

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
КАСПИЙСКОЙ ОБЫКНОВЕННОЙ КИЛЬКИ  
(*CLUPEONELLA DELICATULA CASPIA SVETOVIDOV*)  
В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОДОВОГО ЦИКЛА**

**Н. В. Козлова, А. А. Латунов, Е. Г. Макарова, А. В. Махлун**

*Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского  
института рыбного хозяйства и океанографии,  
Астрахань, Российская Федерация*

Проведено исследование физиолого-биохимических показателей обыкновенной кильки (*Clupeonella delicatula caspia* Svetovidov), обитающей в западной части Среднего Каспия, в различные периоды годового цикла. Изучали особей в преднерестовом состоянии, начале нереста, на нагульном и предзимовальном этапах. В мышечной ткани рыб определяли содержание водорастворимого белка и общих липидов. В преднерестовый период у самцов обыкновенной кильки регистрировали ( $p < 0,05$ ) положительную корреляционную зависимость между массой рыб, промысловой длиной и содержанием общих липидов в мышцах ( $r = + 0,5206$ ) и ( $r = + 0,5039$ ) соответственно). У самок статистически достоверной зависимости между размерно-весовыми показателями и содержанием липидов в мышцах не зарегистрировано, что, вероятно, связано с тем, что липиды в их организме расходуются и на энергетические нужды, и – в большей степени, чем у самцов, – на осуществление генеративной функции. В сравнительном аспекте в мышцах самцов и самок не выявлено достоверных различий содержания общих липидов и водорастворимого белка в преднерестовый период. На этапе начала нереста в мышечной ткани исследованных рыб отмечено снижение общих липидов и водорастворимого белка, что связано с увеличением расхода энергии на выметывание половых продуктов. Во время нагула обыкновенная килька характеризовалась интенсивным накоплением липидных запасов, содержание в мышцах общих липидов и водорастворимого белка возрастало с увеличением длины особей. В предзимовальный период зарегистрированы стабилизация мышечных липидных и увеличение белковых запасов, что необходимо рыбе для обеспечения нормального существования в последующие этапы годового цикла.

**Ключевые слова:** обыкновенная килька, мышцы, общие липиды, водорастворимый белок, нагульный период, предзимовальный период.

**Для цитирования:** Козлова Н. В., Латунов А. А., Макарова Е. Г., Махлун А. В. Физиолого-биохимические изменения каспийской обыкновенной кильки (*Clupeonella delicatula caspia* Svetovidov) в различные периоды годового цикла // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 2. С. 116–124. DOI: 10.24143/2073-5529-2021-2-116-124.

### **Введение**

Каспийская обыкновенная килька (*Clupeonella delicatula caspia* Svetovidov, 1941) является наиболее многочисленным видом в Каспии, распространена по всему морю, населяет в основном прибрежную зону с глубинами менее 100 м, заходит в низовья Волги, Урала, Терека [1–4]. Этот вид хорошо приспособлен к изменениям солености (от пресной до 36 ‰) и температуры воды (от 2,6 до 27,6 °С). Нерестилища рыб располагаются в северной части Каспия, восточном и западном побережье Среднего и Южного Каспия [4, 5].

У обыкновенной кильки четко выражены нерестовые миграции, которые сопровождаются образованием косяков с постоянными миграционными путями и сроками. В последние годы состояние ее запасов повышается, что объясняется эколого-биологическими особенностями вида. Размножение рыб происходит в весенний период, когда отмечается низкая биомасса мнемнопсиса с его минимальной кормовой активностью [6].

В современных экологических условиях удовлетворительное состояние запасов обыкновенной кильки подтверждается результатами научно-исследовательских работ и промысловыми

выловами. Отмечены увеличение ареала распространения вида, стабилизация размерно-весовых показателей особей, зарегистрировано повышение уровня ежегодного пополнения популяции [6].

В последние годы обыкновенная килька добывалась в основном ставными килечными неводами с февраля по май вдоль побережья Каспийского моря от г. Махачкала до Кизлярского залива и в западной части Южного Каспия посредством судового промысла рыбонасосами на электросвет, с общим объемом добычи более 1 тыс. т ежегодно. С осени 2019 г. началось освоение обыкновенной кильки рыбопромысловыми судами в разрешенных Правилами рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна (утв. приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. № 453) квадратах Каспийского моря с применением разноглубинных тралов с килечной вставкой и периодами добычи с 1 января по 31 марта и с 1 июля по 31 декабря.

