

Оригинальная статья / Original article

УДК 639.31(597):611.018.6

DOI: 10.18470/1992-1098-2024-2-8



Химический состав мышечной ткани рыб, выращенных в условиях аквакультуры Южного Вьетнама

Александра А. Паюта¹, Дарья А. Гульдина¹, Екатерина А. Флёрова¹,
Николай В. Лобус², Евгений Г. Евдокимов¹

¹Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Россия

²Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия

Контактное лицо

Александра А. Паюта, к.б.н., научный сотрудник
Научной лаборатории Экобиомониторинга и
контроля качества, Ярославский государственный
университет им. П. Г. Демидова; 150003 Россия,
г. Ярославль, ул. Советская, 14.

Тел. +79056389475

Email a.payuta@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0478-4709>

Формат цитирования

Паюта А.А., Гульдина Д.А., Флёрова Е.А., Лобус
Н.В., Евдокимов Е.Г. Химический состав
мышечной ткани рыб, выращенных в условиях
аквакультуры Южного Вьетнама // Юг России:
экология, развитие. 2024. Т.19, N 2. С. 82-91. DOI:
10.18470/1992-1098-2024-2-8

Получена 22 мая 2023 г.

Прошла рецензирование 14 августа 2023 г.

Принята 15 января 2024 г.

Резюме

Цель – изучение химического состава четырех видов ценных рыб, выращенных в условиях аквакультуры Южного Вьетнама.

Особей полосатого змееголова *Channa striata*, карликового змееголова *Channa gachua*, нильской тилляпии *Oreochromis niloticus* и гибрида двух сомов *Clarias gariepinus* и *Clarias macrocephalus* приобрели на рынках у фермеров садковых хозяйств и непосредственно в самих хозяйствах провинции Кханьхоа. Рыб измеряли, взвешивали, после чего иссекали мышечную ткань для химического анализа. В ткани определяли содержание воды двухступенчатым методом определения влаги, липидов – методом обезжиренного остатка в аппарате Сокслета. Количество белка получали по принципу метода Кьельдаля с помощью полуавтоматической перегонной установки UDK 139 (Velp Scientifica, Италия, 2011 г.), минеральных веществ – гравиметрическим методом, углеводов – расчетным путем. Индекс физиологического состояния рассчитывали по стандартной методике.

Мышцы гибрида сомов *Clarias gariepinus* и *Clarias macrocephalus* характеризуются наибольшей питательной ценностью. По содержанию липидов исследованные особи относятся к рыбам с низким содержанием жира, *Channa striata* – к категории нежирных рыб. Высокий индекс физиологического состояния у *Oreochromis niloticus* связан с повышенной обводненностью мышечной ткани. Не выявлено значимых различий в химическом составе мышц с увеличением размера тела рыб, лишь у *Channa striata* увеличивалась доля минеральных веществ.

Полученные данные могут быть использованы при организации рационального кормления и содержания объектов аквакультуры.

Ключевые слова

Channa striata, *Channa gachua*, *Oreochromis niloticus*, гибрид *Clarias gariepinus*×*Clarias macrocephalus*, липиды, белок, Южный Вьетнам, аквакультура, химический состав мышц.

Chemical composition of muscle tissue of fish reared in the aquaculture of South Vietnam

Aleksandra A. Payuta¹, Daria A. Guldina¹, Ekaterina A. Flerova¹,
Nikolay V. Lobus² and Evgeniy G. Evdokimov¹

¹P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

²K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Principal contact

Aleksandra A. Payuta, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Scientific Laboratory of Ecobiomonitoring and Quality Control, P.G. Demidov Yaroslavl State University; 14 Sovetskaya St, Yaroslavl, Russia 150003. Tel. +79056389475
Email a.payuta@mail.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0478-4709>

How to cite this article

Payuta A.A., Guldina D.A., Flerova E.A., Lobus N.V., Evdokimov E.G. Chemical composition of muscle tissue of fish reared in the aquaculture of South Vietnam. *South of Russia: ecology, development*. 2024; 19(2):82-91. (In Russ.) DOI: 10.18470/1992-1098-2024-2-8

Received 22 May 2023

Revised 14 August 2023

Accepted 15 January 2024

Abstract

To study the chemical composition of four species of valuable fish reared in aquaculture conditions in South Vietnam.

Individuals of *Channa striata*, *Channa gachua*, *Oreochromis niloticus*, a hybrid of *Clarias gariepinus* and *Clarias macrocephalus* were purchased in markets from farmers of cage farms and directly in the farms of Khanh Hoa province. The fish were measured, weighed, and then muscle tissue was dissected for chemical analysis. The water content in the tissue was determined by a two-stage method for determining moisture, while lipids were determined by the fat-free residue method in a Soxhlet apparatus. The amount of protein was obtained according to the principle of the Kjeldahl method, using a semi-automatic distillation unit UDK 139 (Velp Scientifica, Italy, 2011); minerals were determined by the gravimetric method, and carbohydrates – by calculation. The index of physiological state was calculated according to the standard method.

Hybrid catfish muscles are characterised as having the greatest nutritional value. In terms of lipid content, the individuals studied belonged to fish with a low fat content, *Channa striata*, which belongs to the category of lean fish. A high index of physiological state in *Oreochromis niloticus* was found to be associated with increased water content in muscle tissue. No significant differences were found between the biochemical parameters in the muscles of fish with an increase in body size, and only in *Channa striata* did the proportion of minerals increase. The data obtained can be used in the organisation of rational feeding and maintenance of aquacultural species.

Key Words

Channa striata, *Channa gachua*, *Oreochromis niloticus*, hybrid *Clarias gariepinus*×*Clarias macrocephalus*, lipids, protein, South Vietnam, aquaculture, muscle proximate composition.

