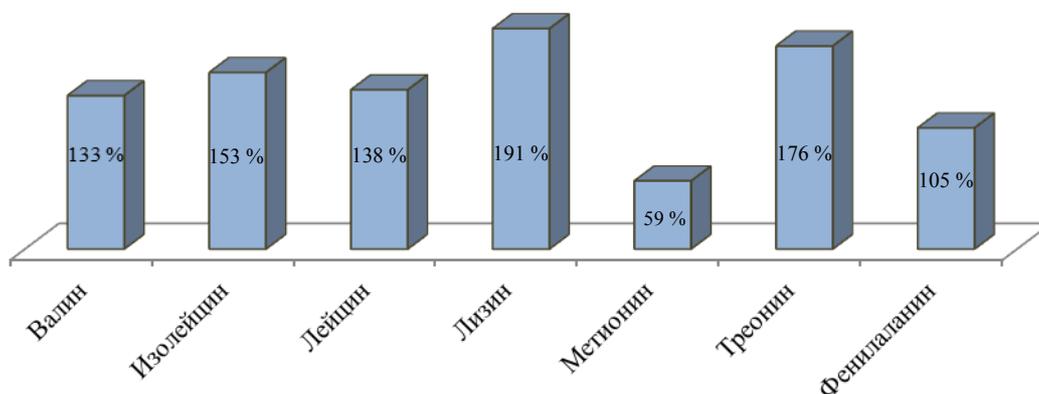


Рис. 4. Аминокислотный скор белков мышечной ткани рыбы

Из анализа данных следует, что наименьшим скором среди всех незаменимых аминокислот обладает метионин – 59 %. Для объективной оценки качества белков мышечной ткани определения сора недостаточно, поэтому рассчитывали дополнительные показатели, такие как коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %), потенциальную биологическую ценность (ПБЦ, %), коэффициент утилитарности (u), коэффициент сопоставимой избыточности (σ) и усвояемость (U) (табл. 3).

Таблица 3

Показатели качества белков мышечной ткани дальневосточного шлемоносца

Сырье	Коэффициенты				
	КРАС, %	Коэффициент утилитарности, u , ед.	ПБЦ, %	Сопоставимая избыточность, σ , %	Усвояемость, U , %
Дальневосточный шлемоносец	54,00	0,40	46,00	0,53	99,47

Наличие практически всех аминокислот со скором выше 100 % свидетельствует о содержании полноценных белков в мышечной ткани бычка, потенциальная биологическая ценность белков шлемоносца на 15 % выше по сравнению с минтаем (40 %) и треской (39 %).

Для мышечной ткани рыб наличие лимитирующих аминокислот и, как следствие, невысокий коэффициент утилитарности может быть нивелирован за счет компонентов рецептуры. Повышение содержания лимитирующей аминокислоты, коэффициента КРАС и увеличения пищевой и биологической ценности положительно скажется на коэффициенте сопоставимой избыточности, величина которого в идеале стремится к единице [14].

Содержание липидов в мышечной ткани рыбы составляет 1,6–2,2 %. Количественное содержание липидов в тканях незначительное, но их качественный состав представляет интерес.

Анализ качественного состава липидов мышечной ткани дальневосточного шлемоносца показал, что она содержит более 20 различных жирных кислот. Отличительная особенность липидов гидробионтов заключается в численном преобладании ненасыщенных жирных кислот, среди которых полиненасыщенные кислоты обуславливают биологическую ценность готовой продукции. Из литературных источников известно, что биологическая активность липидов рыб коррелирует с содержанием насыщенных жирных кислот [13]. Чем меньше насы-

щенных жирных кислот, тем активнее липиды. В этом отношении минтай уступает шлемоноцу на 7 %. Количественное определение насыщенных жирных кислот в мышечной ткани шлемоносца показало, что преобладает пальмитиновая кислота, на долю которой приходится 15,40 % (рис. 5).