Общий вылов вида по итогам 2019 г. (траловый и прибрежный) составил более 3 тыс. т.

В 2020 г. было добыто уже чуть менее 15 тыс. т, с тенденцией к значительному росту за счет использования разноглубинных тралов.

За период зимне-весеннего лова (с января по март) 2021 г. только с применением разноглубинных тралов выловлено более 19 тыс. т.

Для оценки перспектив развития килечного промысла на Каспии необходима информация о состоянии популяции обыкновенной кильки. Основной задачей в этом направлении является получение достоверных данных о физиологическом состоянии рыб в условиях среды обитания.

*Цель работы* – выявить физиолого-биохимические особенности обыкновенной кильки в периоды годового цикла.

#### **Материалы и методы исследований**

Сбор материала проводили в конце февраля, в августе и ноябре 2019 г. в западной части Среднего Каспия. Отбор проб осуществляли в соответствии с общепринятыми инструкциями [7]. Особей измеряли, у рыб устанавливали пол и стадию зрелости гонад (СЗГ) по общепринятой методике [8]. Концентрации общих липидов в мышцах обыкновенной кильки исследовали модифицированным методом с фосфорно-ванилиновым реактивом по Цольнеру – Киршу [9, 10], водорастворимого белка – методом Варбурга и Христиана [11, 12] с использованием спектрофотометра Shimadzu – UV-3600. Полученные данные были обработаны с применением общепринятых методов биологической статистики в программе Microsoft Excel 2010 [13].

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Каспийская обыкновенная килька, выловленная в конце февраля, характеризовалась преднерестовым состоянием и началом нереста. У самцов и самок, находящихся в преднерестовом состоянии, отмечали среднюю массу 4,8 и 5,8 г, длину 8,0 и 8,8 см соответственно. У самцов и самок, которые вступили на нерестовый этап, регистрировали среднюю массу 4,3 и 4,7 г, длину 7,9 и 8,1 см соответственно.

Исследования липидного и белкового метаболизма тканей для оценки функционального состояния организма представлены в литературе на многочисленных видах рыб [14–17]. Общие липиды и водорастворимый белок в тканях необходимы для выполнения важных физиологических функций организма.

Перемещение рыбы к нерестилищам сопровождается затратой больших энергетических запасов, источниками которых выступают содержащиеся в ее организме липиды. На нерестовый процесс требуется значительная энергия, что сопровождается расходом веществ посредством выметывания икры и спермы. По окончании нерестового периода количество жировых запасов в организме особей восстанавливается.

К настоящему времени опубликованы работы [18, 19], в которых имеются сведения о содержании жира в теле каспийских килек. Так, по литературным данным, обыкновенная килька является среднежирным сырьем [19–21]. По материалам современных исследований [19], в теле обыкновенной кильки содержание жира соответствует уровню 4,6 %. Однако в большинстве работ рыба рассматривалась как сырье для рыбообработывающей промышленности. Эти исследования не затрагивали вопросов динамики физиолого-биохимического состояния, что очень важно для биологии и годового цикла вида.

Период размножения является одним из ключевых моментов в жизни популяции рыб. Нерест определяет характер динамики важнейших процессов в организме, в том числе изменение содержания липидов и белка. Липидные резервы необходимы для обеспечения энергией синтеза генеративной ткани с последующим частичным переходом их в гонады. В результате жировые запасы служат питательным материалом в желтке ооцитов, а после вымета и оплодотворения икринки выполняют питательную функцию у развивающегося зародыша [15]. Таким образом, эффективность нереста находится в прямой зависимости от содержания липидов в организме рыб.

Анализ мышечной ткани обыкновенной кильки IV СЗГ в *преднерестовый период* показал среднее содержание общих липидов на уровне 3,36 % при диапазоне 2,08–5,02 % (рис. 1).