ВВЕДЕНИЕ

Сектор аквакультуры играет важную роль в национальной экономике Вьетнама. Отмечают значительный рост производства в рыбном хозяйстве, который объясняется не только ростом объема продукции, но и продолжающимся расширением ассортимента объектов аквакультуры, что обеспечивает новые рабочие места и сокращает уровень бедности населения [1]. Сегодня суммарный объем продукции аквакультуры Вьетнама превышает долю промышленного рыболовства этой страны. Экспорт продукции рыбоводства Вьетнама является одним из ключевых товарных производств страны. К наиболее перспективным направлениям экспорта рыбной продукции из Вьетнама относят Китай, США, некоторые страны Европы и Россию [1; 2]. В Указе президента РФ № 605 от 7 мая 2012 г. Вьетнам назван одним из трёх самых важных (наряду с Китаем и Индией) стратегических партнеров России в Азии. Такой тренд, прежде всего, связан с тем, что в рационе питания современного российского потребителя рыбные продукты занимают с каждым днем все более весомый удельный вес. Так как в рационе питания для сохранения здоровья человека в обязательном порядке должны присутствовать продукты питания из рыбы и иных водных ресурсов [3; 4]. Рыба является источником незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных веществ, диетического белка, усвояемость которого превышает 90%, содержит длинноцепочечные полиненасыщенные омега-3 жирные кислоты, считающиеся физиологически важными для

нормальной жизни человека и играющие ключевую роль в облегчении ряда заболеваний [4; 5]. По этой причине с каждым годом отмечается увеличение потребления рыбной продукции [6; 7].

Существует необходимость изучения химического состава мышечной ткани рыбы – части тела, которую чаще всего используют в пищу. С одной стороны, данные по содержанию основных макронутриентов позволяют конечному потребителю сделать выбор подходящего вида в соответствии с его потребностями в питании. С другой стороны, химический состав указывает на состояние особи и популяции в целом, что используют при рациональной организации кормления и содержания объектов аквакультуры.

Цель работы – изучение химического состава четырех видов ценных рыб, выращенных в условиях аквакультуры Южного Вьетнама.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служили 4 вида пресноводных рыб: полосатый змееголов *Channa striata* (Bloch, 1793), карликовый змееголов *Channa gachua* (Hamilton, 1822), нильская тилapia *Oreochromis niloticus* (Peters, 1852), гибрид двух сомов *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) и *Clarias macrocephalus* (Günther, 1864).

Рыбы приобретались на рынках провинции Кханьхоа у фермеров садковых хозяйств, а также непосредственно в самих хозяйствах. Все особи были половозрелыми (табл. 1).

Таблица 1. Морфофизиологические показатели исследованных особей

Table 1. Morphophysiological indicators of individuals studied

Вид рыб Fish species	n	Показатель Index		
		масса, г weight, g	длина, см length, sm	индекс физиологического состояния по Фультону Fulton condition factor
Полосатый змееголов <i>Channa striata</i>	11	568±20	33,8±1,2 ^a	1,54±0,12 ^a
Карликовый змееголов <i>Channa gachua</i>	36	460±14	32,2±0,4 ^a	1,37±0,02 ^{a,c}
Нильская тилapia <i>Oreochromis niloticus</i>	26	179±12 ^a	17,4±0,4	3,38±0,08 ^b
Гибрид сомов <i>Clarias gariepinus</i> и <i>Clarias macrocephalus</i> Catfish hydride <i>Clarias gariepinus</i> and <i>Clarias macrocephalus</i>	96	285±11 ^b	29,1±0,4 ^b	1,14±0,02 ^c

Примечания: здесь и в таблице 2 статистически значимые различия между показателями в столбце отмечены разными надстрочными буквенными индексами, $p \leq 0,05$

Notes: here and in Table 2 statistically significant differences between the indicators in the column are marked by different superscript letter indices, $p \leq 0.05$

Рыбу измеряли, взвешивали, после чего у каждой особи иссекали мышечную ткань вдоль позвоночника и высушивали до постоянной массы при 60 °С. После высушивания пробы помещали в индивидуальные герметичные пакеты и хранили до проведения химического анализа. В лаборатории определяли содержание воды и сухого вещества путем высушивания проб при температуре 105 °С [8], липидов – методом обезжиренного остатка в аппарате Сокслета [9]. Для определения доли белка использовали принцип метода Кьельдаля. С помощью

полуавтоматической перегонной установки UDK 139 (Velp Scientifica, Италия, 2011 г.) получали содержание азота, которое умножали на коэффициент 6,25 для рыб [10]. Содержание минеральных веществ получали путем сжигания навески в муфельной печи при температуре 550 °С [11]. Углеводы рассчитывали по разнице количества сухого вещества и количества белка, липидов и минеральных веществ [8].

У рыб определяли индекс физиологического состояния по Фультону (k) по формуле $k = w \times 100 / l^3$, где w – масса рыбы (г); l – длина тела рыбы (см).

Результаты обработаны статистически в программе MS Excel 2007 и с помощью программы анализа данных AtteStat и представлены в виде средних величин и их ошибок. Достоверность различий оценивали, используя критерии Краскела-Уоллеса и Данна для множественных сравнений и U-Манна-Уитни для парных сравнений при уровне значимости $p \leq 0,05$.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования выявлено, что индекс физиологического состояния у *Channa striata* варьировался от 0,74 до 1,95, у *Channa gachua* – в пределах 1,15–1,65, у *Oreochromis niloticus* – 2,20–4,50, у гибрида сомов – от 0,14 до 2,27. Наибольшее значение индекса обнаружено у *Oreochromis niloticus*, наименьшее у гибрида *Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus* (табл. 1). Стоит отметить, что исследованные нами особи *Channa striata*, *Oreochromis niloticus* и гибрида *Clarias gariepinus* × *Clarias*

macrocephalus превосходили своих сородичей из других мест обитания по величине индекса физиологического состояния, особи *Channa gachua* – уступали [11–18].

Индекс физиологического состояния считается ключевой детерминантой общей приспособленности отдельного животного и его влияния на здоровье с точки зрения пригодности биомассы и благополучия рыбопромысловой популяции в среде обитания [19; 20]. Информация о показателе используется при управлении системой аквакультуры и изменении технологии выращивания гидробионтов, например, путем улучшения качества корма, изменения плотности посадки рыбы, чтобы уменьшить конкуренцию за пищу и пространство [12].

