

Р. М. Мухамедова, Н. Н. Базелюк, В. П. Аксёнов

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩИХ ЛИПИДОВ В МЫШЦАХ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ГРУПП САМОК СЕЛЬДИ-ЧЕРНОСПИНКИ ВО ВРЕМЯ НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ 2015 ГОДА

Объект исследования – сельдь-черноспинка (*Alosa kessleri kessleri* (Grimm)), относящаяся к проходным рыбам семейства сельдевых (Clupeidae (Linck, 1790)). Сельдь-черноспинка нагуливается в Каспийском море, весной заходит на нерест в р. Волгу. Порционное выметывание икры, с одновременным созреванием очередных порций, связано с большими энергетическими затратами. Накопление и уровень содержания общих липидов, являющихся энергетическим субстратом, в мышечной ткани зависят от степени обеспеченности рыб кормом и токсикологической обстановки среды обитания. При недостаточном уровне накопления запасных веществ в мышцах (общие липиды) рыба может отказаться от нереста, уменьшая величину пополнения будущих поколений. На основании результатов физиолого-биохимического исследования белых мышц половозрелых особей сельди-черноспинки дан сравнительный анализ содержания общих липидов в изученной ткани рыб, выловленных на разных тоневах участках («Балчуг», «Глубокая») р. Волги в 2015 г. Нерестовая миграция рыб до тоневого участка «Глубокая», располагающегося ниже г. Астрахани, менее энергоёмкая, что объясняет наличие в этом районе рыб с запасом общих липидов в мышцах ниже, чем у рыб, выловленных выше г. Астрахани на тонево-м участке «Балчуг», куда могут дойти наиболее подготовленные производители с достаточным количеством энергетических резервов. В результате исследования зависимости между содержанием общих липидов и линейно-весовыми параметрами самок сельди-черноспинки установлено, что содержание общих липидов в мышцах не имеет прямой или обратной (достоверной) четко выраженной линейной связи с размерно-весовыми параметрами (массой, длиной) исследованных самок сельди-черноспинки.

Ключевые слова: сельдь-черноспинка (*Alosa kessleri kessleri*), общие липиды, регрессионный анализ, корреляционная связь, корреляционное отношение, линейно-весовые параметры.

Введение

Сельдь-черноспинка (*Alosa kessleri kessleri* (Grimm)), относящаяся к проходным рыбам семейства сельдевых (Clupeidae (Linck, 1790)), нагуливается в Каспийском море, весной заходит на нерест в р. Волгу.

Репродуктивный потенциал производителей определяется достаточностью накопленных энергетических субстратов в виде липидов и белков в тканях. Самки сельди-черноспинки выметывают икринки тремя порциями с промежутками от 1 до 1,5 недели [1]. Порционное выметывание икры происходит с одновременным созреванием очередных порций, что связано с большими энергетическими затратами. При недостаточном уровне накопления запасных веществ в мышцах (общие липиды) рыба может отказаться от нереста, что, как следствие, уменьшит величину пополнения будущих поколений [2]. Накопление и уровень содержания общих липидов в мышечной ткани зависят от таких факторов, как степень обеспеченности рыб кормом и токсикологическая обстановка среды обитания.

Целью нашего исследования стало определение содержания общих липидов в мышцах самок сельди-черноспинки, отловленных на тонеях «Балчуг» и «Глубокая» в период весеннего нерестового, и оценка зависимости между содержанием общих липидов и линейно-весовыми параметрами хода этих рыб.

Материал и методы исследования

Материалом для биохимического анализа служили пробы белых мышц 84 экземпляров сельди-черноспинки. Пробы отбирались на двух тоневах участках р. Волги в речных экспедициях: на тонево-м участке «Балчуг», расположенном на 86 км выше г. Астрахани, с 9 по 16 мая (24 экз.); на тонево-м участке «Глубокая» – 70 км ниже г. Астрахани, с 24 апреля по 9 мая (30 экз.) и с 11 по 13 мая (30 экз.). Исследованные особи представлены половозрелыми рыбами III–IV, IV и IV–V стадий зрелости гонад (СЗГ).