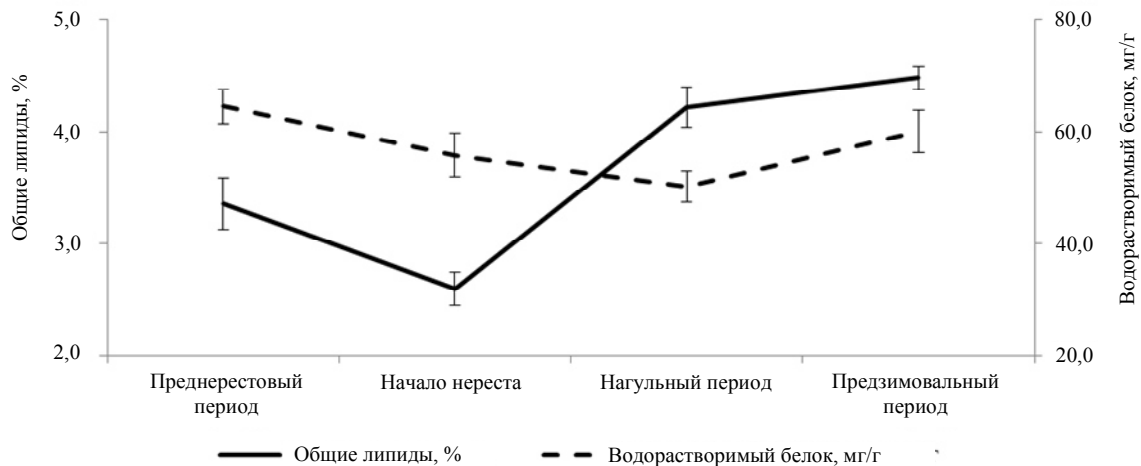


Рис. 1. Изменение физиолого-биохимических показателей в мышцах обыкновенной кильки ( $M \pm m$ )

Отмечена положительная достоверная ( $p < 0,05$ ) корреляционная зависимость у всей выборки между содержанием общих мышечных липидов и массой рыб ( $r = +0,6722$ ). У самцов регистрировали содержание общих липидов в концентрации 3,41 %, у самок – 3,32 % (рис. 2).

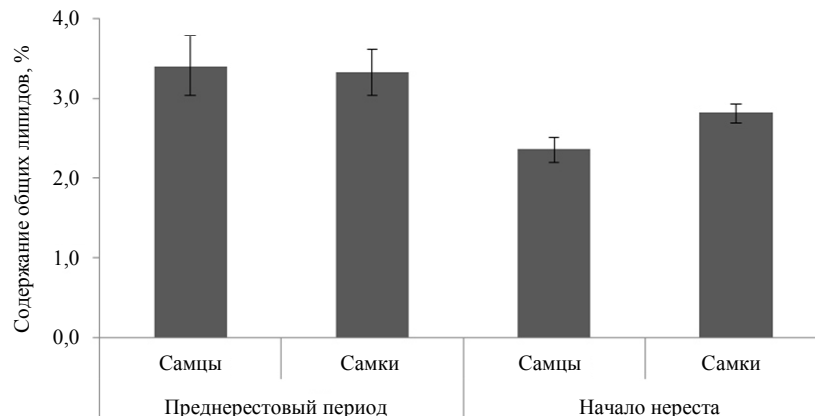


Рис. 2. Содержание общих липидов в мышцах обыкновенной кильки ( $M \pm m$ )

Выявлена достоверно ( $p < 0,05$ ) положительная корреляционная зависимость у самцов между массой рыб, промысловой длиной и содержанием общих липидов в мышцах, ( $r = +0,5206$ ) и ( $r = +0,5039$ ) соответственно. У самок обыкновенной кильки статистически достоверной зависимости размерно-весовых показателей и концентрации липидов в мышцах не зарегистрировано. Вероятно, это связано с тем, что биохимические субстраты, в особенности липиды, в организме самок в большей степени расходуются как на энергетические нужды, так и на созревание, в дальнейшем и дозревание половых продуктов, т. е. на осуществление генеративной функции.

Концентрация водорастворимого белка в мышечной ткани всей выборки в преднерестовый период составляла 64,46 мг/г (см. рис. 1). У самцов кильки содержание белка находилось в диапазоне 42,53–82,26 мг/г, составляя в среднем 64,12 мг/г (рис. 3).

