

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-117-124
УДК 639.3.043.13

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЧЕНИ И КИШЕЧНИКА КАРПА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОПОКИ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ К КОРМУ

А. В. Котельников, С. В. Котельникова, Ю. М. Ширина, С. В. Пономарев

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

Исследовано влияние добавления в корм природного сорбента опоки в концентрации 3 и 6 % на рыбоводно-биологические показатели и морфофункциональное состояние печени и кишечника чешуйчатого карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). Работа проводилась в инновационном центре Астраханского государственного технического университета «Био-аквапарк – научно-технический центр аквакультуры». Кормление сеголетков (0+) чешуйчатого карпа осуществлялось в 3-х вариантах: в одной контрольной и двух опытных (добавление опоки в количестве 3 и 6 %) группах. Установлено, что введение в комбикорм опоки повысило выживаемость особей с 90 до 100 %. Прирост массы тела составил 53 % в первом опытном варианте и 11 % – во втором варианте. Морфологическая картина печени карпа в контрольной и двух экспериментальных группах существенно не отличалась. Также в опытных группах не было отмечено очагов воспаления и патологических изменений в строении кишечника. Результаты исследования подтверждают возможность применения опоки в качестве добавки в рацион карпа. Наилучшие показатели были выявлены при использовании 3 % минеральной кормовой добавки. Включение сорбентов в рецептуру комбикормов способствует повышению резистентности рыб к неблагоприятным условиям выращивания, профилактике заболеваний и получению высококачественной и экологически чистой продукции аквакультуры, а также значительно снижает себестоимость рыбной продукции.

Ключевые слова: карп, печень, кишечник, кормовая добавка, опока, сорбент, выживаемость, минеральная добавка.

Для цитирования: *Котельников А. В., Котельникова С. В., Ширина Ю. М., Пономарев С. В.* Морфологическая характеристика печени и кишечника карпа при использовании опоки в качестве добавки к корму // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 3. С. 117–124. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-117-124.

Введение

Применение сорбентов при разработке рецептуры комбикормов, способствующих повышению резистентности рыб к неблагоприятным условиям выращивания, в целях профилактики заболеваний и получения высококачественной и экологически чистой продукции в настоящее время является актуальным и перспективным направлением. Среди природных минералов высокоэффективными сорбирующими свойствами обладают цеолиты, одним из которых является опока – природный минерал, сложенный преимущественно опалом, обладающий большим объемом сорбционного пространства, высокой удельной поверхностью и пористостью и действующий как высококачественное сорбционное сырье с высоким содержанием аморфного кремнезема [1].

Цеолиты, будучи введенными в состав кормов, способны связывать микотоксины [2], а также соли тяжелых металлов, радионуклиды, химические токсины и другие продукты обмена

благодаря огромной сорбирующей поверхности [3]. Оксид кремния (кремнезем), содержащийся в опоке, обеспечивает рост и упрочнение тканей в период развития и формирования скелета, принимает непосредственное участие в метаболизме кальция, фосфора, серы, хлора, фтора, натрия, алюминия и других элементов и активирует процесс кальцификации ткани, а также оказывает специфическое влияние минералов на микроорганизмы кишечника животных, снижает процессы брожения и гниения [4]. Своей способностью связывать лишний аммиак и отдавать его в необходимом количестве кишечным бактериям опока активизирует естественную кишечную флору, способствует разложению остатков корма (в результате чего организм избавляется от многих вредных веществ), препятствует проникновению аммиака, являющегося нервным ядом, в систему кровообращения.

Использование российских природных сорбентов в качестве добавок в корм может значительно снизить себестоимость и повысить качество рыбной продукции. Вместе с тем, учитывая сложный химический состав опоки и наличие твердых механических веществ, не разрушающихся в пищеварительном тракте, актуальным остается вопрос оценки влияния этих добавок на органы пищеварительной системы.

Материал и методы исследования

Работа выполнена в инновационном центре Астраханского государственного технического университета «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры».

Объектом исследования были сеголетки (0+) чешуйчатого карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). Рыбу содержали в бассейнах размером 2 × 2 × 0,7 м с прямоточным водоснабжением. Температура воды в бассейнах в период проведения экспериментов составляла 3,0 °С, содержание кислорода – 7,2–9,0 мг/л, рН – 6,6–7,2. В качестве добавки к корму была использована опока Каменнаярского месторождения Черноярского района Астраханской области в виде тонкодисперсного порошка серого цвета с размером частиц до 1 мм.