Общие липиды в мышечной ткани определялись модифицированным колориметрическим методом на основе взаимодействия гидролизованных липидов с фосфорно-ванилиновым реактивом [3, 4].

Полученные результаты подвергали статистической обработке, используя пакет программ описательной статистики (MICROSOFT EXCEL 2010). С целью обеспечения достоверности выводов и положений использовалась программа «OREGAN», которая предназначена для статистической обработки данных и однофакторного регрессионного анализа. В ходе данного анализа выявляли наличие корреляционных отношений (прямой или обратной связи) между содержанием и массой, содержанием и длиной исследованных особей.

Результаты исследования и их обсуждение

Средняя масса и длина исследованных рыб из трех выборок 2015 г., собранных на двух тоневых участках, составили 387 г и 31 см соответственно, среднее содержание общих липидов в мышцах составляло 7,01 %. Самки были крупнее самцов (средняя масса и длина самок – 404 г и 31 см, самцов – 149 г и 25 см соответственно) и имели в мышцах меньший запас общих липидов (♀ – 6,93 %; ♂ – 8,09 %), что закономерно. Полученные нами показатели общих липидов существенно ниже и далеки от наблюдавшихся в 1970–1980 гг. Согласно данным Е. Н. Казанчеева, жирность этого вида сельдей во время миграции на нерест в р. Волгу составляла от 11 до 18 % [5].

Сельдь-черноспинка питается в основном в море. По данным лаборатории гидробиологии КаспНИРХ, в 2015 г. у сельди-черноспинки, выловленной в море, основу пищевого комка составляли: рыба (молодь сельдевых и частичковых рыб) – 30,4 %, водоросли – 40 %, в минимальных количествах отмечены ракообразные и грунт.

Исследованные самки сельди-черноспинки III–IV и IV СЗГ, выловленные на тоне «Глубокая» с 24 апреля по 9 мая (табл.), имели среднюю массу $401 \pm 19,0$ г (диапазон от 160 до 600 г) и длину $31 \pm 0,3$ см (диапазон от 29 до 35 см). Среднее содержание составило $7,93 \pm 0,36$ % (от 4,07 до 11,4 %).

**Показатели общих липидов
у разноразмерных групп самок сельди-черноспинки,
выловленной на разных участках р. Волги в апреле – мае 2015 г.**

Место, дата вылова	Количество, экз., <i>n</i>	Масса, г	Длина, см	Общие липиды в мышцах, %
Тоня «Глубокая», 24 апреля – 9 мая	30	$401 \pm 19,0$	$31 \pm 0,3$	$7,93 \pm 0,36$
Тоня «Глубокая», 11–13 мая	30	$509 \pm 14,4$	$33 \pm 0,2$	$4,49 \pm 0,46$
Тоня «Балчуг», 9–16 мая	24	$251 \pm 14,7$	$28 \pm 0,5$	$8,73 \pm 0,74$

Самки сельди-черноспинки IV и IV–V СЗГ, выловленные на тоне «Глубокая» с 11 по 13 мая, имели большие размерно-весовые характеристики, чем рыбы, выловленные на тоне «Глубокая» в период 24.04–09.05. В среднем масса и длина составили $509 \pm 14,4$ г (диапазон от 350 до 690 г) и $33 \pm 0,2$ см (диапазон от 30 до 36 см) соответственно. Среднее содержание общих липидов в мышцах исследованных рыб составляло $4,49 \pm 0,46$ % (от 2,03 до 10,4 %), что ниже, чем в период 24.04–09.05.2015 г.

Однофакторный регрессионный анализ зависимости между содержанием общих липидов в мышцах и линейно-весовыми параметрами сельди-черноспинки, отловленной на тоне «Глубокая» с 24 апреля по 9 мая, не выявил между ними явной связи. Корреляционные отношения между содержанием общих липидов (y) и массой тела рыб (x), общих липидов (y) и длиной рыб (x) составили 0,23 и 0,11 соответственно, сопряженность между исследуемыми параметрами аппроксимируется следующими уравнениями: масса тела $y = 9,7 + (-0,004)x$; длина тела $y = 11,6 + (-0,12)x$ (рис. 1).