При сравнении химического состава мышц исследуемых видов наибольшее количество воды обнаружено у нильской тилапии, наименьшее – у гибрида африканского сома (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав мышц исследованных особей

Table 2. Muscle proximate composition of individuals studied

Вид рыб Fish species	Содержание, % / Content, %					
	воды water	сухого вещества dry matter	белка protein	липидов lipids	минеральных веществ mineral substances	углеводов carbo-hydrates
Полосатый змееголов <i>Channa striata</i>	77,1±0,09 ^a	22,8±0,09 ^a	18,4±0,50 ^a	1,07±0,11 ^a	1,31±0,04 ^a	2,11±0,10 ^a
Карликовый змееголов <i>Channa gachua</i>	70,8±0,24 ^{b,c}	29,2±0,24 ^{b,c}	22,9±0,44 ^b	2,21±0,27 ^{a,b}	1,56±0,12 ^a	2,56±0,05 ^a
Нильская тилапия <i>Oreochromis niloticus</i>	78,0±0,19 ^{a,c}	22,0±0,19 ^{a,c}	16,5±0,90 ^{a,b}	2,56±0,51 ^{a,b}	1,30±0,05 ^a	1,56±0,07 ^b
Гибрид сомов <i>Clarias gariepinus</i> и <i>Clarias macrocephalus</i> Catfish hydride <i>Clarias gariepinus</i> and <i>Clarias macrocephalus</i>	70,3±0,18 ^b	29,9±0,29 ^b	22,7±0,45 ^b	2,67±0,43 ^b	1,65±0,04 ^b	2,87±0,13 ^a

Мышцы гибрида *Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus* характеризовались повышенным содержанием липидов, минеральных веществ и углеводов. Наибольшее количество белка обнаружено в мышечной ткани *Channa gachua* и гибрида сомов. Наименьшее количество липидов содержалось в мышцах *Channa striata*, белка, минеральных веществ и углеводов у *Oreochromis niloticus*. Таким образом, наибольшая питательная ценность выявлена у гибрида африканского сома.

По содержанию липидов исследованные виды можно отнести к рыбам с низким содержанием жира, за исключением особей *Channa striata*, которые принадлежат к категории нежирных рыб [21]. По соотношению белка и липидов в мышцах особи *Channa striata* и *Oreochromis niloticus* относятся к категории A, *Channa gachua* и гибрида *Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus* – к категории D [22].

На состав тела гидробионтов оказывают влияние тип питания рыб и особенности усвоения ими

питательных веществ [23; 24]. Змееголовы – хищники, которые плохо усваивают углеводы и менее эффективно переваривают крахмал [25]. Особи нильской тилапии являются всеядными, но по причине питания на всех уровнях водоема, в их рационе преобладает растительная пища [26]. Гибрид *Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus* является условно-всеядным, при этом его характерной особенностью является способность дышать воздухом, благодаря которой особи могут обитать при чрезвычайно высокой плотности [27]. Кроме этого, они отличаются способностью переваривать сахара, крахмал и клетчатку [25]. Липиды в организме рыб откладываются преимущественно из пищи, в особенности из богатого полиненасыщенными жирными кислотами зоопланктона [28]. Вероятно, благодаря возможности потреблять более разнообразную пищу, всеядные виды в нашем исследовании характеризовались повышенным содержанием липидов в мышцах по сравнению с хищными. Ранее нами была показана

схожая тенденция накопления жировых веществ в мышцах чехони *Pelecus cultratus* – планктофага-ихтиофага и судака *Sander lucioperca* – пелагического хищника [24]. Повышенное содержание липидов в теле всеядных видов, по сравнению с хищными было отмечено в других исследованиях [29].

Интересно отметить, что, несмотря на высокий индекс физиологического состояния, в мышцах *Oreochromis niloticus* содержалось наименьшее количество сухого вещества, в том числе белка, минеральных веществ и углеводов. Ранее мы сообщали, что у леща *Abramis brama* происходило увеличение индекса физиологического состояния за счет повышения обводненности мышц [30]. Предполагается, что вода замещает в тканях макронутриенты при энергетических тратах из-за неблагоприятных условий обитания рыб. Поэтому для мониторинга благополучия особей индекс физиологического состояния стоит применять в комплексе с другими показателями.

Исследованные нами особи *Channa striata* превосходили своих сородичей из водоемов Центрального Калимантана по содержанию в мышцах сухого вещества, в том числе белка, липидов, минеральных веществ и углеводов [31], но уступали по количеству белка и минеральных веществ особям из водохранилища Джатигеды (Западная Ява) [32]. Особи *Channa striata*, выращенные в условиях аквакультуры Вьетнама, содержали меньшее количество липидов и минеральных веществ в мышечной ткани, чем разводимые рыбы в Индонезии [33].

Исследованные нами особи *Channa gachua* характеризовались большим количеством макронутриентов, чем их сородичи из Лаоса [34], но меньшим содержанием липидов и минеральных веществ, чем рыбы из Индии [35].

Особи нильской тилапии из Вьетнама превосходили своих сородичей из водоемов Нигерии и Эфиопии по содержанию липидов и белка в мышечной ткани, но уступали им по количеству минеральных веществ [36; 37]. Кроме этого, в их мышцах содержалось больше липидов, но меньше белка, чем у рыб из Мексики [38].

Особи гибридного сома, полученные в условиях аквакультуры Вьетнама, отличались более высоким содержанием сухих веществ, в том числе белка и более низким количеством липидов, чем гибриды, выращенные в Индии и Таиланде [23; 39; 40].

Известно, что содержание биохимических компонентов в организме гидробионтов зависит от условий местообитания, качества и количества корма, сбалансированности рациона, антропогенных факторов [41–43]. Наиболее важным показателем состояния рыб является содержание липидов в их теле, т.к. при влиянии неблагоприятных факторов (загрязнения, отсутствия пищи, заболеваний, паразитов) именно эти компоненты расходуются на нужды организма в первую очередь. Интенсивный расход белков организма происходит при истощении жировых запасов и недостатка протеина в рационе рыб [44–47]. Можно предположить, что в условиях аквакультуры более низкое содержание макронутриентов в мышечной ткани рыб может быть связано с нарушением технологии кормления и содержания.

Определение химического состава тела в зависимости от размера рыбы тесно связано с качеством мяса и считается важным свойством, используемым потребителями [48]. С увеличением размеров тела рыб выявлено статистически значимое повышение содержания минеральных веществ в мышцах *Channa striata* (табл. 3).