Средняя масса молоди на начало эксперимента составляла 15 г. Кормление рыбы вели по трем схемам: контроль и два опытных варианта. В опытных группах в корм добавляли опоку в количестве 3 % (опыт 1) и 6 % (опыт 2). Длительность эксперимента составила 45 суток. При выборе количества опоки в качестве кормовой добавки в комбикорма ориентировались на литературные данные, которые были получены ранее, по применению другого природного минерала – цеолита-клиноптилолита – в комбикормах в процессе выращивания карпа и радужной форели [5, 6], бестера [7].

Эффективность рационов оценивали по рыбоводно-биологическим (скорость роста, коэффициент массонакопления, выживаемость) и гистологическим показателям [8].

Для гистологического анализа брали печень (орган, наиболее мобильно отражающий функциональное состояние организма и принимающий активное участие в процессе пищеварения), а также передний отдел кишечника, где процессы переваривания и всасывания пищи наиболее интенсивны. Ткани фиксировали в смеси Буэна, заливали в парафин и изготавливали срезы толщиной 7 мкм [9]. Полученные срезы окрашивали гематоксилин-эозином и фотографировали на микроскопе Olympus BX 53.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследований было установлено, что введение в комбикорм опоки оказало положительное влияние на рыбоводно-биологические показатели. Выживаемость молоди в опытных вариантах составила 100 %, в то время как в контроле этот показатель не превышал 90 %. На момент окончания эксперимента рыба в контрольном бассейне вела себя малоактивно, прирост оказался отрицательным. Рыба опытных групп активно потребляла задаваемые корма, и прирост от первоначальной массы за время проведения экспериментов составил 53 % в первом варианте и 11 % во втором варианте.

Морфологическая картина печени карпа контрольных (рис. 1) и опытных (рис. 2, 3) групп существенно не отличалась.

