

Научная статья

УДК 597

<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-2-128-133>

EDN TKGFVB

К вопросу оценки качества сырья из каспийской атерины (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810))

Н. А. Каниева¹✉, П. С. Таилов², Н. В. Козлова³,
А. К. Аюпова⁴, В. В. Барабанов⁵, Д. А. Воронина⁶, Ю. Ю. Осипова⁷

^{1, 6, 7} Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия, kaniyana52@mail.ru✉

² Отдел «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,
Махачкала, Россия

^{3, 5} Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»,
Астрахань, Россия

⁴ Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева,
Астрахань, Россия

Аннотация. Целью данной работы является установление информативности методов структурного анализа биологических жидкостей при определении перспективности использования атерины (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810)) в качестве источника пищевого белка в аквакультуре. Впервые проведено изучение твердофазных структур гомогенатов мышц атерины. Известно, что твердая фаза биологических жидкостей, сформированная в условиях клиновидной дегидратации, представляет собой визуализацию биохимических процессов, протекающих в организме или органе. Изучение морфологической картины высушенной капли (фации) позволяет устанавливать ассоциативные связи между особенностями структурирования исследуемой жидкости и ее составом, а также определять характер воздействия факторов внешней среды на живую систему. Результаты исследования позволили установить основной тип фации гомогенатов и ее морфологические параметры, которые свидетельствуют о согласованности биохимических процессов и наличии полноценного белка в мышечной ткани атерины каспийской, выловленной как в весенний, так и осенний сезон года. Охарактеризованы размерно-весовые показатели рыбы, содержание водорастворимого белка в мышечной ткани. Впервые проведен сравнительный анализ уровня водорастворимого белка и твердофазных структур гомогенатов мышц каспийской атерины, выловленной в разные сезоны в прибрежных водах Дагестана. Атерина является пищевым компонентом для многих рыб, обитающих на Каспии. Определено, что в октябре содержание мышечного водорастворимого белка у атерины имело тенденцию к увеличению относительно марта. За нагульный период накопленная часть белковых компонентов превращается в липидные, которые усиленно аккумулируются, поэтому достоверных сезонных различий в содержании водорастворимого белка не отмечено. Установлено, что биохимические процессы, протекающие в мышечных тканях, находят свое отражение в твердофазных структурах биологических жидкостей, сформированных в условиях клиновидной дегидратации. Полученные результаты тенденции к увеличению водорастворимых мышечных белков в организме и увеличению численности популяции в последние годы свидетельствуют о значимости применения каспийской атерины в качестве живого корма на рыбных предприятиях.

Ключевые слова: каспийская атерина, метод клиновидной дегидратации, фация, гомогенат мышцы, водорастворимый белок

Для цитирования: Каниева Н. А., Таилов П. С., Козлова Н. В., Аюпова А. К., Барабанов В. В., Воронина Д. А., Осипова Ю. Ю. К вопросу оценки качества сырья из каспийской атерины (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810)) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 128–133. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-2-128-133>. EDN TKGFVB.

On the issue of assessing the quality of raw materials from the Caspian atherina (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810))

N. A. Kanieva^{1✉}, P. S. Taibov², N. V. Kozlova³,
A. K. Ayupova⁴, V. V. Barabanov⁵, D. A. Voronina⁶, Ju. Yu. Osipova⁷

^{1, 6, 7}Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia, kanievana52@mail.ru✉

²West Caspian Department of the Volga-Caspian Branch Russian Federal
“Research Institute of Fisheries and Oceanography”,
Makhachkala, Russia