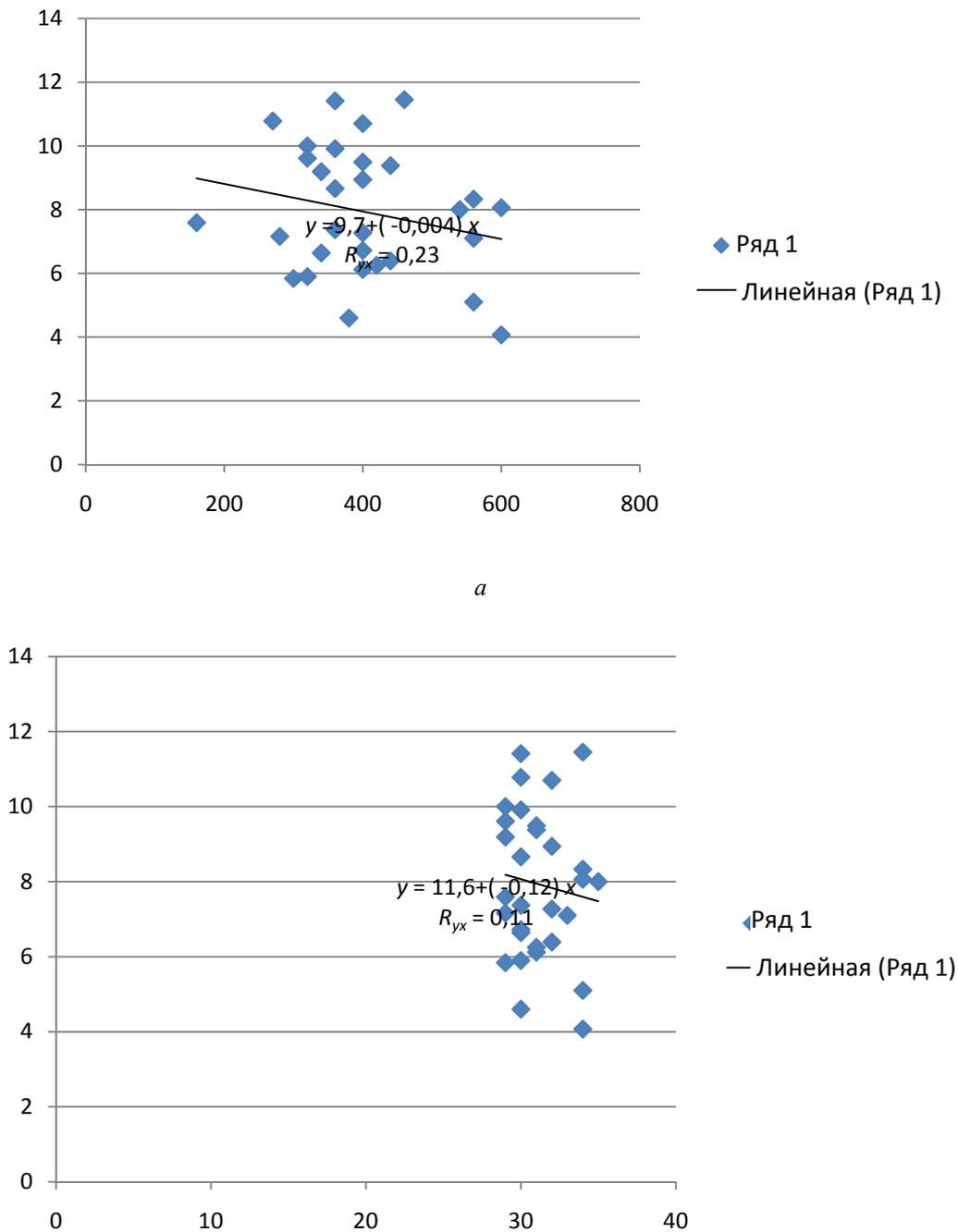


Рис. 1. Зависимость между средним содержанием общих липидов в мышцах и: *a* – массой рыбы; *б* – длиной рыбы