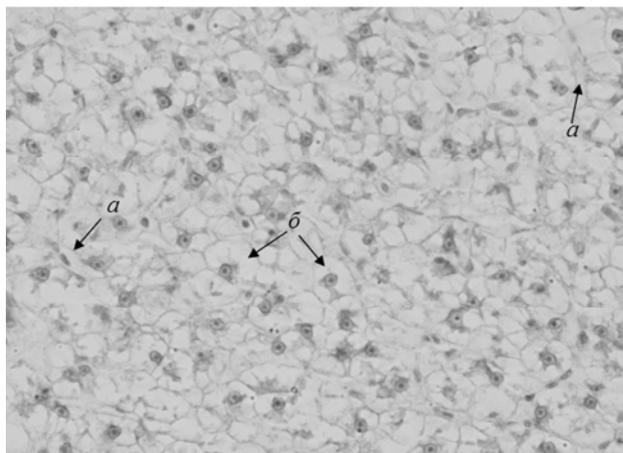


Рис. 1. Печень карпа (контроль):
a – сосуды; *б* – гепатоциты. Ув. 400

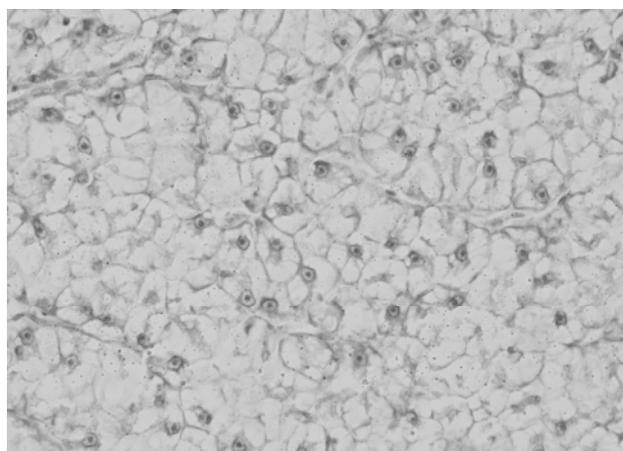


Рис. 2. Печень карпа (опыт 1). Ув. 400

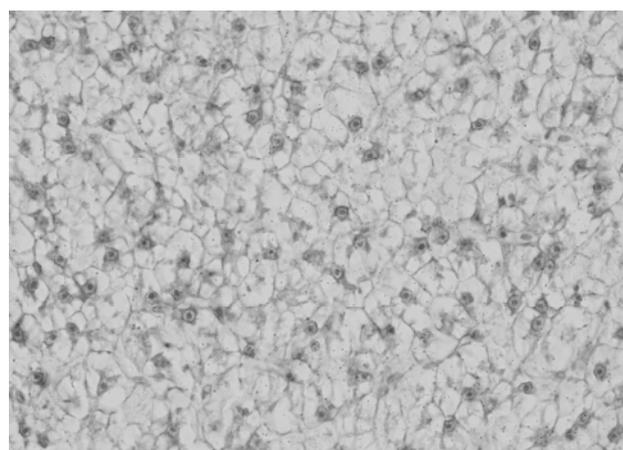


Рис. 3. Печень карпа (опыт 2). Ув. 400

Микроскопическое строение гепатоцитов печени свидетельствует о полноценном функционировании ее основных клеточных структур. Печень карпа не имеет выраженной балочной структуры вследствие слабого развития соединительнотканых элементов печеночной дольки. Ткань обильно васкуляризирована. Гепатоциты полигональной формы, плотно прилегают друг к другу, цитоплазма не вакуолизирована. У большинства клеток ядро занимает центральное

положение и содержит одно хорошо различимое ядрышко. В цитоплазме обнаруживаются оптически светлые участки, возникающие в результате вымывания гликогена из клеток при гистологической обработке препаратов. Лимфоидная инфильтрация, являющаяся показателем воспалительных и некротических процессов, не выявлена.

Карп относится к безжелудочным рыбам, вследствие чего передняя часть его кишки обладает повышенной растяжимостью и первая принимает на себя механическое воздействие пищи.

Внутренняя поверхность кишечника выстлана каемчатым эпителием, образующим ворсинки и крипты (рис. 4, 5).

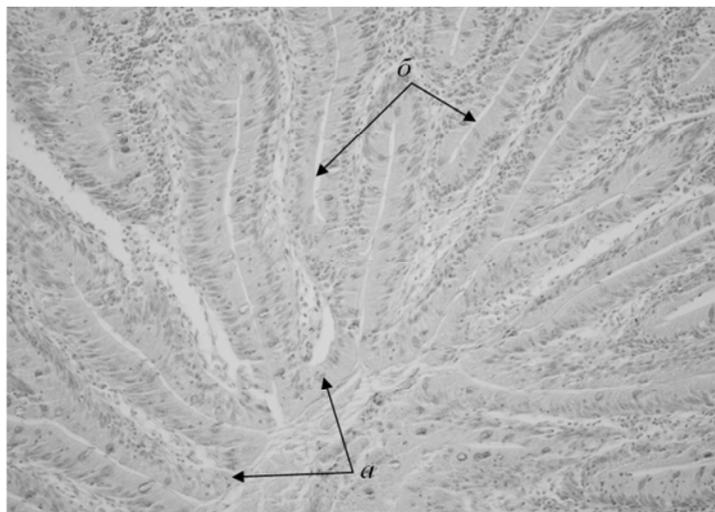


Рис. 4. Кишечник карпа (контроль):
а – ворсинки; б – крипты. Ув. 200

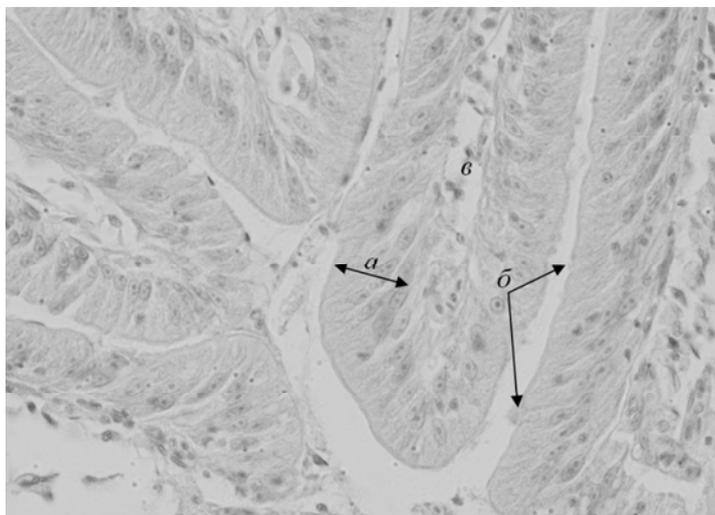


Рис. 5. Кишечник карпа (контроль):
а – каемчатый эпителий кишечника; б – выход секрета из бокаловидных клеток;
в – лимфатический и кровеносный сосуды внутри ворсинки. Ув. 600

Ворсинки длинные и тонкие, плотно прилегают друг к другу. Наблюдается высокая активность бокаловидных клеток (мукоцитов), что может свидетельствовать об активно идущем процессе пищеварения.