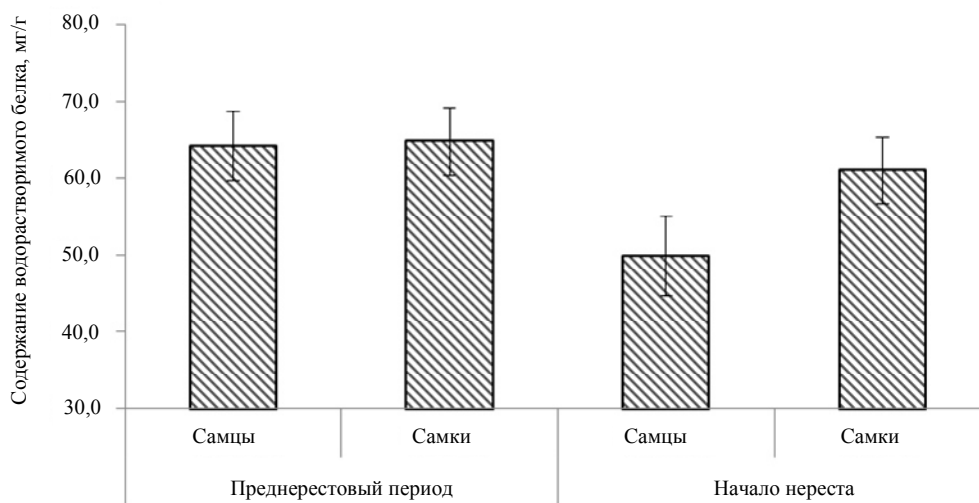


Рис. 3. Содержание водорастворимого белка в мышцах обыкновенной кильки ( $M \pm m$ )

Самки характеризовались схожими величинами мышечного белка 45,31–87,17 мг/г, при среднем значении 64,81 мг/г. Достоверных статистических зависимостей количества мышечного водорастворимого белка и размерно-массовых показателей особей не обнаружено.

В сравнительном аспекте не выявлено достоверных различий между самками и самцами в содержании общих липидов и водорастворимого белка в мышцах.

*Нерестовый период* – переломный этап в годовом цикле рыб. В этот период происходит изменение направленности обмена веществ. У обыкновенной кильки икрометание порционное и нерест растянут. В период нереста выметывание половых продуктов чередуется с дозреванием очередных порций, что обуславливается большими энергетическими затратами.

Исследование обыкновенной кильки на этапе начала нереста выявило количество мышечных липидов на уровне 2,60 % (см. рис. 1). У самцов отмечено снижение общих липидов на 31 %, у самок – на 15 % относительно преднерестового периода (см. рис. 2).

Однонаправленный характер снижения зарегистрирован в содержании водорастворимого белка в мышцах у самцов на 22 % (см. рис. 3). Самки характеризовались стабильной его концентрацией на этапе начала нереста, что необходимо для дальнейших процессов порционного икрометания. Траты энергетических запасов организма у самцов выше, чем у самок. Полученные нами результаты согласуются с литературными данными [15, 22]. Снижение водорастворимого белка в мышцах рыб в начале нереста связано с использованием белка как энергосубстрата и удалением его из организма в составе половых продуктов. Не отмечено достоверных различий в концентрации общих липидов и водорастворимого белка между самками и самцами.

По окончании нереста у обыкновенной кильки начинается *нагульный период*, который характеризуется интенсивным увеличением жировых запасов, необходимых для обеспечения нормального существования в последующие этапы годового цикла, когда потребление пищи прекратится полностью или в значительной степени сократится [15]. Накопление липидов у рыб в нагульный период достигается не путем снижения активности рыбы, а посредством поддержания ее высокого уровня, что обеспечивается интенсивным потреблением пищи.

В литературе существуют данные В. В. Халько [16] о содержании 3,7–8,6 % общих липидов в мышцах взрослой тюльки в Волжском плесе Рыбинского водохранилища в нагульный период.

В нашей работе исследованию подверглась обыкновенная килька, выловленная в нагульный период в Среднем Каспии в августе. Средняя масса и длина особей составляла 8,8 г и 9,4 см соответственно. У рыб зарегистрировано содержание жира в мышцах на уровне 4,22 % (см. рис. 1). Таким образом, обыкновенная килька в нагульный период характеризовалась положительным энергетическим балансом, отмечен процесс накопления липидов в мышечной ткани на 62 % относительно периода начала нереста.