Таблица 3. Химический состав мышц особей разного размера

Table 3. Muscle proximate composition of the individuals of different sizes

Размер тела, см Body size, sm	Содержание, % / Content, %					
	воды water	сухого вещества dry matter	белка protein	липидов lipids	минеральных веществ mineral substances	углеводов carbohydrates
Полосатый змееголов <i>Channa striata</i>						
30–33	77,2±0,15	22,8±0,15	17,9±0,94	1,08±0,19	1,24±0,05	2,52±1,03
35–41	77,1±0,15	22,9±0,15	18,8±0,52	1,05±0,19	1,40±0,04*	1,60±0,68
Карликовый змееголов <i>Channa gachua</i>						
28–32	70,6±0,29	29,4±0,29	23,1±0,71	2,46±0,38	1,77±0,36	2,05±1,25
33–35	70,9±0,34	29,1±0,34	22,7±0,58	1,98±0,45	1,44±0,08	2,97±0,93
Нильская тилапия <i>Oreochromis niloticus</i>						
15–17	78,2±0,25	21,8±0,25	15,7±1,77	2,86±0,74	1,35±0,14	1,89±0,55
18–22	77,8±0,24	22,2±0,24	17,7±1,24	1,97±0,20	1,27±0,04	1,80±0,59
Гибрид сомов <i>Clarias gariepinus</i> и <i>Clarias macrocephalus</i> Catfish hybride <i>Clarias gariepinus</i> and <i>Clarias macrocephalus</i>						
20–30	70,3±0,27	29,7±0,27	23,0±0,59	2,37±0,59	1,67±0,04	2,66±0,50
31–39	70,2±0,18	30,3±0,67	22,3±0,71	3,16±0,61	1,63±0,07	3,21±1,30

Примечания: статистически значимые различия между показателями в столбце отмечены *, $p \leq 0,05$

Notes: statistically significant differences between the indicators in the column are marked *, $p \leq 0,05$

Во многих работах отмечают как увеличение, так и сокращение количества белка в теле гидробионтов с увеличением их размера, в то время как доля жировых запасов преимущественно увеличивается, а воды сокращается [45; 48–51]. Несмотря на данные литературы, различия между биохимическими показа-

телями в мышцах исследованных нами особей в указанном диапазоне длины тела не выявлены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучен химический состав мышечной ткани четырех видов пресноводных рыб, выращенных в условиях аквакультуры Южного Вьетнама. Сравнительный анализ

полученных данных выявил, что наибольшее содержание липидов, минеральных веществ и углеводов содержалось в мышцах гибрида *Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus*, белка – у *Channa gachua*. По содержанию липидов исследованные особи относятся к рыбам с низким содержанием жира, *Channa striata* – к категории нежирных рыб. Высокий индекс физиологического состояния у *Oreochromis niloticus* связан с повышенным содержанием воды. Значимых различий между биохимическими показателями в мышцах особей разных размеров не выявлено, лишь у *Channa striata* с увеличением размера повышалась доля минеральных веществ. Более низкое содержание макронутриентов в мышечной ткани гидробионтов в условиях аквакультуры может быть связано с нарушением технологии кормления и содержания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Khanh Nguyen H.T., Nang Thu T.T., Lebaillly P., Azadi H. Economic challenges of the export-oriented aquaculture sector in Vietnam // *Journal of Applied Aquaculture*. 2019. V. 31. N 4. P. 367–383. DOI: 10.1080/10454438.2019.1576568
- Tri N.N., Tu N.P.C., Van Tu N. An overview of aquaculture development in Viet Nam // *Proceedings International Conference on Fisheries and Aquaculture*. 2021. V. 7. N 1. P. 53–73. DOI: 10.17501/23861282.2021.7105
- Li X., Han T., Zheng S., Wu G. Nutrition and functions of amino acids in aquatic crustaceans. *Amino Acids in Nutrition and Health: Amino Acids in the Nutrition of Companion, Zoo and Farm Animals*. Cham: Springer, 2021. P. 169–198. DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1_9
- Kwasek K., Thorne-Lyman A.L., Phillips M. Can human nutrition be improved through better fish feeding practices? a review paper // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2020. V. 60. N 22. P. 3822–3835. DOI: 10.1080/10408398.2019.1708698
- Tacon A.G.J., Lemos D., Metian M. Fish for health: improved nutritional quality of cultured fish for human consumption // *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 2020. V. 28. N 4. P. 449–458. DOI: 10.1080/23308249.2020.1762163
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 – Meeting the sustainable development goals. Rome, 2018. 227 p.
- Богачев А.И. Роль рыболовства и аквакультуры в обеспечении продовольственной безопасности: мировой аспект // *Вестник сельского развития и социальной политики*. 2017. N 4(16). С. 2–4.
- Флёрова Е.А. Физиолого-биохимические методы исследования рыб. Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014. 40 с.
- Min D.B., Ellefson W.C. Fat analysis. Food analysis. Boston, MA: Springer, 2010. P. 117–132. DOI: 10.1007/978-1-4419-1478-1_8
- Chang S.K.C. Protein analysis. Food analysis. Food analysis. Boston, MA: Springer, 2010. P. 133–146. DOI: 10.1007/978-1-4419-1478-1_9
- Marshall M.R. Ash analysis. Food analysis. Boston, MA: Springer, 2010. P. 105–115. DOI: 10.1007/978-1-4419-1478-1_7
- Hạnh H.M., Tâm B.M. Đặc điểm sinh học sinh sản của cá chình dục (*Channa gachua*) phân bố ở tỉnh Hậu Giang // *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2014. N 1. P. 188–195.
- Ahmadi A. The length-weight relationship and condition factor of the threatened snakehead (*Channa striata*) from Sungai Batang river, Indonesia // *Polish Journal of Natural Sciences*. 2018. V. 33. N 4. P. 607–623.
- Munglue P., Rattana K., Sangchanjiradet S., Jankam A., Dasri, K. Growth performance and intestinal morphology of hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) fed diet supplemented with rice paddy herb (*Limnophila aromatica*) extract // *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*. 2019. V. 24. N 2. P. 1–12.
- Komba E.A., Munubi R.N., Chenyambuga S.W. Comparison of body length-weight relationship and condition factor for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in two different climatic conditions in Tanzania // *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 2020. N 8(3). P. 44–48.
- Shija B.S. Length-weight relationship and Fulton's condition factor of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758) in Lake Chamo, Ethiopia // *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. 2020. V. 5. N 2. P. 44–54.
- Hossain M.A., Bapary M.A.J., Rahman M.A. A multi-model analysis of growth and maturity biometrics in common Snakeheads, *Channa striata*, and *Channa punctatus* collected from Hakaluki Haor, Northeast Bangladesh // *Acta Aquatica Turcica*. 2021. V. 17. N 3. P. 429–439. DOI: 10.22392/actaquatr.878998
- Asyhari A., Machrizal R. Length-weight relationship and condition factors of *Channa striata* in Tanjung Haloban village, Labuhanbatu // *Jurnal Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*. 2022. V. 5. N 2. P. 107–113. DOI: 10.30821/biolokus.v5i2.1316
- Badr El-Bokhty E.A.E., Fetouh M.A. Some biological aspects of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis aureus* caught by trammel nets from El-Salam Canal, Egypt // *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*. 2023. V. 27. N 1. P. 167–177. DOI: 10.21608/EJABF.2023.284416
- Jewel M.A.S., Haque M.A., Ferdous M.S., Khatun M.S., Akter, S. Length-weight relationships and condition factors of *Cirrhinus reba* (Hamilton, 1822) in Padma River, Bangladesh // *J. Fish. Aquat. Sci.* 2019. V. 14. N 2. P. 39–45. DOI: 10.3923/jfas.2019.39.45
- Suwal T.L., Chi M.J., Tsai C.F., Chan F.T., Lin K.H., Pei K.J.C. Morphometric Relationships, Growth and Condition Factors of Critically Endangered Chinese Pangolin (*Manis pentadactyla*) // *Animals*. 2022. V. 12. N 7. P. 910. DOI: 10.3390/ani12070910
- Nurnadia A.A., Azrina A., Amin I. Proximate composition and energetic value of selected marine fish and shellfish from the West coast of Peninsular Malaysia // *International Food Research Journal*. 2011. V. 18. N 1. P. 137–148.
- Ahmed I., Jan K., Fatma S., Dawood M.A. Muscle proximate composition of various food fish species and their nutritional significance: A review // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2022. V. 106. N 3. P. 690–719. DOI: 10.1111/jpn.13711
- Singh S., Khan M.A. Dietary arginine requirement of fingerling hybrid *Clarias* (*Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus*) // *Aquaculture Research*. 2007. V. 38. N 1. P. 17–25. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2006.01618.x
- Payuta A.A., Flerova E.A. Some indicators of metabolism in the muscles, liver, and gonads of pike-perch *Sander lucioperca* and sibel *Pelecus cultratus* from the Gorky Reservoir // *Journal of Ichthyology*. 2019. V. 59. N 2. P. 255–262. DOI: 10.1134/S0032945219020152
- Jantrarotai W., Sitasit P., Rajchapakdee S. The optimum carbohydrate to lipid ratio in hybrid *Clarias catfish* (*Clarias*