Кишечный эпителий имеет диффузную инфильтрацию лимфоцитами (рис. 6), что рассматривается как защитно-адаптивный механизм, предохраняющий организм от проникновения чужеродных агентов [10].

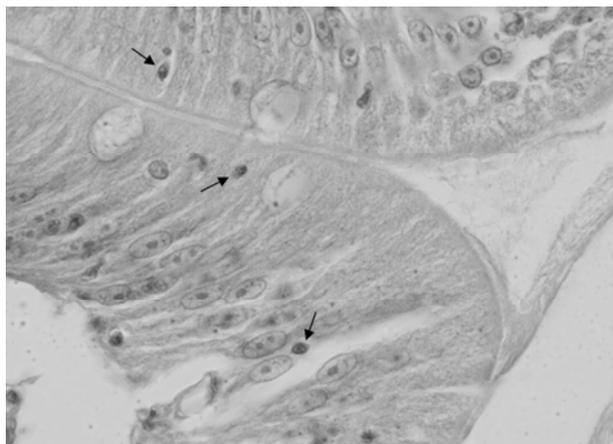


Рис. 6. Инфильтрация лимфоцитами (указаны стрелками) эндотелиоцитов кишечника карпа (контроль). Ув. 1 000

В клетках энтероцитов, как в контроле, так и в опытных группах, встречаются ядра с двумя ядрышками.

При использовании корма с добавлением опоки – природно-адсорбционного материала, обогащенного макро- и микроэлементами, как в первом (рис. 7), так и во втором (рис. 8) варианте опыта патологических изменений в строении кишечника выявлено не было.

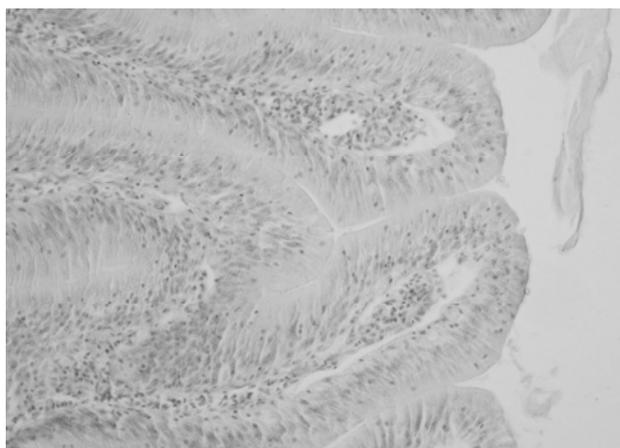


Рис. 7. Кишечник карпа (опыт 1). Ув. 200

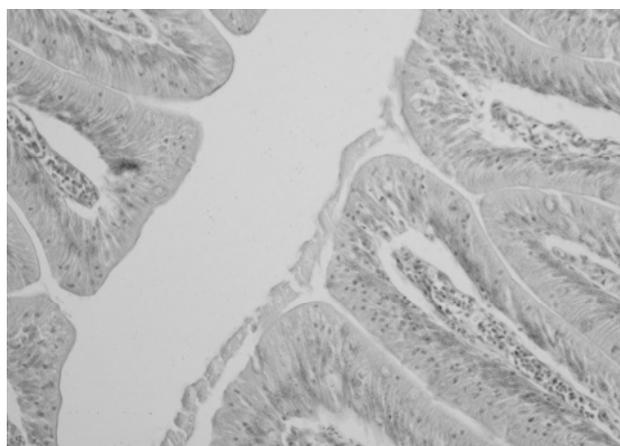


Рис. 8. Кишечник карпа (опыт 2). Ув. 200

Апикальная поверхность и микроворсинки энтероцитов кишечника выглядели неповрежденными. Очагов воспаления выявлено не было.

По сравнению с контролем можно отметить более интенсивную инфильтрацию лимфоцитами каемчатого эпителия микроворсинок кишечника рыб опытных групп, что, по-видимому, связано с их более интенсивным питанием.