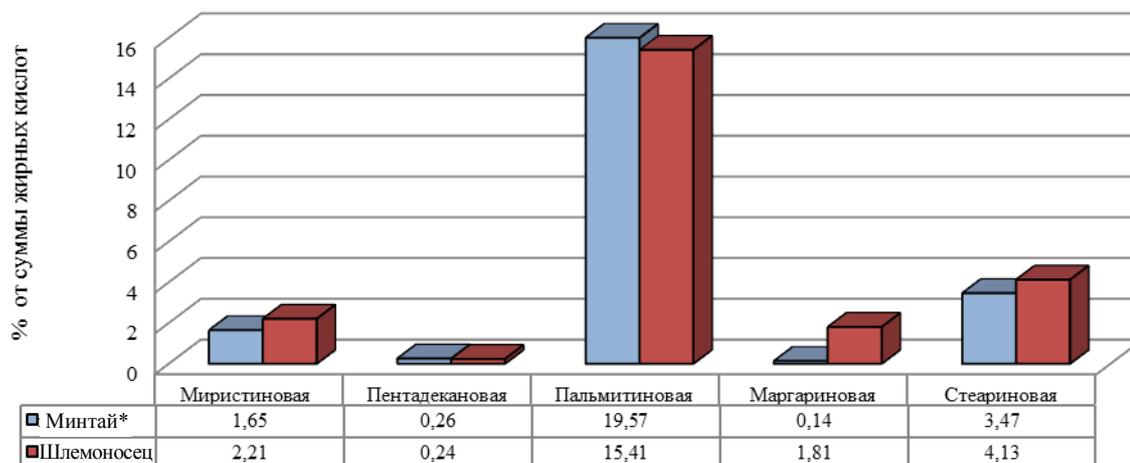


Рис. 5. Содержание насыщенных жирных кислот в мышечной ткани шлемоносца

Моноеновые кислоты представлены пальмитолеиновой, олеиновой, гадолеиновой и цис-вакценовой кислотами. Из анализа данных следует, что по сравнению с минтаем в мышечной ткани шлемоносца их на 36 % больше. Из литературных источников известно, что гидролиз фосфолипидов тормозится ингибирующим действием олеиновой кислоты на лецитиназу [17]. Принимая во внимание этот факт, можно предположить, что мышечная ткань шлемоносца обладает устойчивостью к гидролитическому распаду липидов, следовательно, меньше подвержена окислительной порче при хранении (рис. 6).

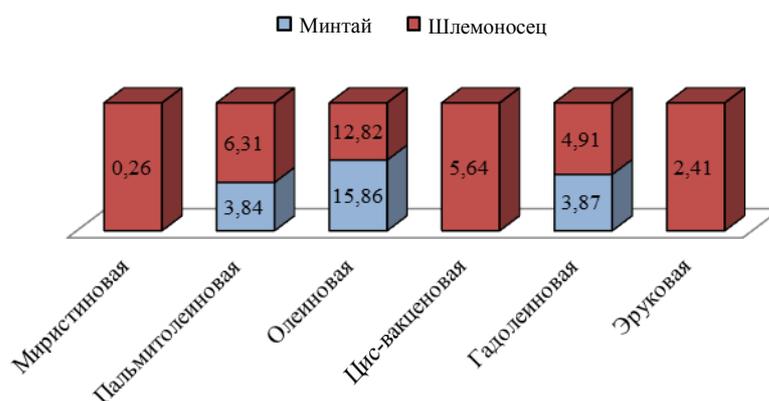


Рис. 6. Содержание мононенасыщенных жирных кислот в мышечной ткани рыб, % к общему содержанию липидов

Мышечная ткань шлемоносца богата полиненасыщенными жирными кислотами – 44,4 % от общей массы липидов. Среди них преобладают омега-3 жирные кислоты – до 40 %, омега-6 жирные кислоты – 4,60 % (рис. 7).

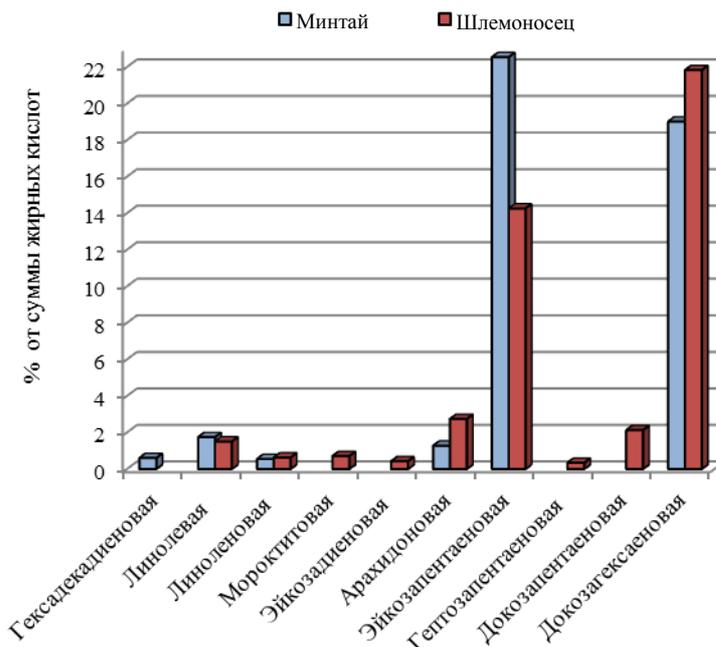


Рис. 7. Содержание полиненасыщенных жирных кислот в мышечной ткани шлемоносца [13]