Проанализированные связи между содержанием общих липидов в мышцах и массой рыб и общих липидов в мышцах и длиной рыб имели низкие корреляционные отношения – 0,24 и 0,20 соответственно. При корреляционном отношении 0,24 (в первом случае) функциональная зависимость аппроксимируется линейным уравнением $y = 0,51 + 0,008x$. При корреляционном отношении $0,20 \pm 0,18$ (во втором случае) функциональная зависимость аппроксимируется линейным уравнением $y = -7,9 + 0,37x$. Методом однофакторного регрессивного анализа установлено, что показатель не имеет прямой или обратной (достоверной) четко выраженной тесной линейной связи с размерно-весовыми характеристиками, т. е. с массой и длиной (рис. 2).

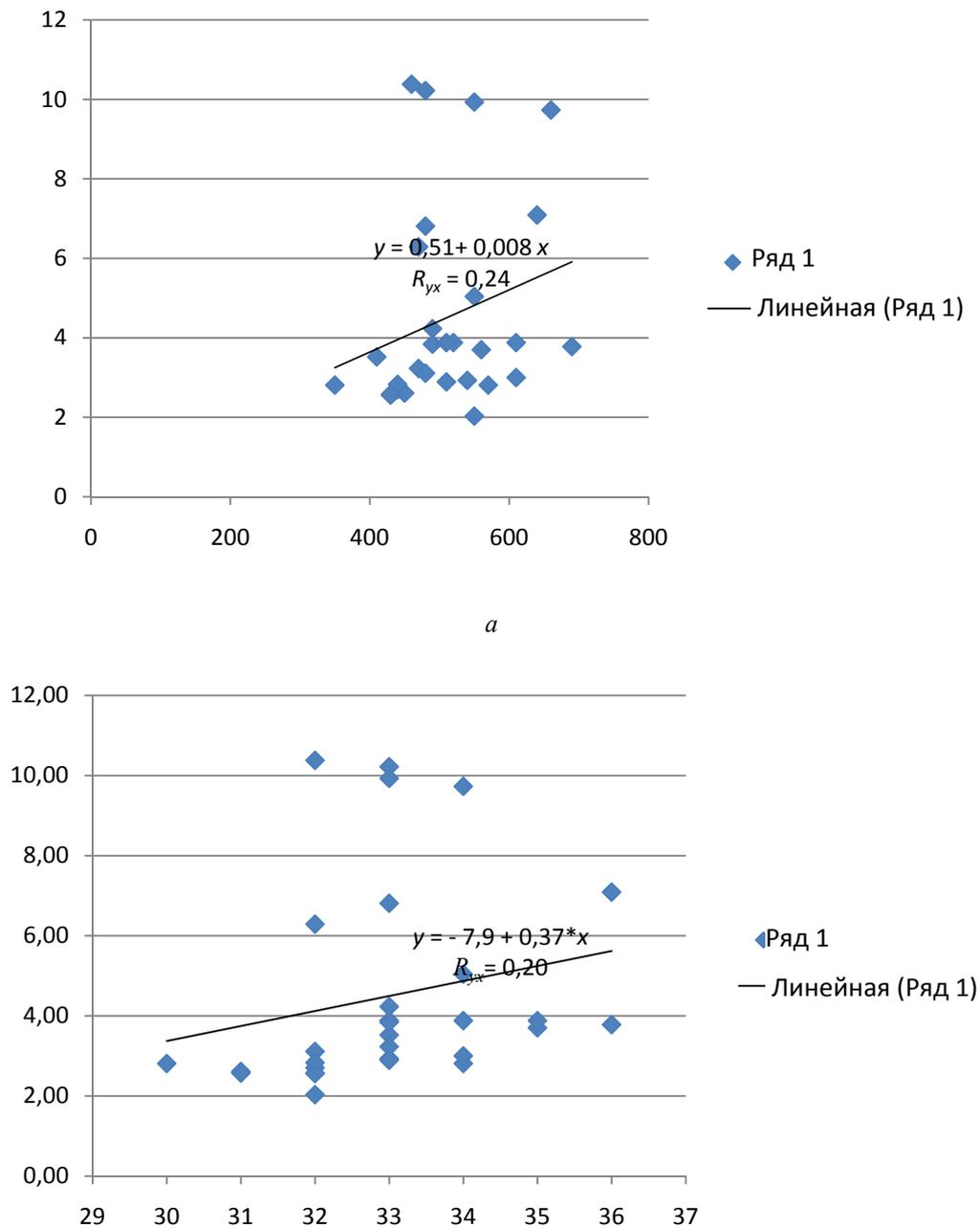


Рис. 2. Зависимость между средним содержанием общих липидов в мышцах и: *a* – массой рыбы; *b* – длиной рыбы

Однофакторный регрессионный анализ зависимости между содержанием общих липидов в мышцах и линейно-весовыми параметрами сельди-черноспинки, отловленной на тоне «Балчуг» с 9 по 16 мая, не выявил между ними явной связи. Корреляционные отношения между содержанием общих липидов и массой тела, содержанием общих липидов и длиной составили 0,03 и 0,04 соответственно, сопряженность между исследуемыми параметрами аппроксимируется следующими уравнениями: масса тела $y = 8,3 + 0,001x$; длина тела $y = 6,9 + 0,06x$ (рис. 3).