Концентрация водорастворимого белка в нагульный период в августе в мышцах обыкновенной кильки составила 50,17 мг/г (см. рис. 1), увеличения в данный период отмечено не было. Схожие физиолого-биохимические процессы в организме рыб отмечены у порционно нерестующей азовской хамсы, у которой с наступлением нагула количество протеина в теле не увеличивается, устанавливается состояние, близкое к динамическому равновесию между приходом и расходом белка. Принимая во внимание, что интенсивность питания в нагульный период как у азовской хамсы, так и у обыкновенной кильки в Каспии велика, часть белка, вероятно, превращается в жир, который усиленно накапливается, в это же время другая часть используется в энергетическом обмене [15].

Содержание в мышцах общих липидов и водорастворимого белка возрастало с увеличением длины особей (рис. 4).

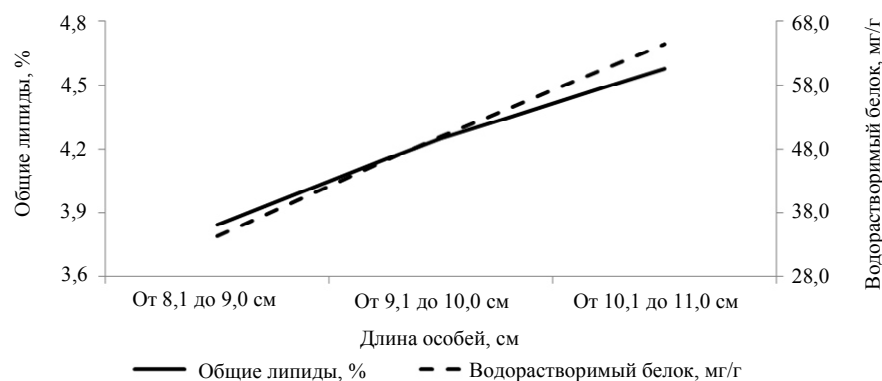


Рис. 4. Изменение физиолого-биохимических показателей в мышцах обыкновенной кильки в нагульный период

Полученные результаты согласуются с литературными данными [23].

*Предзимовальный период* у обыкновенной кильки характеризуется прекращением интенсивного нагула и, как следствие, стабилизацией липидного обмена. Средняя масса и длина исследованных особей на этом этапе годового цикла составляли 8,0 г и 9,1 см соответственно. Содержание общих мышечных липидов у рыб находилось на уровне 4,48 % (см. рис. 1). Водорастворимый белок зарегистрирован в концентрации 60,00 мг/г (см. рис. 1), что выше на 20 % относительно нагульного периода и являлось результатом интенсивного белкового синтеза, происходящего в организме рыб на этапе нагула за счет питания особей.

### Заключение

Проведены физиолого-биохимические исследования обыкновенной кильки в различные периоды годового цикла в западной части Среднего Каспия. Содержание общих липидов и водорастворимого белка в мышцах в начале нереста закономерно снижалось у рыб, что являлось следствием максимальных энергетических затрат в процессе выметывания половых продуктов. Нагульный период обыкновенной кильки характеризовался различной направленностью изменений липидных и белковых запасов мышечной ткани. Предзимовальный период у кильки сопровождался стабилизацией жировых запасов и увеличением количества водорастворимого белка, что необходимо рыбе для обеспечения нормального существования в последующие этапы годового цикла.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Помогаева Т. В., Асейнова А. А., Парицкий Ю. А., Разинков В. П. Современное состояние и перспективы развития промысла каспийских килек // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2018. № 1. С. 69–75.
2. Канатьев С. В., Асейнова А. А., Парицкий Ю. А., Разинков В. П. Некоторые особенности поведения и распределения каспийской обыкновенной кильки *Clupeonella delicatula Caspia* Svetovidov // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2018. № 3. С. 27–38.
3. Мирзоян А. В., Канатьев С. В., Калмыков В. А., Ходоревская Р. П. Современное состояние промысловых запасов и резервы промысла морских рыб // Тр. ВНИРО. 2018. Т. 171. С. 141–156.