Из сравнительного анализа содержания омега-3 и омега-6 жирных кислот в мышечной ткани дальневосточного шлемоносца и минтая следует, что их количество сопоставимо. Непредельные жирные кислоты относятся к биологически активным веществам, проявляя свою активность как в выделенном виде, так и в составе препаратов [18].

Исследование влияния заморозки на водоудерживающую способность мышечной ткани шлемоносца и минтая показало, что губчатая структура характерна только для минтая, у шлемоносца она остается такой же плотной, влага удерживается в ней прочнее. Вероятной причиной потери большого количества мышечного сока и губчатой структуры мышечной ткани после дефростации может быть высокое содержание триметиламин-N-оксида (ТМАО) [19, 20]. В мышечной ткани дальневосточного шлемоносца обнаружено 36 мг/кг ТМАО, в минтае – 900 мг/кг.

Для обоснования возможности пищевого использования мышечной ткани шлемоносца исследовали содержание в ней тяжелых металлов (табл. 6).

Таблица 6

Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани шлемоносца

Металл	ПДК, мг/кг	Содержание в мышечной ткани шлемоносца, мг/кг сухой массы
Ртуть	0,5	0,002*
Мышьяк	5	1,01
Кадмий	0,2	0,019
Свинец	1	0,002

* Количество ртути выражено в мкг/г сырой массы.

Содержание тяжелых металлов в мышечной ткани шлемоносца не превышает предельно допустимой концентрации, что свидетельствует о ее безопасности и дает возможность рассматривать ее как пищевое сырье. Среди микроэлементов обнаружены марганец – 0,49 мкг/г, цинк – 68,40 мкг/г, медь – 2,62 мкг/г, железо – 40 мкг/г.

Заключение

На основании проведенного исследования размерно-массового состава дальневосточного шлемоносца и данных по его технoхимической характеристике установлено, что вид представляет интерес в части переработки и получения пищевой продукции.

Из всей партии бычков, участвовавшей в исследовании, основную долю составляют рыбы до 500 г длиной до 40 см. Установлено, что выход мышечной ткани в исследуемой партии в целом составляет 20–28 %.

По химическому составу мышечной ткани шлемоносец относится к белковым видам рыб (до 20 %) с низким содержанием липидов – 2,2 %.

В мышечной ткани рыбы присутствуют все незаменимые кислоты, скор которых выше 100 %, кроме метионина (59 %).

Жирнокислотный состав липидов представлен полиненасыщенными жирными кислотами – 44 %, на долю мононенасыщенных жирных кислот приходится более 32 %. Содержание омега-3 жирных кислот в мышечной ткани 40 %.