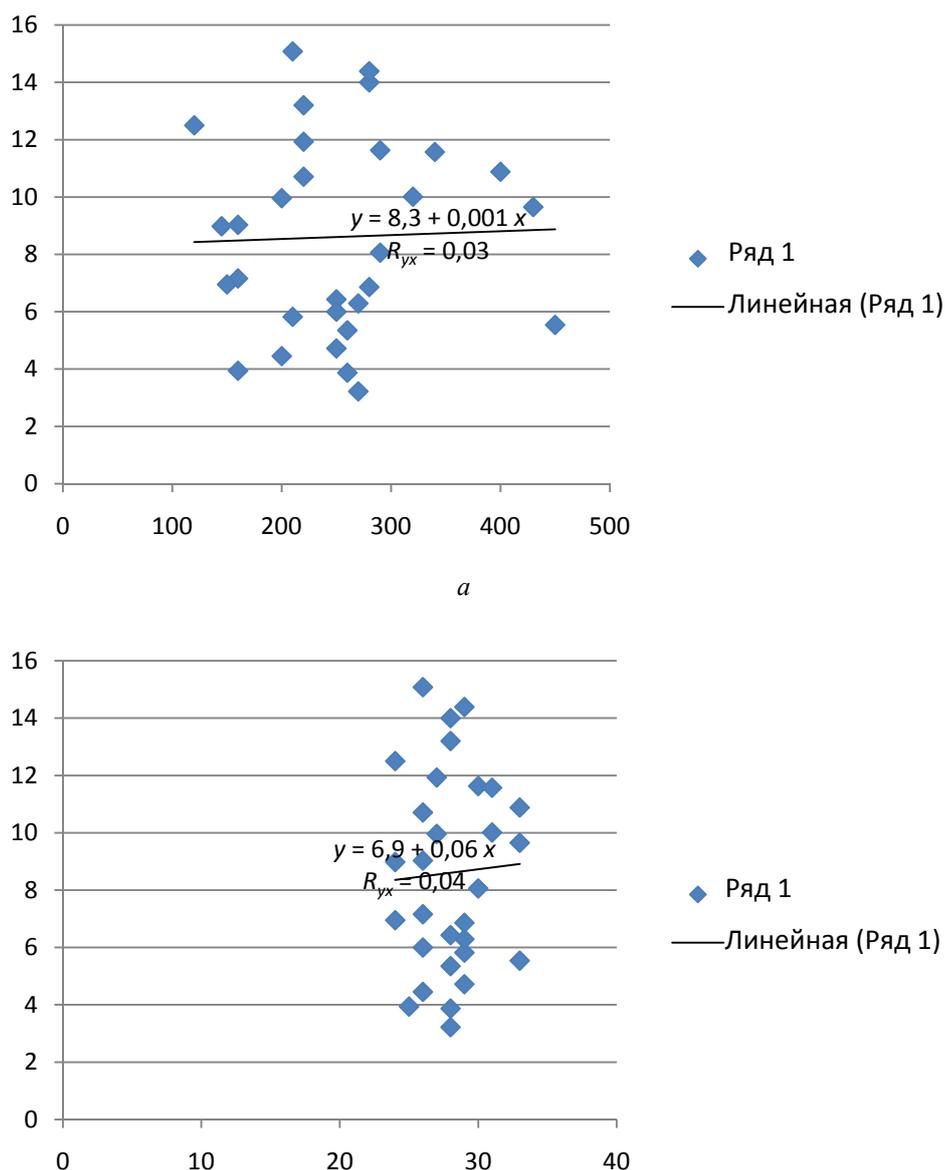


Рис. 3. Зависимость между средним содержанием общих липидов в мышцах и: а – массой рыбы; б – длиной рыбы

Содержание общих липидов в мышцах самок сельди-черноспинки III и III–IV СЗГ, выловленных на тоне «Балчуг», со средней массой $251 \pm 14,7$ г (диапазон от 120 до 450 г) и длиной $28 \pm 0,4$ см (диапазон от 24 до 33 см) составляло в среднем $8,73 \pm 0,74$ % (диапазон от 3,22 до 15,08 %). Сравнительный анализ показал, что рыбы, выловленные выше г. Астрахани, имели меньшие размерно-весовые характеристики и большее количество общих липидов в мышцах, чем рыбы, выловленные ниже г. Астрахани.

Корреляционные отношения у самок сельди-черноспинки всех выборок были низкими и варьировали от 0,03 до 0,24, что свидетельствует о слабых корреляционных связях между содержанием общих липидов в мышцах и размерно-весовыми характеристиками особей (по данным Чеддока, сила связи от 0,1 до 0,3 практически отсутствует [6]).

Заключение

Таким образом, исследованные особи, выловленные на тоневом участке «Глубокая», характеризовались большими размерно-весовыми показателями и меньшим запасом общих липидов в мышцах, чем рыбы, выловленные на тоневом участке «Балчуг». Нерестовая миграция рыб

до тоневого участка «Глубокая», располагающегося ниже г. Астрахани, менее энергоемкая, что объясняет наличие в районе этого участка рыб III (5 %), III–IV (21 %) и IV (74 %) СЗГ с запасом общих липидов ниже, чем у рыб, выловленных выше г. Астрахани, куда могут прийти наиболее подготовленные производители с большим количеством энергетических резервов.

Корреляционные отношения у самок сельди-черноспинки всех выборок были низкими и варьировали от 0,03 до 0,24, что свидетельствует о слабых корреляционных связях между содержанием общих липидов в мышцах и размерно-весовыми характеристиками особей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксютин З. М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть, 1968. 288 с.
2. Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 368 с.
3. Седов С. И., Румянцев В. Д., Кривасова С. Б., Юсупов 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.
4. Zollner N., Kirsch K. Colorimetric method for determination of total lipids // Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin. 1962. No. 135. P. 545–550.
5. Казанчев Е. Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 168 с.
6. Статистика: учеб. пособие к практ. занятиям для студ. экон. спец. / сост. И. В. Шадрин. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. 32 с.

Статья поступила в редакцию 13.04.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мухамедова Руфия Мутыгулаевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии; muhamedova1981@mail.ru.

Базелюк Надежда Николаевна – Россия, 414056, Астрахань, Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; канд. филос. наук; зав. лабораторией физиологии и генетики рыб; bazelyuk2012@yandex.ru.

Аксёнов Владимир Петрович – Россия, 414056, Астрахань; Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; старший научный сотрудник лаборатории физиологии и генетики рыб; kaspuy@astanet.ru.