4. Парицкий Ю. А., Калмыков В. А., Асейнова А. А., Разинков В. П., Гаврилова Д. А. Оценка коэффициента выживания молоди морских пелагических рыб в Каспийском море // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2016. № 4. С. 26–31.
5. Асейнова А. А. Обыкновенная килька // Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. С. 71–80.
6. Асейнова А. А., Ходоревская Р. П., Абдусаматов А. С. Современное состояние запасов обыкновенной кильки *Clupeonella cultriventris Caspia* в Каспийском море // Юг России: экология, развитие. 2012. № 4. С. 32–39.
7. 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.
8. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 374 с.
9. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справ. / под ред. проф. И. П. Кондрахина. М.: КолосС, 2004. 520 с.
10. Седов С. И., Румянцев В. Д., Кривасова С. Б., Юсунов М. К. Некоторые особенности жирового и белкового обмена у каспийского тюленя в естественных условиях и при экспериментальном голодании // Энергетические аспекты роста и обмена водных животных. Киев: Наук. думка, 1972. С. 198–200.
11. Методы биологии развития. Экспериментально-эмбриологические, молекулярно-биологические и цитологические / под ред. Т. А. Детлаф. М.: Наука, 1974. 619 с.
12. Практическая химия белка / под ред. А. Дарбре. М.: Мир, 1989. 621 с.
13. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 293 с.
14. Никольский Г. В. Частная ихтиология. М.: Высш. шк., 1971. 472 с.
15. Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб: моногр. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.
16. Шатуновский М. И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М.: Наука, 1980. 238 с.
17. Комова Н. И. Внутривидовые особенности морфофункциональных и биохимических показателей фитофильных рыб Рыбинского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок: Изд-во Ин-та биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН, 2005. С. 25.
18. Харченко Е. Н., Сопина А. В. Рыбные лайфхаки для здорового образа жизни // Сфера. 2020. № 1. Вып. 1 (24). С. 32–36.
19. Харченко Н. Н., Мукатова М. Д. Разработка технологии слабосоленой кильки каспийской мороженой в мелкой расфасовке для массового потребления // Материалы 63-й Междунар. науч. конф. АГТУ, посвящ. 25-летию АГТУ (Астрахань, 22–26 апреля 2019 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2019. С. 54.
20. Кизеветтер И. В. Биохимия сырья водного происхождения. М.: Пищ. пром-сть, 1973. 424 с.
21. Кизеветтер И. В. Технология обработки водного сырья. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 695 с.
22. Белянина Т. Н. Сезонные изменения жирности беломорской корюшки в связи с созревaniem гонад // Закономерности численности рыб белого моря. М.: Наука, 1966. С. 156–180.
23. Халько В. В. К вопросу о физиолого-биохимическом состоянии тюльки (*Clupeidae*, *clupeiformes*) в Рыбинском водохранилище // Вопр. ихтиологии. 2007. Т. 47. № 3. С. 406–417.

Статья поступила в редакцию 20.04.2021

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Наталья Викторовна Козлова** – канд. биол. наук; зав. лабораторией молекулярной генетики и физиологии; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; Россия, 414056, Астрахань; natali19\_12@mail.ru.

**Александр Александрович Латунов** – советник; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; Россия, 414056, Астрахань; l.latunov82@yandex.ru.

**Екатерина Григорьевна Макарова** – канд. биол. наук; ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и физиологии; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; Россия, 414056, Астрахань; for.alissa2015@yandex.ru.

**Анастасия Витальевна Махлун** – канд. биол. наук; научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и физиологии; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; Россия, 414056, Астрахань; anastasia\_lavrinenko@mail.ru.



**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHANGES  
IN CASPIAN SPRAT  
(*CLUPEONELLA DELICATULA CASPIA SVETOVIDOV*)  
DURING DIFFERENT PERIODS OF ANNUAL CYCLE**

**N. V. Kozlova, A. A. Latunov, E. G. Makarova, A. V. Makhlyn**

*Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Astrakhan, Russian Federation*