Микроэлементный состав представлен марганцем (0,49 мкг/г), цинком (68,4 мкг/г), железом (40 мкг/г), медью (2,62 мкг/г). Содержание тяжелых металлов (ртуть, свинец, мышьяк) не превышает ПДК, что говорит о безопасности мышечной ткани рыбы и возможном использовании дальневосточного шлемоносца для производства пищевой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадаев О. З. Приловы и выбросы на ярусном промысле рыб Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Промысел гидробионтов. 2018. № 1. С. 58–72.
2. *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation*. Rome: FAO, 2013. 66 p. URL: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf> (дата обращения: 20.06.2020).
3. Михайлов А. Потребление рыбы падает из-за того, что розница не умеет ее продавать. URL: <https://rg.ru/2021/04/27/reg-szfo/eksperty-rasskazali-pochemu-padaet-potreblenie-ryby.html> (дата обращения: 20.06.2020).
4. Евросоюз выбрасывает более 75 % пойманной рыбы. URL: <https://www.obozrevatel.com/finance/economy/evrosoyuz-vyibrasyivaet-bolee-75-pojmannoj-rybyi.htm> (дата обращения: 20.06.2021).
5. Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации: распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/> (дата обращения: 20.06.2020).
6. Концепция развития рыболовства в прибрежных регионах Российской Федерации до 2020 года. URL: <https://pandia.ru/text/77/464/15581.php> (дата обращения: 20.06.2020).
7. Панченко В. В. Возраст и рост дальневосточного шлемоносца *Gymnocanthus herzensteini* (Cottidae) в заливе Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиологии. 2010. Т. 50. № 3. С. 328–334.
8. Калчугин П. В., Бойко М. И., Соломатов С. Ф., Черниченко Э. П. Современное состояние ресурсов донных и придонных видов рыб в Российских водах Японского моря // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 184. С. 54–69.
9. Югай А. В., Слуцкая Т. Н., Классен Н. В. Исследование водоудерживающей способности рыбного фарша на основе мышечной ткани керчаков // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 4. С. 112–119.
10. Липатов Н. Н. Некоторые аспекты моделирования аминокислотной сбалансированности пищевых продуктов // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 1986. № 4. С. 48–52.
11. Панченко В. В. Возраст и рост шлемоносных бычков рода *Gymnocanthus* (Cottidae) в заливе Петра Великого и прилегающих районах Приморья // Вопр. ихтиологии. 2012. Т. 52. С. 234–247.
12. Шлемоносец Герценштейна, Шлемоносный бычок. URL: <https://info.rg25.ru/fish/osteichthyes/morskaya/shlemonosec-gercenshteyna-shlemonosnyy-byчок> (дата обращения: 20.06.2020).
13. Бойцова Т. М. Ресурсосберегающие технологии глубокой разделки сырья // Территория новых возможностей. Вестн. Владивосток. гос. ун-та экономики и сервиса. 2012. № 3 (16). С. 250–257.
14. Купина Н. М., Баитовой А. Н., Павел К. Г. Исследование химического состава, биологической ценности и безопасности минтая *Chalcogramma* залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 310–319.
15. Сафронова Т. М. Сырье и материалы рыбной промышленности. М.: Агропромиздат, 1991. 191 с.
16. Диденко А. П., Боровская Г. А., Дроздова Л. И., Лаврова Н. А. Технохимическая характеристика и рекомендации по рациональному использованию бычков // Изв. ТИНРО. 1983. Т. 108. С. 13.
17. Shuster C. Y., Froines J. R. Phospholipidsof tuna white muscle // J. Amer. Oil. Chem. Soc. 1964. V. 41. P. 36–42.
18. Воробьев В. В. Биологически активные полиненасыщенные жирные кислоты гидробионтов – БАВ для профилактического питания // Инновации: перспективы, проблемы, достижения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (22 мая 2014 г.). М.: РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2014. С. 111–116.
19. Бычки. URL: <http://museumimb.ru/bychki.html> (дата обращения: 11.07.2020).

20. Панченко В. В. Распределение бычков рода *Муохосерпалус* (*Cottidae*) в заливе Петра Великого Японского моря в летний период // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 89–99.
21. Соломатов С. Ф., Калучин П. В. Современное состояние ресурсов рыб в заливе Петра Великого (Японское море) // Тр. СахНИРО. 2013. Т. 14. С. 36–45.

Статья поступила в редакцию 09.12.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алевтина Витальевна Югай – канд. техн. наук; специалист учебно-методического управления; Московская международная академия; Россия, 129075, Москва; alevtinayugai@yandex.ru.

Татьяна Марьяновна Бойцова – д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры технологии продуктов питания; Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет; Россия, 690087, Владивосток; boitsova_tm@mail.ru.

Александр Сергеевич Печников – проректор по электронному университету; начальник учебно-методического управления; Московская международная академия; Россия, 129075, Москва; a@62.ru.