^{3, 5}Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”,
Astrakhan, Russia

⁴Astrakhan Tatishchev State University,
Astrakhan, Russia

Abstract. The purpose of this work was to establish the informative value of methods of structural analysis of biological fluids in determining the prospects of using atherina (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810)) as a source of dietary protein in aquaculture. For the first time, solid-phase structures of atherina muscle homogenates were studied. It is known that the solid phase of biological fluids formed under conditions of wedge-shaped dehydration is a visualization of biochemical processes occurring in an organism or organ. The study of the morphological picture of a dried drop (facies) makes it possible to establish associative links between the features of the structuring of the studied liquid and its composition, as well as to determine the nature of the impact of environmental factors on a living system. The results of the study made it possible to establish the main type of homogenate facies and its morphological parameters, which indicate the consistency of biochemical processes and the presence of high-grade protein in the muscle tissue of the Caspian atherina, caught both in the spring and autumn seasons. The size and weight parameters of fish, the content of water-soluble protein in muscle tissue are characterized. For the first time, a comparative analysis of the level of water-soluble protein and solid-phase structures of muscle homogenates of Caspian atherina caught in different seasons in the coastal waters of Dagestan was carried out. Atherina is a food component for many fish living in the Caspian Sea. It was determined that in October, the content of muscle water-soluble protein in atherina tended to increase relative to March. During the feeding period, the accumulated part of the protein components turns into lipid components, which accumulate intensively, therefore, there are no significant seasonal differences in the content of water-soluble protein. It has been established that the biochemical processes occurring in muscle tissues are reflected in the solid-phase structures of biological fluids formed under conditions of wedge-shaped dehydration. The obtained results of the trend towards an increase in water-soluble muscle proteins in the body and an increase in the population in recent years indicate the importance of the use of Caspian atherina in the quality of live feed at fish farms.

Keywords: Caspian atherina, wedge-shaped dehydration method, facies, muscle homogenate, water-soluble protein

For citation: Kanieva N. A., Taibov P. S., Kozlova N. V., Ayupova A. K., Barabanov V. V., Voronina D. A., Osipova Ju. Yu. On the issue of assessing the quality of raw materials from the Caspian atherina (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810)). *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry. 2024;2:128-133.* (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-2-128-133>. EDN TKGFPB.

Введение

На современном этапе развития аквакультуры поиск новых кормовых объектов для объектов рыбоводства, в том числе среди ихтиофауны Каспийского моря, является актуальной задачей. Атерина каспийская (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810)) имеет большой ресурсный потенциал, не охваченный промыслом [1]. Ареал распространения атерины охватывает всю акваторию Каспийского моря, как пресные участки, так и районы с повышенной соленостью вод. Атерина встречается в море до глубины 100 м, основные места дислокации расположены на глубинах 10–25 м. Нерест атерины порционный, происходит в прибрежной зоне моря с мая по июнь [2].

Отмечается, что в настоящее время из-за невы-

сокой промысловой ценности атерина представляет собой мало изученный объект. Вылавливается только в качестве прилова при килечном промысле с использованием ставных неводов. Уловы атерины с 2017 по 2021 г. варьировали от 34,4 до 70,7 т, составив в среднем 56,3 т [3], а в 2022 г. достигли 200 т [2]. Если ежегодно только в виде прилова при промышленной добыче килек возможно будет вылавливать до 200 т атерины, это приведет к значительному сокращению дефицита кормов в рыбоводных организациях [1, 2]. При росте предложений на качественные корма из атерины увеличится привлечение в рыбоводство на Каспийском море организаций в целях наибольшего освоения ее промысловых запасов.

Перспективы промысла атерины большие, тем более что она рассматривается в качестве источника сырья для получения легкоусвояемого белка животного происхождения [4].

Все вышеизложенное обуславливает необходимость всестороннего изучения каспийской атерины как перспективного объекта рыбного промысла и использования данного вида рыбы в качестве сырого корма в прудовом хозяйстве.

Белки в организме рыб выполняют важнейшие физиологические функции. С процессом синтеза белков связаны рост, развитие рыб, созревание их гонад [5].

Известно, что твердая фаза биологических жидкостей, сформированная в условиях клиновидной дегидратации, представляет собой визуализацию биохимических процессов, протекающих в организме или органе. Изучение морфологической картины высушенной капли (фации) позволяет устанавливать ассоциативные связи между особенностями структурирования исследуемой жидкости и ее составом, а также определять характер воздействия факторов внешней среды на живую систему [6–8].

Цель настоящего исследования – на основе структурных особенностей и некоторых биохимических показателей дать оценку качества атерины как предполагаемого источника сырья для изготовления кормов, используемых в аквакультуре.

Размерно-весовые показатели и концентрация водорастворимого белка мышц атерины, выловленной в разные периоды года

Size and weight indicators and concentration of water-soluble protein of atherina muscles caught in different periods of the year

| Длина, см | Масса, г | Водорастворимый белок, мг/г |
|-----------|-----------|-----------------------------|
| | Весна | |
| 8,5 ± 0,4 | 5,9 ± 0,6 | 76,52 ± 5,23 |
| | Осень | |
| 7,5 ± 0,5 | 4,5 ± 0,3 | 83,52 ± 4,81 |

Полученные результаты свидетельствуют о том, что размерно-весовые характеристики атерины (8,5 см и 5,9 г весной и 7,5 см и 4,5 г осенью) не имели достоверных отличий, что согласуется с результатами многолетних исследований, проведенных учеными Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии [2, 3, 14].