Заключение

Анализ полученных результатов не выявил повреждений печени и кишечника, связанных с добавлением опоки в корм для рыб. Установлено, что введение в комбикорм опоки оказало положительное влияние на рыбоводно-биологические показатели. Проведенное исследование показывает возможность применения данного природного минерала в качестве добавки в рацион карпа, что ведет к увеличению выживаемости и приросту массы тела рыб даже в условиях снижения интенсивности питания в период зимовки. При этом наилучшие показатели были выявлены для корма, содержащего 3 % опоки в качестве минеральной добавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шарапова А. В.* Обезвреживание сточных вод от тяжелых металлов под действием ультразвука и утилизация противообледевательных жидкостей с применением природных сорбентов: дис. ... канд. хим. наук. Ульяновск: Изд-во УГТУ, 2015. 114 с.
2. *Alinezhad S., Faridi M., Falahatkar B., Nabizadeh R., Davoodi D.* Effects of nanostructured zeolite and aflatoxin B1 in growth performance, immune parameters and pathological conditions of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* // *Fish and Shellfish Immunology*. 2017. V. 70. P. 648–655.
3. *Ghadarsarbazi Z., Ghiasi F., Ghorbani F., Johari S. A.* Toxicity assessment of arsenic on common carp (*Cyprinus carpio*) and development of natural sorbents to reduce the bioconcentration by RSM methodology // *Chemosphere*. 2019. V. 224. P. 247–255.
4. Пат. РФ № 2409973. Комплексная кормовая добавка для сельскохозяйственных животных и птиц / Алыков Н. М., Белая М. В., Алыкова Т. В., Алыков Е. Н., Яворский Н. И. Опубл. 27.01.11.
5. *Таратухин В. А., Шиммельская Л. К.* Корм для карпа с добавкой цеолитового туфа // *Рыбное хозяйство*. 1984. № 9. С. 35–36.
6. *Канидьев А. Н., Лабутин В. Г.* Эффективность добавления в комбикорм радужной форели природного цеолита (клиноптилолита) // *Вопросы интенсификации прудового рыбоводства*. М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1985. Вып. 45. С. 178–184.
7. *Панчихина Ж. А.* Рыбоводно-биологическая эффективность природных цеолитов в комбикормах для молоди бестера: дис. канд. биол. наук. Ростов-н/Д., 2001. 98 с.
8. *Пономарев С. В., Гамыгин Е. А., Никоноров С. И., Пономарева Е. Н., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А.* Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. Астрахань: Нова-плюс, 2002. 264 с.
9. *Микодина Е. В., Седова М. А., Чмилевский Д. А., Микулин А. Е., Пьянова С. В., Полуэктова О. Г.* Гистология для ихтиологов: опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 112 с.
10. *Зайцев В. Ф., Мелякина Э. И., Гусейнова С. А., Крючков В. Н., Лавриненко А. В.* Накопление тяжелых металлов в донных отложениях и физиологическое состояние осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна // *Юг России: экология, развитие*. 2009. № 4. С. 193–199.

Статья поступила в редакцию 24.07.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Котельников Андрей Вячеславович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук, доцент; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; kotas@inbox.ru.

Котельникова Светлана Владимировна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук, доцент; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; kotas@inbox.ru.

Ширина Юлия Михайловна — Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. с.-х. наук, доцент; доцент кафедры рыболовства и рыбоводства; uliabakaneva@yandex.ru.

Пonomarev Сергей Владимирович — Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук, профессор; профессор кафедры рыболовства и рыбоводства; kafavb@yandex.ru.



MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LIVER AND INTESTINE OF CARP WHEN USING GAIZE AS FEED SUPPLEMENT

A. V. Kotelnikov, S. V. Kotelnikova, Yu. M. Shirina, S. V. Ponomarev

*Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The paper investigates the effect of adding to the feed a natural sorbent gaize with concentration of 3% and 6% on fish-biological indicators and morphofunctional state of liver and intestines of scaly cyprin *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). The research was carried out in the innovation center “Bioaquapark - Scientific and Technical Center for Aquaculture” under Astrakhan State Technical University. Feeding of yearlings (0+) of scaly carp was carried out in 3 versions: in one control group and two experimental groups (adding 3% and 6% gaize). It has been stated that adding gaize to combined feed increased the survival rate of individuals from 90 to 100%. The increase in body weight was 53% in the test variant and 11% in the second variant. The morphological picture of carp liver in the control and both experimental groups didn't differ significantly. There were also no foci of inflammation and pathological changes in the structure of the intestine. The research results prove the possibility of using gaize as an additive in carp diet. The best results were obtained when using 3% mineral feed additive. Inclusion of sorbents in the formulation of feedstuffs increases the resistance of fish to adverse growing conditions, prevention of diseases and producing high-quality and environmentally friendly aquaculture products, as well as significantly reduces the cost of fish products.

Key words: carp, liver, intestine, feed additive, gaize, sorbent, survival, mineral supplement.