**Abstract.** The article considers studying the physiological and biochemical parameters of the common sprat (*Clupeonella delicatula caspia* Svetovidov) taken in the western part of the Middle Caspian Sea at different periods of the annual cycle. There were studied the species in the pre-spawning state, at the beginning of spawning, at the feeding stage and at the pre-wintering stage. In fish muscle tissue the content of water-soluble protein and total lipids was determined. In the pre-spawning period, in male common sprat was recorded a positive correlation ( $p < 0.05$ ) between the weight of fishes, fishing length and content of total lipids in muscles ( $r = +0.5206$ ) and ( $r = +0.5039$ ), respectively. In females no statistically significant dependence of the size-weight parameters and lipid content in muscles were recorded, which is probably due to the fact that lipids in their bodies were spent for energy needs, and to a greater extent than in males - for the generative function. In a comparative aspect, in the muscles of males and females no significant differences in the content of total lipids and water-soluble protein in the pre-spawning period were found. At the stage of the beginning of spawning, a decrease in total lipids and water-soluble protein was noted in the muscle tissue of the studied fishes, which is associated with an increase in energy consumption for sweeping out sexual products. During the feeding period the common sprat was characterized by an intensive accumulation of lipid reserves; the content of total lipids and water-soluble protein in the muscles increased with increasing length of individuals. In the pre-winter period stabilization of muscle lipid and increase in protein reserves were recorded, which is necessary for fish to ensure a normal existence in the subsequent stages of the annual cycle.

**Key words:** common sprat, muscles, total lipids, water-soluble protein, periods of the annual cycle.

**For citation:** Kozlova N. V., Latunov A. A., Makarova E. G., Makhlyn A. V. Physiological and biochemical changes in Caspian sprat (*Clupeonella delicatula caspia* Svetovidov) during different periods of annual cycle. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2021;2:116-124. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2021-2-116-124.

**REFERENCES**

1. Pomogaeva T. V., Aseinova A. A., Paritskii Iu. A., Razinkov V. P. Sovremennoe sostoianie i perspektivy razvitiia promysla kaspiiskikh kilek [Current state and development prospects of Caspian kilka fishery]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2018, no. 1, pp. 69-75.
2. Kanat'ev S. V., Aseinova A. A., Paritskii Iu. A., Razinkov V. P. Nekotorye osobennosti povedeniia i raspredeleniia kaspiiskoi obyknovnoi kil'ki *Clupeonella delicatula Caspia Svetovidov* [Specific behavior and distribution of Caspian sprat *Clupeonella delicatula Caspia Svetovidov*]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2018, no. 3, pp. 27-38.