- macrocephalus* × *C. gariepinus*) diets containing raw broken rice // *Aquaculture*. 1994. V. 127. N 1. P. 61–68. DOI: 10.1016/0044-8486(94)90192-9
27. Degani G., Revach A. Digestive capabilities of three commensal fish species: Carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* × *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) // *Aquaculture Research*. 1991. V. 22. N 4. P. 397–403. DOI: 10.1111/j.1365-2109.1991.tb00753.x
28. Yi Y., Lin C.K., Diana J.S. Hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated pen-cum-pond system: growth performance and nutrient budgets // *Aquaculture*. 2003. V. 217. N 1–4. P. 395–408. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00540-9
29. Гладышев М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека // *Журнал Сибирского федерального университета. Биология*. 2012. Т. 4. N 5. С. 352–386.
30. Hussain M.Z., Naqvi A.A., Shahzadah W.A., Latif A., Hussain S., Iqbal R., Ali M. Effect of feeding habit, size and season on proximate composition of commercially important fishes from lentic water bodies of Indus river at ghazi ghat, Pakistan // *Pakistan Journal of Zoology*. 2016. V. 48. N 6. P. 1877–1884.
31. Payuta A.A., Flerova E.A. Dynamics of indices of metabolism in muscle tissue, liver and gonads of *Abramis brama* in different periods of the annual cycle // *Biosystems Diversity*. 2020. V. 28. N 2. P. 146–153. DOI: 10.15421/012020
32. Suprayitno E., Nursyam H., Mustafa A. Chemical composition and amino acid profile of Channidae collected from Central Kalimantan, Indonesia // *IEESE International Journal of Science and Technology*. 2013. V. 2. N 4. P. 25–31.
33. Herawati T., Yustiati A., Nurhayati A., Mustikawati R. Proximate composition of several fish from Jatigede Reservoir in Sumedang district, West Java // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2018. V. 137. N 1. Article ID: 012055. DOI: 10.1088/1755-1315/137/1/012055
34. Chasanah E., Nurilmala M., Purnamasari A.R., Fithriani D. Chemical composition, albumin content and bioactivity of crude protein extract of native and cultured *Channa striata* // *JPB Kelautan dan Perikanan*. 2015. V. 10. N 2. P. 123–132.
35. Fujita K., Saito M., Vongvichith B., Hasada K., Boutsavath P., Mahathilath X., Morioka S. Analysis of the nutritional composition of aquatic species toward nutritional improvement in a Lao PDR rural area // *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*. 2019. V. 53. N 3. P. 191–199. DOI: 10.6090/jarq.53.191
36. Chakraborty S., Brahma B.K., Goyal A.K. Proximate composition of three small indigenous fish species encountered in the local fish market of Kokrajhar, BTAD, Assam // *Indian Journal of Applied Research*. 2015. V. 5. N 10. P. 712–714.
37. Olopade O.A., Taiwo I.O., Lamidi A.A., Awonaiké O.A. Proximate composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and tilapia hybrid (red tilapia) from Oyan Lake, Nigeria // *Bulletin UASVM Food Science and Technology*. 2016. V. 73. N 1. P. 19–23. DOI: 10.15835/buasvmcn-fst:11973
38. Desta D., Zello G.A., Alemayehu F., Estfanos T., Zatti K., Drew M. Proximate analysis of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), fish fillet harvested from farmers pond and Lake Hawassa, Southern Ethiopia // *International Journal for research and development in technology*. 2019. V. 11. N 1. P. 94–99.
39. Garduño-Lugo M., Granados-Alvarez I., Olvera-Novoa M.A., Muñoz-Córdova G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia × Stirling red *O. niloticus*) males // *Aquaculture Research*. 2003. V. 34. N 12. P. 1023–1028.
40. Chomnawang C., Nantachai K., Yongsawatdigul J., Thawornchinsombut S., Tungkawachara S. Chemical and biochemical changes of hybrid catfish fillet stored at 4° C and its gel properties // *Food Chemistry*. 2007. V. 103. N 2. P. 420–427. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.07.039
41. Phetsang H., Panpipat W., Panya A., Phonsatta N., Cheong L.Z., Chaijan M. Chemical characteristics and volatile compounds profiles in different muscle part of the farmed hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) // *International Journal of Food Science & Technology*. 2022. V. 57. N 1. P. 310–322. DOI: 10.1111/ijfs.15419
42. Паюта А.А., Богданова А.А., Флерова Е.А., Мирошниченко Д.А., Малин М.И., Андреева М.И. Химический состав мышц рыб малых рек Ярославской области // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2019. N 1. С. 112–121. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-112-121
43. Payuta A.A., Flerova E.A. Impact of habitation conditions on metabolism in the muscles, liver, and gonads of different sex and age groups of bream // *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2021. V. 12. N 2. P. 240–250. DOI: 10.15421/022133
44. Мирошниченко Д.А., Флёрва Е.А. Опыт выращивания радужной форели в условиях высокогорья Южного Вьетнама: показатели роста и химический состав скелетных мышц // *Труды ВНИРО*. 2018. Т. 170. С. 116–123.
45. Ravichandran S., Kumaravel K., Florence E. P. Nutritive composition of some edible fin fishes // *International Journal of Zoological Research*. 2011. V. 7. N 3. P. 241–251. DOI: 10.3923/ijzr.2011.241.251
46. Naeem M., Ishtiaq A. Proximate composition of *Mystus bleekeri* in relation to body size and condition factor from Nala Daik, Sialkot, Pakistan // *African Journal of Biotechnology*. 2011. V. 10. N 52. P. 10765–10773. DOI: 10.5897/AJB10.2339
47. Murzina S.A., Pekkoeva S.N., Kondakova E.A., Nefedova Z.A., Filippova K.A., Nemova N.N., Orlov A.M., Berge J., Falk-Petersen S. Tiny but fatty: lipids and fatty acids in the daubed shanny (*Leptoclinus Maculatus*), a small fish in svalbard waters // *Biomolecules*. 2020. V. 10. N 3. P. 368. DOI: 10.3390/biom10030368
48. Васильева О.Б., Назарова М.А., Ильмаст Н.В., Немова Н.Н. Липиды тканей рыб из акваторий Онежского озера с разной степенью антропогенного загрязнения // *Труды Карельского научного центра РАН*. 2018. N 6. С. 95–102. DOI: 10.17076/eb715
49. Furuya V.R.B., Michelato M., Salaro A.L., Cruz T.P.D., Urbich A.V., Ribeiro J.W.A., Batista D.C., Furuya W.M. Mathematical models to predict growth, fillet traits, and composition of wild traíra, *Hoplias malabaricus* // *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2019. V. 48. Article ID: e20170176. DOI: 10.1590/rbz4820170176
50. Edea G.O., Montchowui E., Hinvi L.G., Abou Y., Gbangboche A.B., Laleye P.A. Proximate composition of