RESEARCH OF TECHNO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF GYMNOCANTHUS HERZENSTEINI

A. V. Yugay¹, T. M. Boytsova², A. S. Pechnikov¹

*¹Moscow International Academy,
Moscow, Russian Federation*

*²The Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, Russian Federation*

Abstract. The article considers the problem of the rational use of aquatic biological resources in the modern fishing process, which can be partially solved by the complex processing of hydrobiotics, the by-catch being underutilized. Gobies or sculpins make about 22% of the by-catch in the catch of commercial fish species in the Far Eastern fishery basin. It is a promising fishing object, the biological value of which was studied earlier and proved in the recent studies. Despite the available reserves, gobies are not used for developing the food products or feed flour. The frequent reasons for low demand for products from such non-commercial raw materials can be: the lack of modern data on the chemical composition of the edible part, data on biological safety, methods of technological processing of raw materials and technology for obtaining food products. There are presented the study results on the size, mass and technological characteristics of Far Eastern staghorn sculpin belonging to gobies *Cottidae* *Gymnocanthus* (*Gymnocanthus Herzensteini*). There is shown the relationship between the fish mass and the mass of muscle tissue, between the fish length and weight, and the fish weight and mass of the head. The yield of secondary raw materials (heads, entrails, bones, fins) has been determined. Based on the conducted chemical analysis, it was found out that Far Eastern staghorn sculpin belongs to the protein species of fish (19%) with a low lipid content (up to 2%). For the first time, the amino acid and fatty acid composition of proteins and lipids of fish muscle tissue has been investigated. It has been stated that the muscle tissue contains all essential amino acids, the rate of which is more than 100%. The objective indicators of the biological value of muscle tissue proteins were determined: the coefficients of difference between the amino acid rate, utility of amino acids, protein-water and lipid-protein coefficients were calcu-

lated. The content of macro- and micro-elements has been studied. It was inferred that the maximum permissible concentration of arsenic, cadmium, mercury and lead do not exceed the maximum permissible level.

Key words: Far Eastern staghorn sculpin, chemical composition, gobies Cottidae, pollack, cod, amino acid and fatty acid composition, muscle tissue.

For citation: Yugay A. V., Boytsova T. M., Pechnikov A. S. Research of techno-chemical characteristics of *Gymnocanthus herzensteini*. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2021;3:150-160. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-150-160.

REFERENCES

1. Badaev O. Z. Prilovy i vybrosy na iarusnom promysle ryb Dal'nevostochnogo rybokhoziaistvennogo basaina [Bycatch and discards in longline fishing of the Far Eastern fishery basin]. *Promysel gidrobiontov*, 2018, no. 1, pp. 58-72.
2. *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation*. Rome, FAO, 2013. 66 p. Available at: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf> (accessed: 20.06.2020).
3. Mikhailov A. *Potreblenie ryby padaet iz-za togo, chto rozmitsa ne umeet ee prodavat'* [Fish consumption falls because retail does not know how to sell it]. Available at: <https://rg.ru/2021/04/27/reg-szfo/eksperty-rasskazali-pochemu-padaet-potreblenie-ryby.html> (accessed: 20.06.2021).
4. *Evrosoiuz vybrasyvaet bolee 75 % poimannoi ryby* [European Union discards more than 75% of caught fish]. Available at: <https://www.obozrevatel.com/finance/economy/evrosoyuz-vyibrasyivaet-bolee-75-pojmannoj-rybyi.htm> (accessed: 20.06.2020).
5. *Ob utverzhdenii strategii razvitiia rybokhoziaistvennogo kompleksa RF na period do 2030 g. i plana meropriiatii po ee realizatsii: rasporiashenie Pravitel'stva RF ot 26 noiabria 2019 g. № 2798-r* [On approval of the strategy for the development of the fishery sector of the Russian Federation for the period up to 2030 and the action plan for its implementation: order of the Government of the Russian Federation of November 26, 2019 No. 2798-r]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/> (accessed: 20.06.2020).
6. *Kontseptsiia razvitiia rybolovstva v pribrezhnykh regionakh Rossiiskoi Federatsii do 2020 goda* [Concept for development of fisheries in coastal regions of the Russian Federation until 2020]. Available at: <https://pandia.ru/text/77/464/15581.php> (accessed: 20.06.2020).
7. Panchenko V. V. *Vozrast i rost dal'nevostochnogo shlemonostsa Gymnocanthus herzensteini (Cottidae) v zalive Petra Velikogo (Iaponskoe more)* [Age and growth of Far Eastern staghorn sculpin *Gymnocanthus herzensteini* (Cottidae) in Peter the Great Bay (Sea of Japan)]. *Voprosy ikhtiologii*, 2010, vol. 50, no. 3, pp. 328-334.
8. Kalchugin P. V., Boiko M. I., Solomatov S. F., Chernienko E. P. *Sovremennoe sostoianie resursov donnykh i pridonnykh vidov ryb v Rossiiskikh vodakh Iaponskogo moria* [Current state of resources of bottom fish species in Russian waters of Sea of Japan [Research of technological properties of muscle tissue of bulls]. *Izvestiia TINRO*, 2016, vol. 184, pp. 54-69.
9. Iugai A. V., Slutskaia T. N., Klassen N. V. *Issledovanie vodouderzhivaiushchei sposobnosti rybnogo farsha na osnove myshechnoi tkani kerchakov* [Studying water-holding capacity of minced fish based on muscle tissue of sculpins]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2014, no. 4, pp. 112-119.
10. Lipatov N. N. *Nekotorye aspekty modelirovaniia aminokislотноi sbalansirovannosti pishchevykh produktov* [Aspects of modeling amino acid balance of food products]. *Pishchevaia i pererabatyvaiushchaia promyshlennost'*, 1986, no. 4, pp. 48-52.
11. Panchenko V. V. *Vozrast i rost shlemonosnykh bychkov roda Gymnocanthus (Cottidae) v zalive Petra Velikogo i prilgaiushchikh raionakh Primor'ia* [Age and growth of gobies *Gymnocanthus* (Cottidae) in Peter the Great Bay and adjacent areas of Primorye]. *Voprosy ikhtiologii*, 2012, vol. 52, pp. 234-247.
12. *Shlemonosets Gertsenshteina, Shlemonosnyi bychok* [Herzensteini staghorn sculpin, goby]. Available at: <https://info.rg25.ru/fish/osteichthyes/morskaya/shlemonosec-gercenshteyna-shlemonosnyy-bychok> (accessed: 20.06.2020).
13. Boitsova T. M. *Resursosberegaiushchie tekhnologii glubokoi razdelki syr'ia* [Resource-saving technologies of deep cutting of raw materials]. *Territoriia novykh vozmozhnostei. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa*, 2012, no. 3 (16), pp. 250-257.
14. Kupina N. M., Bashtovoi A. N., Pavel' K. G. *Issledovanie khimicheskogo sostava, biologicheskoi tsennosti i bezopasnosti mintaiia Chalcogramma zaliva Petra Velikogo* [Studying chemical composition, biological value and safety of Alaska pollock *Chalcogramma* in Peter the Great Bay]. *Izvestiia TINRO*, 2015, vol. 180, pp. 310-319.
15. Safronova T. M. *Syr'e i materialy rybnoi promyshlennosti* [Raw materials and materials for fishing industry]. Moscow, Agropromizdat, 1991. 191 p.