3. Mirzoian A. V., Kanat'ev S. V., Kalmykov V. A., Khodorevskaya R. P. Sovremennoe sostoianie promyslovykh zapasov i rezervy promysla morskikh ryb [Current state of commercial stocks and reserves of marine fish fishing]. *Trudy VNIRO*, 2018, vol. 171, pp. 141-156.
4. Paritskii Iu. A., Kalmykov V. A., Aseinova A. A., Razinkov V. P., Gavrilova D. A. Otsenka koeffitsienta vyzhivaniia molodi morskikh pelagicheskikh ryb v Kaspiiskom more [Assessment of survival rate of marine pelagic fish juveniles in Caspian Sea]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2016, no. 4, pp. 26-31.
5. Aseinova A. A. Obyknovennaia kil'ka [Common sprat]. *Kaspiiskoe more. Ikhtiofauna i promyslovye resursy*. Moscow, Nauka Publ., 1989. Pp. 71-80.
6. Aseinova A. A., Khodorevskaya R. P., Abdusamadov A. S. Sovremennoe sostoianie zapasov obyknovnoi kil'ki *Clupeonella cultriventris* Caspia v Kaspiiskom more [Current state of sprat *Clupeonella cultriventris* Caspia stocks in Caspian Sea]. *Iug Rossii: ekologiya, razvitie*, 2012, no. 4, pp. 32-39.
7. *Instruktsii po sboru i pervichnoi obrabotke materialov vodnykh bioresursov Kaspiiskogo basseina i sredi ikh obitaniia* [Instructions for collecting and primary processing materials from aquatic biological resources of Caspian basin and their habitat]. Pod redaktsiei G. A. Sudakova. Astrakhan', Izd-vo KaspNIRKh, 2011. 193 p.
8. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb* [Instructions to fish studying]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 374 p.
9. *Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki: spravochnik* [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: reference book]. Pod redaktsiei prof. I. P. Kondrakhina. Moscow, KolosS Publ., 2004. 520 p.
10. Sedov S. I., Rumiantsev V. D., Krivasova S. B., Iusupov M. K. Nekotorye osobennosti zhirovogo i belkovogo obmena u kaspiiskogo tiulenia v estestvennykh usloviiakh i pri eksperimental'nom golodanii [Specific features of fat and protein metabolism in Caspian seal in natural conditions and during experimental starvation]. *Energeticheskie aspekty rosta i obmena vodnykh zhitvnykh*. Kiev, Naukova dumka Publ., 1972. Pp. 198-200.
11. *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.
12. *Prakticheskaya khimiia belka* [Practical protein chemistry]. Pod redaktsiei A. Darbre. Moscow, Mir Publ., 1989. 621 p.
13. Lakin G. F. *Biometriia* [Biometrics]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 293 p.
14. Nikol'skii G. V. *Chastnaia ikhtologiya* [Particular ichthyology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1971. 472 p.
15. 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.
16. Shatunovskii M. I. *Ekologicheskie zakonomernosti obmena veshchestv morskikh ryb* [Ecological patterns of metabolism of sea fish]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 238 p.
17. Komova N. I. *Vnutrividovye osobennosti morfofunktsional'nykh i biokhimicheskikh pokazatelei fitofil'nykh ryb Rybinskogo vodokhranilishcha. Avtoreferat dissertatsii ... kand. biol. nauk* [Intraspecific features of morphofunctional and biochemical parameters of phytophilic fish of Rybinsk Reservoir. Diss. Abstr .... Cand. Bio. Sci.]. Borok, Izd-vo In-ta biologii vnutr. vod im. I. D. Papanina RAN, 2005. P. 25.
18. Kharenko E. N., Sopina A. V. Rybnye laifkhaki dlia zdorovogo obraza zhizni [Fish life hacks for sound lifestyle]. *Sfera*, 2020, no. 1, iss. 1 (24), pp. 32-36.
19. Kharchenko N. N., Mukatova M. D. Razrabotka tekhnologii slabosolenoii kil'ki kaspiiskoi morozhenoi v melkoi rasfasovke dlia massovogo potrebleniia [Development of technology for slightly salted Caspian frozen sprat in small packaging for mass consumption]. *Materialy 63-i Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii AGTU, posviashchennoi 25-letiiu AGTU (Astrakhan', 22-26 apreliia 2019 g.)*. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2019. P. 54.
20. Kizevetter I. V. *Biokhimiia syr'ia vodnogo proiskhozhdeniia* [Biochemistry of raw materials of aquatic origin]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1973. 424 p.
21. Kizevetter I. V. *Tekhnologiya obrabotki vodnogo syr'ia* [Technology of water raw materials treatment]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1976. 695 p.
22. Belianina T. N. Sezonnnye izmeneniia zhirnosti belomorskoii koriushki v sviazi s sozrevaniem gonad [Seasonal changes in fat content of White Sea smelt in relation to gonads maturation]. *Zakonomernosti chislennosti ryb belogo moria*. Moscow, Nauka Publ., 1966. Pp. 156-180.
23. Khal'ko V. V. K voprosu o fiziologo-biokhimicheskom sostoianii tiul'ki (*Clupeidae*, *clupeiformes*) v Rybinskom vodokhranilishche [To problem of physiological and biochemical state of tulka (*Clupeidae*, *clupeiformes*) in Rybinsk Reservoir]. *Voprosy ikhtologii*, 2007, vol. 47, no. 3, pp. 406-417.



**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Natalia V. Kozlova** – Candidate of Biological Sciences; Head of Laboratory of Molecular Genetics and Physiology; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Russia, 414056, Astrakhan; natali19\_12@mail.ru.

**Aleksandr A. Latunov** – Advisor; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Russia, 414056, Astrakhan; l.latunov82@yandex.ru.

**Ekaterina G. Makarova** – Candidate of Biological Sciences; Leading Researcher of Laboratory of Molecular Genetics and Physiology; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Russia, 414056, Astrakhan; for.alissa2015@yandex.ru.

**Anastasiia V. Makhlun** – Candidate of Biological Sciences; Senior Researcher of the Laboratory of Molecular Genetics and Physiology; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Russia, 414056, Astrakhan; anastasia\_lavrinenko@mail.ru.