cultured (*Oreochromis niloticus*) and (*Clarias gariepinus*) based on commercial feed in Benin // International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch. 2018. V. 3. N 5. P. 176–183.

51. Silva T.S.D.C., Santos L.D.D., Silva L.C.R.D., Michelato M., Furuya V.R.B., Furuya W.M. Length-weight relationship and prediction equations of body composition for growing-finishing cage-farmed Nile tilapia // Revista Brasileira de Zootecnia. 2015. V. 44. P. 133–137. DOI: 10.1590/S1806-92902015000400001

52. Naeem M., Salam A., Zuberi A. Proximate composition of freshwater Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to body size and condition factor from Pakistan // Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 2016. V. 53. N 2. P. 468–472. DOI: 10.21162/PAKJAS/16.2653

REFERENCES

1. Khanh Nguyen H.T., Nang Thu T.T., Lebailly P., Azadi H. Economic challenges of the export-oriented aquaculture sector in Vietnam. *Journal of Applied Aquaculture*, 2019, vol. 31, no. 4, pp. 367–383. DOI: 10.1080/10454438.2019.1576568
2. Tri N.N., Tu N.P.C., Van Tu N. An overview of aquaculture development in Viet Nam. *Proceedings International Conference on Fisheries and Aquaculture*, 2021, vol. 7, no. 1, pp. 53–73. DOI: 10.17501/23861282.2021.7105
3. Li X., Han T., Zheng S., Wu G. Nutrition and functions of amino acids in aquatic crustaceans. Amino Acids in Nutrition and Health: Amino Acids in the Nutrition of Companion, Zoo and Farm Animals. Cham, Springer Publ., 2021, pp. 169–198. DOI: 10.1007/978-3-030-54462-1_9
4. Kwasek K., Thorne-Lyman A.L., Phillips M. Can human nutrition be improved through better fish feeding practices? a review paper. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2020, vol. 60, no. 22, pp. 3822–3835. DOI: 10.1080/10408398.2019.1708698
5. Tacon A.G.J., Lemos D., Metian M. Fish for health: improved nutritional quality of cultured fish for human consumption. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 2020, vol. 28, no. 4, pp. 449–458. DOI: 10.1080/23308249.2020.1762163
6. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 – Meeting the sustainable development goals. Rome, 2018, 227 p.
7. Bogachev A.I. The role of fisheries and aquaculture in food security: the world aspect. *Vestnik sel'skogo razvitiya i sotsial'noi politiki* [Bulletin of rural development and social policy]. 2017, no. 4(16), pp. 2–4. (In Russian)
8. Flerova E.A. *Fiziologo-biokhimicheskie metody issledovaniya ryb* [Physiological and biochemical methods for the study of fish]. Yaroslavl, Yaroslavl State Agricultural Academy Publ., 2014, 40 p. (In Russian)
9. Min D.B., Ellefson W.C. Fat analysis. Food analysis. Boston, Springer Publ., 2010, pp. 117–132. DOI: 10.1007/978-1-4419-1478-1_8
10. Chang S.K.C. Protein analysis. Food analysis. Food analysis. Boston, Springer Publ., 2010, pp. 133–146. DOI: 10.1007/978-1-4419-1478-1_9
11. Marshall M.R. Ash analysis. Food analysis. Boston, Springer Publ., 2010, pp. 105–115. DOI: 10.1007/978-1-4419-1478-1_7
12. Hạnh H.M., Tâm B.M. Đặc điểm sinh học sinh sản của cá chầnh dục (*Channa gachua*) phân bố ở tỉnh Hậu Giang. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 2014, no. 1, pp. 188–195.