Водорастворимый белок является одним из основных биохимическим субстратов в тканях животных, характеризующим пластический и энергетический обмена организма [15]. В марте и октябре 2023 г. средние значения количества мышечного белка атерины были в 1,3 и 1,8 раза выше соответственно показателей аналогичных периодов в 2022 г. [2]. Анализ мышечной ткани атерины в марте 2023 г. выявил диапазон значений 59,62–92,48 мг/г, составляя в среднем 76,52 мг/г (см. табл.).

Материал и методы

Объект исследования – атерина (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810)) – эндемичный трансграничный вид, который обитает повсеместно в Каспийском море. Рыба пелагическая, стайная. Отбор проб осуществлялся на акватории Кизлярского залива и прилегающего района между Брянской и Суюткиной косами, на Крайновском побережье от Суюткиной косы на юге до северной оконечности о. Чечень. Отбор проб атерины осуществлялся весной и осенью 2023 г. в соответствии с общепринятыми инструкциями [9]. Массу, длину устанавливали по общепринятой методике [10]. Изготовление гомогенатов мышц (ГМ) осуществлялось по методике, предложенной нами ранее в работе [6]. Полученный ГМ центрифугировали при 3 000 оборотах в течение 10 мин. Для выявления твердофазных структур ГМ образовавшуюся надосадочную жидкость изучали методом клиновидной дегидратации [7, 8].

Определение концентрации водорастворимого белка в мышечной ткани рыб осуществляли с помощью спектрофотометрического метода Варбурга и Христиана [11, 12]. Результаты полученных данных представлены в виде средних значений и их ошибок ($M \pm m$). Сравнительный анализ показателей проводили по t -критерию Стьюдента [13].

Результаты и обсуждение

Размерно-весовые характеристики атерины, выловленной в разные сезоны 2023 г. в районе Среднего Каспия, представлены в таблице.

Исследуемый период для атерины является преднерестовым и характеризуется затратами энергии организма на формирование и созревание гонад. В осенний период количество водорастворимого белка варьировало в пределах 70,23–96,72 мг/г при среднем показателе 83,52 мг/г. Статистический анализ не выявил достоверного увеличения ($p \leq 0,05$) биохимического субстрата в мышцах атерины в октябре относительно марта.

Схожая картина в динамике исследуемого биохимического субстрата зарегистрирована в проведенных нами ранее исследованиях (2022 г.) [2]. В октябре отмечена тенденция к увеличению количества водорастворимого белка по сравнению с весной. В нагульный период наблюдается положительный энергетический баланс в организме атерины, что связано с интенсивным потреблением

пищи. Как правило, в этот период у особей накопленная часть белка превращается в липиды, которые усиленно аккумулируются, поэтому достоверных различий в увеличении концентраций водорастворимого белка не наблюдалось.

В результате дегидратации капли надсадочной жидкости, образовавшейся после центрифугирования ГМ атерины, формировалась сухая структурированная пленка – фация, предназначенная для дальнейшего изучения с помощью оптической микроскопии (рис. 1).

Для морфологической картины фаций всех полученных образцов было характерно наличие трех зон: центральной, промежуточной и периферической.

Центральная зона высушенных капель ГМ в основном была занята кристаллами хлористого натрия. В периферической и краевой зонах регистрировались трещины, представляющие собой разрывы белковой матрицы фации.



Рис. 1. Фация гомогената мышц атерины. Увеличение 10

Fig. 1. Facies of atherina muscle homogenate. Magnification 10

Для краевой зоны характерным являлось наличие радиальных и поперечных трещин, а также округлых образований – конкреций (рис. 2).