R. M. Mukhamedova, N. N. Bazelyuk, V. P. Aksenov

CONTENT OF TOTAL LIPIDS IN MUSCLES OF THE DIFFERENT SIZE GROUPS OF FEMALES OF HERRING-BLACK-BACKED SHAD IN THE PERIOD OF SPAWNING MIGRATION IN 2015

Abstract. The object of the study is a herring-black-backed shad (*Alosa kessleri kessleri* (Grimm)), relating to diadromous fishes of the herring family (Clupeidae (Linck, 1790)). The herring-black-backed shad is fatten in the Caspian Sea, but in spring it enters for the spawning to the Volga River. The portion shedding of eggs with simultaneous after-ripening of the next portions is connected with large metabolic cost. The accumulation and the level of total lipids, which are the energy substrate, in the muscle tissue depend on the level of the provision with nutrition and toxicological situation of habitat. Under the insufficient level of accumulation of storage compounds

in muscles (total lipids) a fish may abandon of spawning, reducing the amount of the replenishment of the future generations. On the basis of the results of physiological-biochemical study of muscles of the herring-black-backed shad the paper presents the comparative analysis of the content of total lipids in the study of fish tissues, caught on different fishing grounds ("Balchug", "Glubokaya") of the Volga River in 2015. The spawning migration of fishes to the fishing ground "Glubokaya", located below the city of Astrakhan is less power-saving, it explains the availability in this area of fishes with the stock of total lipids in muscles less than of fishes, caught above the city of Astrakhan at the fishing ground "Balchug", where the most efficient spawners with the sufficient quantity of the energy reserve can get. In the result of the research of the dependence between the content of total lipids and linear-weight parameters of females of herring-black-backed shad it is established that the content of total lipids in muscles has no direct or feedback (reliable) clearly defined linear connection with size-weight parameters (mass, length) of the studied females of herring-black-backed shad.

Key words: herring-black-backed shad (*Alosa kessleri kessleri*), total lipids, regression analysis, correlation, correlation ratio, linear-weight parameters.

REFERENCES

1. Aksiutina Z. M. *Elementy matematicheskoi otsenki rezul'tatov nabludenii v biologicheskikh i rybokhoziaistvennykh issledovaniyakh* [Elements of mathematical assessment of the results of the observations in biological and fishery studies]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1968. 288 p.
2. Shul'man G. E. *Fiziologo-biokhimicheskie osobennosti godovykh tsiklov ryb* [Physiological and biochemical features of year-round cycles of fishes]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1972. 368 p.
3. Sedov S. I., Rumiantsev V. D., Krivasova S. B., Iusupov M. K. *Nekotorye osobennosti zhirovogo i belkovogo obmena u kaspiskogo tiulenia v estestvennykh usloviyakh i pri eksperimental'nom golodanii* [Some peculiarities of fat and protein exchange of the Caspian sea calf in natural conditions and in experimental fast]. *Energeticheskie aspekty rosta i obmena vodnykh zhivotnykh*. Kiev, Naukova dumka Publ., 1972. P. 198–200.
4. Zollner N., Kirsch K. Colorimetric method for determination of total lipids. *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin*, 1962, no. 135, pp. 545–550.
5. Kazanchev E. N. *Ryby Kaspiiskogo moria* [Caspian Sea fishes]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost', 1981. 168 p.
6. *Statistika* [Statistics]. Sostavitel' I. V. Shadrina. Krasnoarsk: IPTs KGTU, 2002. 32 p.

The article submitted to the editors 13.04.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mukhamedova Rufiya Mutygulaevna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Hydrobiology and General Ecology; muhamedova1981@mail.ru.

Bazelyuk Nadezhda Nikolaevna – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Research Institute of Fishery; Candidate of Philosophy; Head of the Laboratory of Fish Physiology and Genetic; bazelyuk2012@yandex.ru.

Aksenov Vladimir Petrovich – Russia, 414056, Astrakhan; Caspian Scientific Research Institute of Fishery; Senior Researcher of the Laboratory of Fish Physiology and Genetics; kaspivy@astanet.ru.