13. Ahmadi A. The length-weight relationship and condition factor of the threatened snakehead (*Channa striata*) from Sungai Batang river, Indonesia. *Polish Journal of Natural Sciences*. 2018, vol. 33, no. 4, pp. 607–623.

14. Munglue P., Rattana K., Sangchanjiradet S., Jankam A., Dasri, K. Growth performance and intestinal morphology of hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) fed diet supplemented with rice paddy herb (*Limnophila aromatica*) extract. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*. 2019, vol. 24, no. 2, pp. 1–12.

15. Komba E.A., Munubi R.N., Chenyambuga S.W. Comparison of body length-weight relationship and condition factor for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in two different climatic conditions in Tanzania. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 2020, no. 8(3), pp. 44–48.

16. Shija B.S. Length-weight relationship and Fulton's condition factor of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758) in Lake Chamo, Ethiopia. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. 2020, vol. 5, no. 2, pp. 44–54.

17. Hossain M.A., Bapary M.A.J., Rahman M.A. A multi-model analysis of growth and maturity biometrics in common Snakeheads, *Channa striata*, and *Channa punctatus* collected from Hakaluki Haor, Northeast Bangladesh. *Acta Aquatica Turcica*, 2021, vol. 17, no. 3, pp. 429–439. DOI: 10.22392/actaqua.878998

18. Asyhari A., Machrizal R. Length-weight relationship and condition factors of *Channa striata* in Tanjung Haloban village, Labuhanbatu. *Jurnal Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*, 2022, vol. 5, no. 2, pp. 107–113. DOI: 10.30821/biolokus.v5i2.1316

19. Badr El-Bokhty E.A.E., Fetouh M.A. Some biological aspects of *Oreochromis niloticus* and *Oreochromis aureus* caught by trammel nets from El-Salam Canal, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 2023, vol. 27, no. 1, pp. 167–177. DOI: 10.21608/EJABF.2023.284416

20. Jewel M.A.S., Haque M.A., Ferdous M.S., Khatun M.S., Akter, S. Length-weight relationships and condition factors of *Cirrhinus reba* (Hamilton, 1822) in Padma River, Bangladesh. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 39–45. DOI: 10.3923/jfas.2019.39.45

21. Suwal T.L., Chi M.J., Tsai C.F., Chan F.T., Lin K.H., Pei K.J.C. Morphometric Relationships, Growth and Condition Factors of Critically Endangered Chinese Pangolin (*Manis pentadactyla*). *Animals*, 2022, vol. 12, no. 7, p. 910. DOI: 10.3390/ani12070910

22. Nurnadia A.A., Azrina A., Amin I. Proximate composition and energetic value of selected marine fish and shellfish from the West coast of Peninsular Malaysia. *International Food Research Journal*, 2011, vol. 18, no. 1, pp. 137–148.

23. Ahmed I., Jan K., Fatma S., Dawood M.A. Muscle proximate composition of various food fish species and their nutritional significance: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2022, vol. 106, no. 3, pp. 690–719. DOI: 10.1111/jpn.13711

24. Singh S., Khan M.A. Dietary arginine requirement of fingerling hybrid *Clarias* (*Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus*). *Aquaculture Research*, 2007, vol. 38, no. 1, pp. 17–25. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2006.01618.x

25. Payuta A.A., Flerova E.A. Some indicators of metabolism in the muscles, liver, and gonads of pike-perch *Sander lucioperca* and sibel *Pelecus cultratus* from the Gorky Reservoir. *Journal of Ichthyology*, 2019, vol. 59, no. 2, pp. 255–262. DOI: 10.1134/S0032945219020152

