

НЕКОТОРЫЕ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ *CARASSIUS GIBELIO* И *CARASSIUS CARASSIUS*, ОБИТАЮЩИХ В ГИДРОЛОГИЧЕСКИ РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ БАССЕЙНА РЕКИ ТУРА

M.I. Bitner, N.V. Smolina

SOME CYTOGENETIC FEATURES OF *CARASSIUS GIBELIO* AND *CARASSIUS CARASSIUS*, POPULATIONS LIVING IN HYDROLOGICALLY DIVERSE RESERVOIRS OF THE TURA RIVER BASIN

Аннотация. В статье приведены результаты анализа генетической структуры популяций *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) и *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) цитометрическим методом по размеру площади ядер эритроцитов. Актуальность работы обусловлена дискуссией в вопросах формирования серебряного карася как одного вида или нескольких экологических форм и исчезновением золотого карася как вида в естественном ареале. Сравнили карасей из разнотипных водных объектов: река Тура, река Ница (левый приток Туры), озеро Кривое (старица Туры, периодически с ней сообщающаяся), озеро Среднее (изолировано, более 70 лет не имеет связи Турой). Во всех исследованных водоемах доминирует диплоидная форма серебряного карася. Доля триплоидов в реке Ница и оз. Кривое не превысила 5%, в оз. Среднее была равна 20%, и максимум (30%) отмечен в Туре. Соотношение цитометрически определённых диплоидов и триплоидов составило: в р. Тура – 2:1, в р. Ница – 19:1, в оз. Кривое – 17:1, в оз. Среднее 3:1. При этом не определены по пloidности от 5 до 18% особей, наибольшее их число отмечено в выборке из оз. Среднее. При сравнении площади ядер эритроцитов у серебряного и золотого карасей из оз. Среднее выявлена зона перекрытия на уровне 45–54 мкм², что позволяет предположить естественную гибридизацию популяций этих видов.

Ключевые слова: цитогенетическая структура популяций; *Carassius gibelio*; *Carassius carassius*; бассейн реки Тура.

Сведения об авторах: Битнер Мария Ивановна, SPIN-код 5062-9728, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия, m.i.sid@yandex.ru; Смолина Наталья Васильевна, SPIN-код 3216-4590, канд. биол. наук, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия, natan11@mail.ru

Abstract. The article presents the results of the analysis of the genetic structure of the populations of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) and *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) by the cytometric method by the size of the area of erythrocyte nuclei. The relevance of the work is due to the discussion on the formation of crucian as one species or several ecological forms and the disappearance of crucian as a species in its natural habitat. We compared crucian carp from different types of water bodies: the Tura river, the Nica river (the left tributary of the Tura), Lake Krivoe (the Tura oxbow lake, periodically communicating with it), Lake Srednee (isolated, not connected with the Tura for more than 70 years). In all studied water bodies, the diploid form of silver crucian dominates. The proportion of triploids in the Nica river and Lake Krivoe did not exceed 5%, in the lake. The average was equal to 20%, and the maximum (30%) was noted in the Tura. The ratio of cytometrically determined diploids and triploids was: in the river Tura - 2: 1, in the river Nica – 19:1, in Lake Krivoe – 17:1, in Lake Srednee 3:1. At the same time, from 5 to 18% of individuals were not determined by ploidy, their largest number was noted in the sample from Lake Srednee. When comparing the area of erythrocyte nuclei in silver and gold crucian from the lake. The average overlap zone was found at the level of 45–54 μm², which suggests natural hybridization of the populations of these species.

Keywords: cytogenetic structure of populations; *Carassius gibelio*; *Carassius carassius*; the Tura river basin.

About the authors: Maria I. Bitner, SPIN-code 5062-9728, State Agrarian University of the Northern Urals, Tyumen, Russia, m.i.sid@yandex.ru; Natalia V. Smolina, SPIN-code 3216-4590, Candidate of Biological Sciences, State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia, natan11@mail.ru

Битнер М.И., Смолина Н.В. Некоторые цитогенетические особенности популяций *Carassius gibelio* и *Carassius carassius*, обитающих в гидрологически разнотипных водоемах бассейна реки Тура // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2023. № 3(63). С. 47–57. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/23-3/04>

Bitner, M.I., & Smolina, N.V. (2023). Some Cytogenetic Features of *Carassius gibelio* and *Carassius carassius*, Populations Living in Hydrologically Diverse Reservoirs of the Tura River Basin. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (3(63)), 47-57. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/23-3/04>

Известно, что серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) из-за гиногенетического способа размножения некоторой доли самок в популяции, может иметь сложную диплоидно-триплоидную и полиплоидную генетическую структуру [5; 7; 8; 14; 15], в связи с этим он также обладает возможностью к естественной гибридизации и трансгрессии генов с другими карповыми видами, в частности, с золотым карасем *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) [11; 12; 16–20].