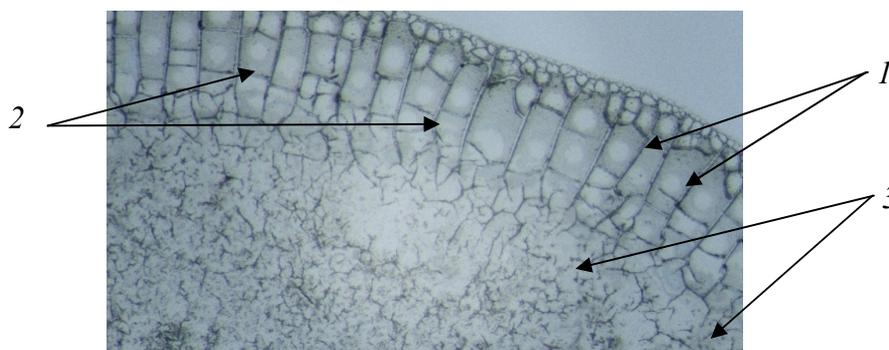


Рис. 2. Фрагмент фации гомогената мышц атерины: 1 – радиальные трещины; 2 – конкреции; 3 – многолучевые трещины. Увеличение 40

Fig. 2. Fragment of the atherina muscle homogenate facies: 1 – radial cracks; 2 – nodules; 3 – multi-beam cracks. Magnification 40

В промежуточной зоне локализовались мелкие многолучевые трещины (см. рис. 2).

Проведенное исследование не выявило существенных отличий в морфологической картине высушенных капель ГМ атерины, выловленной в различные сезоны года: весной и осенью. Фации всех изученных образцов имели упорядоченный тип, характеризующийся наличием отчетливой тенденции к радиально симметричному и равномерному расположению наблюдаемых структурных элементов.

Согласно литературным данным, фации сыворотки крови радиального и частично радиального типа с округлыми конкрециями относятся к категории базовой структурной нормы. Экстраполируя полученные данные на известные результаты изучения сывороток крови методом клиновидной дегидратации, можно предположить, что установленный тип фаций ГМ является показателем гармоничности биохимических процессов и энергетической полноценности белка в исследуемой ткани

атерины каспийской, выловленной как в весенний, так и осенний сезоны года [8].

Заключение

В результате исследований получены размерно-весовые характеристики, определен количественный состав водорастворимого мышечного белка, а также впервые изучена информативность методов структурного анализа биологических жидкостей каспийской атерины. Установлено, что содержание водорастворимого белка, характеризующего пластический и энергетический обмен организма атерины в осенний период, имеет тенденцию к увеличению и составляет 83,52 мг/г по сравнению с весной того же года – 76,52 мг/г. В нагульный период наблюдался положительный энергетический баланс в организме атерины, что, видимо, связано с интенсивным потреблением пищи. Как правило, у особей часть белка в этот период превращается в жиры, поэтому не наблюдалось достоверных различий

увеличения концентраций водорастворимого белка.

Согласно данным, полученным с помощью метода клиновидной дегидратации, морфологическая картина фаций гомогенатов атерины каспийской имеет трехзональное построение, закономерное при кристаллизации любой биологической жидкости [7]. Установленный тип фаций ГМ с радиальной сим-

метрией может являться маркером согласованного метаболизма в исследованной ткани.

Таким образом, полученные показатели характеризуют атерину как перспективный объект для использования ее в рыбноводных хозяйствах в качестве сырого корма или в целях получения рыбной муки [1, 2].

Список источников

1. Таилов П. С., Каниева Н. А., Барабанов В. В. Современное состояние биологии, запасов и промысла атерины (*Atherina boyeri caspia* (Eichwald)) в западной части Среднего и Северного Каспия // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2023. № 1. С. 7–17.
2. Таилов П. С., Каниева Н. А., Барабанов В. В., Козлова Н. В. Морфологические и биохимические исследования каспийской атерины (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810)) // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2023. № 3. С. 82–89.
3. Иванов В. П., Пальцев В. Н., Шипулин С. В. Рыбные ресурсы Каспийского моря. М.: Изд-во ВНИРО, 2023. 560 с.
4. Белогурова Р. Е., Карпова Е. П., Аблязов Э. Р. Динамика популяционных характеристик черноморской атерины (*Atherina boyeri* (Risso, 1810)) Каркинитского залива и перспективы ее хозяйственного использования. Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2021. С. 577–579.
5. Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб: моногр. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.
6. Пат. на изобретение RU № 2258926. Способ оценки токсического действия химических веществ на органы и ткани рыб / Каниева Н. А., Аюпова А. К.; заяв. № 2003138171; зарег. 20.08.2025.
7. Шабалин В. Н., Шатохина С. Н. Морфология биологических жидкостей человека. М.: Хризостом, 2001. 304 с.
8. Шатохина С. Н., Шабалин В. Н. Атлас структур некле-

точных тканей человека в норме и патологии: в 3 т. М.; Тверь: Триада, 2013. Т. II. Морфологические структуры сыворотки крови. 240 с.

9. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / под ред. Г. А. Судакова. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2011. 193 с.

10. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 374 с.

11. Практическая химия белка / под ред. А. Дарбре. М.: Мир, 1989. 621 с.

12. Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические / под ред. Т. А. Детлаф. М.: Наука, 1974. 619 с.

13. Баврина А. П. Современные правила применения параметрических и непараметрических критериев в статистическом анализе медико-биологических данных корреляционного анализа // В помощь исследователю. 2021. № 1 (66). С. 64–73.

14. Таилов П. С., Каниева Н. А., Барабанов В. В., Магомедова К. М. Промыслово-биологическая характеристика обыкновенной кильки (*Clupeonella cultriventris caspia*) и атерины (*Atherina mochon caspia*) в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (Республика Дагестан) в 2021 г. // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Керчь, 2022. С. 238–243.

References

1. Taibov P. S., Kanieva N. A., Barabanov V. V. Sovremennoe sostoianie biologii, zapasov i promysla ateriny (*Atherina boyeri caspia* (Eichwald)) v zapadnoi chasti Srednego i Severnogo Kaspiia [The current state of biology, stocks and fisheries of *Atherina boyeri caspia* (Eichwald)) in the western part of the Middle and Northern Caspian Sea]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2023, no. 1, pp. 7-17.
2. Taibov P. S., Kanieva N. A., Barabanov V. V., Kozlova N. V. Morfofiziologicheskie i biokhimicheskie issledovaniia kaspiiskoi ateriny (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810)) [Morphophysiological and biochemical studies of the Caspian atherina (*Atherina boyeri caspia* (Risso, 1810))]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2023, no. 3, pp. 82-89.
3. Ivanov V. P., Pal'tsev V. N., Shipulin S. V. *Rybnye resursy Kaspiiskogo moria* [Fish resources of the Caspian Sea]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2023. 560 p.
4. Belogurova R. E., Karpova E. P., Ablyazov E. R. *Dinamika populiatsionnykh kharakteristik chernomorskoj ateriny (Atherina boyeri (Risso, 1810)) Karkinit'skogo zaliva i perspektivy ee khoziaistvennogo ispol'zovaniia* [Dynamics of population characteristics of the Black Sea atherina (*Atherina boyeri* (Risso, 1810)) of the Karkinit Bay and pro-

spects for its economic use]. Sevastopol', FITs InBluM, 2021. Pp. 577-579.

5. Shul'man G. E. *Fiziologo-biokhimicheskie osobennosti godovykh tsiklov ryb: monografiia* [Physiological and biochemical features of annual cycles of fish: monograph]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1972. 368 p.

6. Kanieva N. A., Aiupova A. K. *Sposob otsenki toksicheskogo deistviia khimicheskikh veshchestv na organy i tkani ryb* [A method for assessing the toxic effect of chemicals on fish organs and tissues]. Patent na izobretenie RU № 2258926; zareg. 20.08.2025.

7. Shabalin V. N., Shatokhina S. N. *Morfologiia biologicheskikh zhidkosti cheloveka* [Morphology of human biological fluids]. Moscow, Khrizostom Publ., 2001. 304 p.

8. Shatokhina S. N., Shabalin V. N. *Atlas struktur nekletochnykh tkanei cheloveka v norme i patologii: v 3 tomakh* [Atlas of structures of non-cellular human tissues in norm and pathology: in 3 volumes]. Moscow, Tver', Triada Publ., 2013. Vol. II. Morfolozicheskie struktury syvorotki krovi. 240 p.

9. *Instruktsii po sboru i pervichnoi obrabotke materialov vodnykh bioresursov Kaspiiskogo basseina i sredy ikh obitaniia* [Instructions for the collection and primary processing of materials of aquatic biological resources of the Caspian basin and their habitat]. Pod redaktsiei G. A. Sudakova. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2011. 193 p.

10. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb* [A guide to the study of fish]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 374 p.