26. Jantrarat W., Sitasit P., Rajchapakdee S. The optimum carbohydrate to lipid ratio in hybrid *Clarias catfish* (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) diets containing raw broken rice. *Aquaculture*, 1994, vol. 127, no. 1, pp. 61–68. DOI: 10.1016/0044-8486(94)90192-9
27. Degani G., Revach A. Digestive capabilities of three commensal fish species: Carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* × *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture Research*, 1991, vol. 22, no. 4, pp. 397–403. DOI: 10.1111/j.1365-2109.1991.tb00753.x
28. Yi Y., Lin C.K., Diana J.S. Hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated pen-cum-pond system: growth performance and nutrient budgets. *Aquaculture*, 2003, vol. 217, no. 1–4, pp. 395–408. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00540-9
29. Gladyshev M.I. Essential polyunsaturated fatty acids and their dietary sources for man. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya* [Journal of SibFU. Biology]. 2012, vol. 4, no. 5, pp. 352–386. (In Russian)
30. Hussain M.Z., Naqvi A.A., Shahzadah W.A., Latif A., Hussain S., Iqbal R., Ali M. Effect of feeding habit, size and season on proximate composition of commercially important fishes from lentic water bodies of Indus river at ghazi ghat, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*. 2016, vol. 48, no. 6, pp. 1877–1884.
31. Payuta A.A., Flerova E.A. Dynamics of indices of metabolism in muscle tissue, liver and gonads of *Abramis brama* in different periods of the annual cycle. *Biosystems Diversity*, 2020, vol. 28, no. 2, pp. 146–153. DOI: 10.15421/012020
32. Suprayitno E., Nursyam H., Mustafa A. Chemical composition and amino acid profile of Channidae collected from Central Kalimantan, Indonesia. *IEESE International Journal of Science and Technology*. 2013, vol. 2, no. 4, pp. 25–31.
33. Herawati T., Yustiati A., Nurhayati A., Mustikawati R. Proximate composition of several fish from Jatigede Reservoir in Sumedang district, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 137, no. 1, article id: 012055. DOI: 10.1088/1755-1315/137/1/012055
34. Chasanah E., Nurilmala M., Purnamasari A.R., Fithriani D. Chemical composition, albumin content and bioactivity of crude protein extract of native and cultured *Channa striata*. *JPB Kelautan dan Perikanan*. 2015, vol. 10, no. 2, pp. 123–132.
35. Fujita K., Saito M., Vongvichith B., Hasada K., Boutsavath P., Mahathilath X., Morioka S. Analysis of the nutritional composition of aquatic species toward nutritional improvement in a Lao PDR rural area. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 2019, vol. 53, no. 3, pp. 191–199. DOI: 10.6090/jarq.53.191
36. Chakraborty S., Brahma B.K., Goyal A.K. Proximate composition of three small indigenous fish species encountered in the local fish market of Kokrajhar, BTAD, Assam. *Indian Journal of Applied Research*. 2015, vol. 5, no. 10, pp. 712–714.
37. Olopade O.A., Taiwo I.O., Lamidi A.A., Awonaike O.A. Proximate composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and tilapia hybrid (red tilapia) from Oyan Lake, Nigeria. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 2016, vol. 73, no. 1, pp. 19–23. DOI: 10.15835/buasvmcn-fst:11973
38. Desta D., Zello G.A., Alemayehu F., Estefanos T., Zatti K., Drew M. Proximate analysis of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*), fish fillet harvested from farmers pond and Lake Hawassa, Southern Ethiopia. *International Journal for research and development in technology*. 2019, vol. 11, no. 1, pp. 94–99.
39. Garduño-Lugo M., Granados-Alvarez I., Olvera-Novoa M.A., Muñoz-Córdova G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia × Stirling red *O. niloticus*) males. *Aquaculture Research*. 2003, vol. 34, no. 12, pp. 1023–1028.
40. Chomnawang C., Nantachai K., Yongsawatdigul J., Thawornchinsombut S., Tungkawachara S. Chemical and biochemical changes of hybrid catfish fillet stored at 4° C and its gel properties. *Food Chemistry*, 2007, vol. 103, no. 2, pp. 420–427. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.07.039
41. Phetsang H., Panpipat W., Panya A., Phonsatta N., Cheong L.Z., Chaijan M. Chemical characteristics and volatile compounds profiles in different muscle part of the farmed hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*). *International Journal of Food Science & Technology*, 2022, vol. 57, no. 1, pp. 310–322. DOI: 10.1111/ijfs.15419
42. Payuta A.A., Bogdanova A.A., Flerova E.A., Miroshnichenko D.A., Malin M.I., Andreeva M.I. Chemical composition of fish muscle of small rivers of the Yaroslavl Region. *Bulletin of Astrakhan State Technical University, Series Fishing Industry*, 2019, no. 1, pp. 112–121. (In Russian) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-1-112-121
43. Payuta A.A., Flerova E.A. Impact of habitation conditions on metabolism in the muscles, liver, and gonads of different sex and age groups of bream. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2021, vol. 12, no. 2, pp. 240–250. DOI: 10.15421/022133
44. Miroshnichenko D.A., Flerova E.A. The experience of growing rainbow trout in high-mountain conditions of South Vietnam: growth and chemical composition of skeletal muscle. *Trudy VNIRO [VNIRO Proceedings]*. 2018, vol. 170, pp. 116–123. (In Russian)
45. Ravichandran S., Kumaravel K., Florence E. P. Nutritive composition of some edible fin fishes. *International Journal of Zoological Research*, 2011, vol. 7, no. 3, pp. 241–251. DOI: 10.3923/ijzr.2011.241.251
46. Naeem M., Ishtiaq A. Proximate composition of *Mystus bleekeri* in relation to body size and condition factor from Nala Daik, Sialkot, Pakistan. *African Journal of Biotechnology*, 2011, vol. 10, no. 52, pp. 10765–10773. DOI: 10.5897/AJB10.2339
47. Murzina S.A., Pekkoeva S.N., Kondakova E.A., Nefedova Z.A., Filippova K.A., Nemova N.N., Orlov A.M., Berge J., Falk-Petersen S. Tiny but fatty: lipids and fatty acids in the daubed shanny (*Leptoclinus Maculatus*), a small fish in svalbard waters. *Biomolecules*, 2020, vol. 10, no. 3, p. 368. DOI: 10.3390/biom10030368
48. Vasil'eva O.B., Nazarova M.A., Il'mast N.V., Nemova N.N. Lipids of fish from Lake Onego areas with different levels of anthropogenic pollution. *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*, 2018, no. 6, pp. 95–102. (In Russian) DOI: 10.17076/eb715
49. Furuya V.R.B., Michelato M., Salero A.L., Cruz T.P.D., Urbich A.V., Ribeiro J.W.A., Batista D.C., Furuya W.M. Mathematical models to predict growth, fillet traits, and composition of wild traíra, *Hoplias malabaricus*. *Revista*

Brasileira de Zootecnia, 2019, vol. 48, article id: e20170176. DOI: 10.1590/rbz4820170176

50. Edea G.O., Montchowui E., Hinvi L.G., Abou Y., Gbangboche A.B., Laleye P.A. Proximate composition of cultured (*Oreochromis niloticus*) and (*Clarias gariepinus*) based on commercial feed in Benin. *International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch*. 2018, vol. 3, no. 5, pp. 176–183.

51. Silva T.S.D.C., Santos L.D.D., Silva L.C.R.D., Michelato M., Furuya V.R.B., Furuya W.M. Length-weight relationship

and prediction equations of body composition for growing-finishing cage-farmed Nile tilapia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2015, vol. 44, pp. 133–137. DOI: 10.1590/S1806-92902015000400001

52. Naeem M., Salam A., Zuberi A. Proximate composition of freshwater Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to body size and condition factor from Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 2016, vol. 53, no. 2, pp. 468–472. DOI: 10.21162/PAKJAS/16.2653

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Александра А. Паюта, Екатерина А. Флёрова, Дарья А. Гульдина, Николай В. Лобус, Евгений Г. Евдокимов провели исследование. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи, и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Эксперименты проведены с соблюдением этических норм работы с животными, установленными Комиссией по биоэтике Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Aleksandra A. Payuta, Ekaterina A. Flerova, Daria A. Guldina, Nikolay V. Lobus and Evgeniy G. Evdokimov conducted the study. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest. The experiments were carried out in compliance with the ethical standards of work with animals established by the Commission on Bioethics of P.G. Demidov Yaroslavl State University.

ORCID

Александра А. Паюта / Aleksandra A. Payuta <https://orcid.org/0000-0002-0478-4709>
Дарья А. Гульдина / Daria A. Guldina <https://orcid.org/0009-0008-4565-7686>
Екатерина А. Флёрова / Ekaterina A. Flerova <https://orcid.org/0000-0002-9745-6746>
Николай В. Лобус / Nikolay V. Lobus <https://orcid.org/0000-0002-2517-4061>
Евгений Г. Евдокимов / Evgeniy G. Evdokimov <https://orcid.org/0000-0002-4265-1173>