For citation: Kotelnikov A. V., Kotelnikova S. V., Shirina Yu. M., Ponomarev S. V. Morphological characteristics of liver and intestine of carp when using gaize as feed supplement. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;3:117-124. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-117-124.

REFERENCES

1. Sharapova A. V. *Obezvrezhivanie stochnykh vod ot tyazhelykh metallov pod dejstviem ul'trazvuka i utilizatsiya protivooledenitel'nykh zhidkostej s primeneniem prirodnykh sorbentov*. Dissertatsiya ... kand. khim. nauk [Ultrasound treatment of heavy metals from wastewater and disposal of anti-icing fluids using natural sorbents. Diss. ... Cand. Chem.Sci.]. Ul'yanovsk, Izd-vo UGTU, 2015. 114 p.
2. Alinezhad S., Faridi M., Falahatkar B., Nabizadeh R., Davoodi D. Effects of nanostructured zeolite and aflatoxin B1 in growth performance, immune parameters and pathological conditions of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fish and Shellfish Immunology*, 2017, vol. 70, pp. 648-655.
3. Ghadersarbazi Z., Ghiasi F., Ghorbani F., Johari S. A. Toxicity assessment of arsenic on common carp (*Cyprinus carpio*) and development of natural sorbents to reduce the bioconcentration by RSM methodology. *Chemosphere*, 2019, vol. 224, pp. 247-255.
4. Alykov N. M., Belaya M. V., Alykova T. V., Alykov E. N., Yavorskij N. I. *Kompleksnaya kormovaya dobavka dlya sel'skokhozyajstvennykh zhivotnykh i ptic* [Complex feed additive for farm animals and birds]. Patent RF, no. 2409973, 27.01.11.
5. Taratukhin V. A., Shimul'skaya L. K. Korm dlya karpa s dobavkoj ceolitovogo tufa [Zeolite tuff feed for carp]. *Rybnoe khozyajstvo*, 1984, no. 9, pp. 35-36.
6. Kanid'ev A. N., Labutin V. G. Ehffektivnost' dobavleniya v kombikorm raduzhnoj foreli prirodno go ceolita (klinoptilolita) [Effectiveness of adding natural zeolite (clinoptilolite) into feed for rainbow trout]. *Voprosy intensivizatsii prудovogo rybovodstva*. Moscow, Izd-vo VNIIPRKH, 1985. Iss. 45. Pp. 178-184.

7. Panchikhina Zh. A. *Rybovodno-biologicheskaya ehffektivnost' prirodnykh ceolitov v kombikormakh dlya molodi besterA. Dissertaciya ... kand. biol. nauk* [Fish-breeding and biological effectiveness of natural zeolites in feed for juvenile bester. Diss. ... Cand. Biol. Sci.]. Rostov-na-Donu, 2001. 98 p.

8. Ponomarev S. V., Gamygin E. A., Nikonorov S. I., Ponomareva E. N., Grozesku Yu. N., Bakhareva A. A. *Tekhnologii vyrashchivaniya i kormleniya ob'ektov akvakul'tury yuga Rossii* [Technologies for growing and feeding aquaculture organisms in southern Russia]. Astrakhan', Nova plyus Publ., 2002. 264 p.

9. Mikodina E. V., Sedova M. A., Chmylevskij D. A., Mikulin A. E., P'yanova S. V., Poluehktova O. G. *Gistologiya dlya ikhtologov: opyt i sovety* [Histology for ichthyologists: experience and advice]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2009. 112 p.

10. Zajcev V. F., Melyakina Eh. I., Gusejnova S. A., Kryuchkov V. N., Lavrinenko A. V. *Nakoplenie tyazhelykh metallov v donnykh otlozheniyakh i fiziologicheskoe sostoyanie osetrovyykh ryb Volgo-Kaspijskogo bassejna* [Accumulation of heavy metals in bottom sediments and physiological state of sturgeon in the Volga-Caspian basin]. *Yug Rossii: ehkologiya, razvitie*, 2009, no. 4, pp. 193-199.

The article submitted to the editors 24.07.2019

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kotelnikov Andrey Vyacheslavovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Assistant Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; kotas@inbox.ru.

Kotelnikova Svetlana Vladimirovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Assistant Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; kotas@inbox.ru.

Shirina Yulia Mikhailovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Assistant Professor of the Department of Fish Farming and Fishery; uliabakaneva@yandex.ru.

Ponomarev Sergey Vladimirovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Fish Farming and Fishery; kafavb@yandex.ru.