16. Didenko A. P., Borovskaia G. A., Drozdova L. I., Lavrova N. A. Tekhnokhimiicheskaia kharakteristika i rekomendatsii po ratsional'nomu ispol'zovaniuu bychkov [Technochemical characteristics and recommendations for rational use of gobies]. *Izvesti TINRO*, 1983, vol. 108, p. 13.
17. Shuster C. Y., Froines J. R. Phospholipidsof tuna white muscle. *J. Amer. Oil. Chem. Soc.*, 1964, vol. 41, pp. 36-42.
18. Vorob'ev V. V. Polinenasyshchennye zhirnye kisloty gidrobiontov – BAV dlia lecheniia i profilaktiki serdechno-sosudistykh zabolevanii [Polyunsaturated fatty acids of aquatic organisms - biologically active substances for treatment and prevention of cardiovascular diseases]. *Инновации: перспективы, проблемы, достижения: материалы Международной научно-практической конференции (22 мая 2014 г.)*. Moscow, РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2014. Pp. 111-116.
19. *Bychki* [Gobies]. Available at: <http://museumimb.ru/bychki.html> (accessed: 11.07.2020).
20. Panchenko V. V. Raspredelenie bychkov roda Myoxocephalus (Cottidae) v zalive Petra Velikogo Iaponskogo moria v letnii period [Distribution of gobies Myoxocephalus (Cottidae) in Peter the Great Bay of Sea of Japan in summer]. *Izvestiia TINRO*, 1998, vol. 123, pp. 89-99.
21. Solomatov S. F., Kaluchin P. V. Sovremennoe sostoianie resursov ryb v zalive Petra Velikogo (Iaponskoe more) [Current state of fish stocks in Peter the Great Bay (Sea of Japan)]. *Trudy SakhNIRO*, 2013, vol. 14, pp. 36-45.

The article submitted to the editors 09.12.2020

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alevtina V. Yugay – Candidate of Technical Sciences; Specialist in Educational and Methodological Management; Moscow International Academy; Russia, 129075, Moscow; alevtinayugai@yandex.ru.

Tatyana M. Boitsova – Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Food Technology; The Far Eastern State Technical Fisheries University; Russia, 690087, Vladivostok; boitsova_tm@mail.ru.

Alexander S. Pechnikov – Vice-rector of Electronic University, Head of Educational and Methodical Management Department; Moscow International Academy; Russia, 129075, Moscow; a@62.ru.