11. *Prakticheskaia khimiia belka* [Practical Protein Chemistry]. Pod redaktsiei A. Darbre. Moscow, Mir Publ., 1989. 621 p.

12. *Metody biologii razvitiia. Eksperimental'no-embriologicheskie, molekuliarno-biologicheskie i tsitologicheskie* [Methods of developmental biology. Experimental embryological, molecular biological and cytological]. Pod redaktsiei T. A. Detlaf. Moscow, Nauka Publ., 1974. 619 p.

13. Bavrina A. P. *Sovremennye pravila primeneniia parametricheskikh i neparametricheskikh kriteriev v statisticheskom analize mediko-biologicheskikh dannykh korreliatsionnogo analiza* [Modern rules for the application of parametric and nonparametric criteria in the statistical analysis

of biomedical data of correlation analysis]. *V pomoshch' issledovatel'iu*, 2021, no. 1 (66), pp. 64-73.

14. Taibov P. S., Kanieva N. A., Barabanov V. V., Magomedova K. M. *Promyslovo-biologicheskaia kharakteristika obyknovvennoi kil'ki (Clupeonella cultriventris caspia) i ateriny (Atherina mochon caspia) v Tersko-Kaspiiskom rybokhoziaistvennom podraione (Respublika Dagestan) v 2021 g.* [Commercial and biological characteristics of common sprat (*Clupeonella cultriventris caspia*) and atherina (*Atherina mochon caspia*) in the Tersk-Caspian fisheries subdistrict (Republic of Dagestan) in 2021]. *Biologicheskoe raznoobrazie: izuchenie, sokhranenie, vosstanovlenie, ratsional'noe ispol'zovanie: materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Kerch', 2022. Pp. 238-243.

Статья поступила в редакцию 31.01.2024; одобрена после рецензирования 03.06.2024; принята к публикации 10.06.2024
The article was submitted 31.01.2024; approved after reviewing 03.06.2024; accepted for publication 10.06.2024

Информация об авторах / Information about the authors

Нурия Абдрахимовна Каниева – доктор биологических наук, профессор; профессор кафедры прикладной биологии и микробиологии; Астраханский государственный технический университет; kanievana52@mail.ru

Nuriya A. Kanieva – Doctor of Biological Sciences, Professor; Professor of the Department of Applied Biology and Microbiology; Astrakhan State Technical University; kanievana52@mail.ru

Пирмурад Султанмурадovich Таибов – заведующий сектором промысловой ихтиологии; начальник; Отдел «Западно-Каспийский» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; taibov.p@yandex.ru

Pirmurad S. Taibov – Head of the Sector of Commercial Ichthyology; Director; West Caspian Department of the Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; taibov.p@yandex.ru

Наталья Викторовна Козлова – кандидат биологических наук; заведующий лабораторией молекулярной генетики и физиологии; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; natali19_12@mail.ru

Natalia V. Kozlova – Candidate of Biological Sciences; Head of the Laboratory of Molecular Genetics and Physiology; Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; natali19_12@mail.ru

Адиля Камильевна Аюпова – кандидат медицинских наук; старший научный сотрудник научной совместной лаборатории конструирования и физико-химических исследований оксидных магнитных материалов АГУ и ИМЕТ Уро РАН; Астраханский государственный университет имени В. Н. Тагитшева; adilya_ayupova@mail.ru

Adilya K. Ayupova – Candidate of Medical Sciences; Senior Researcher of Scientific Joint Laboratory for Design and Physico-Chemical Researches of Oxide Magnetic Materials by Astrakhan State University & Institute for Metallurgy UB RAS; Astrakhan Tatishchev State University; adilya_ayupova@mail.ru

Виталий Викторович Барabanov – кандидат биологических наук; руководитель Центра ресурсных исследований; Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; barabanov2411@yandex.ru

Vitali V. Barabanov – Candidate of Biological Sciences; Head of the Resource Research Center; Volga-Caspian Branch Russian Federal “Research Institute of Fisheries and Oceanography”; barabanov2411@yandex.ru

Дария Александровна Воронина – студент; Астраханский государственный технический университет; daravorinina@mail.ru

Daria A. Voronina – Student; Astrakhan State Technical University; daravorinina@mail.ru

Юлия Юрьевна Осипова – студент; Астраханский государственный технический университет; uliasipova277@gmail.com

Julia Yu. Osipova – Student; Astrakhan State Technical University; uliasipova277@gmail.com