В настоящее время наблюдается смещение ранее устойчивого соотношения естественных популяций серебряного карася и золотого карася в Сибири и других регионах в сторону снижения численности золотого, вероятно, в связи с расселением амурской формы серебряного карася и гибридизацией с ней. Есть сведения о распространении амурской формы серебряного карася по Обь-Иртышской речной системе вследствие искусственного зарыбления с целью повышения рыбопродуктивности водоемов Западной Сибири во второй половине XX века [3; 8]. На сегодняшний момент амурская форма серебряного карася занесена в перечень опасных инвазивных видов [9].

В действительности существует недостаток количества работ, где бы определялась плоидность серебряного карася, тип размножения, величина гибридизации у совместно обитающих видов карповых рыб. Также нехватка данных касается и относительно современного ареала серебряного карася, его численности и разнообразия возможных биотипов и путей их появления. Таким образом, общая картина разнообразия биотипов *C. gibelio*, их распределения в ареале, возможности взаимных переходов между ними и роли в экосистемах только начинает вырисовываться. Соответственно необходимо проводить исследования для адекватного представления о таксономической подразделённости карасей и изучению внутренней структуры их популяций [6; 8].

Географически все места проведения исследования располагаются в Свердловской области, Слободо-Туринском районе, вблизи села Туринская Слобода (рис. 1).

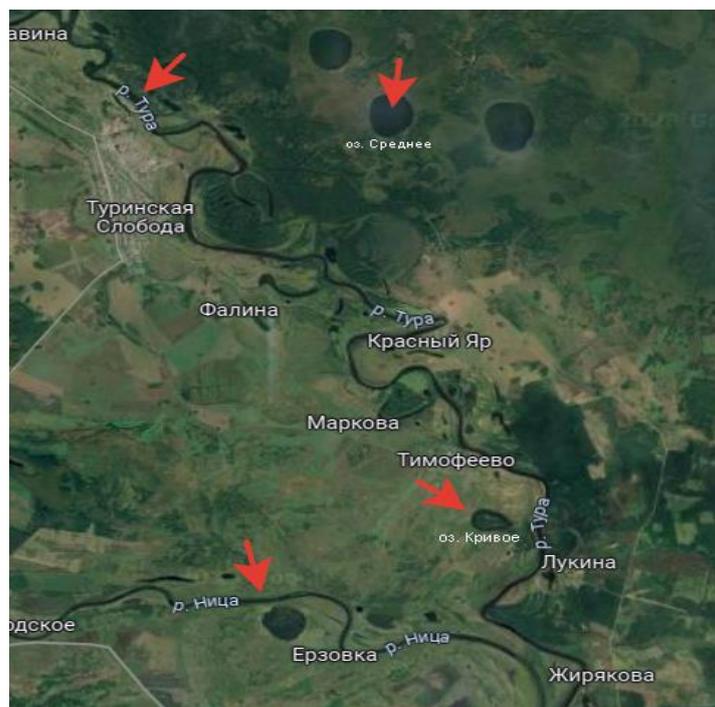


Рис. 1. Карта-схема мест расположения сбора выборок популяций серебряного карася из гидрологически различающихся водоемов бассейна р. Тура

Для проведения исследования популяций серебряного карася в бассейне реки Тура, были взяты разнотипные по гидрологии водоемы: река Тура, река Ница (левый приток р. Туры), озеро Кривое (старица р. Тура, периодически сообщающаяся с ней), озеро Среднее (обособленное, более 70 лет не соединенного с р. Тура). Географические координаты мест сбора ихтиологического материала, следующие: р. Тура – 57°65'82.1"N, 64°36'06.9"E; р. Ница – 57°51'93.6"N, 64°43'51.7"E; оз. Кривое – 57°53'87.7"N, 64°51'20.2"E оз. Среднее – 57°38'15.9"N, 64°28'50.9"E.

Река Тура. Река в Свердловской и Тюменской областях России, левый приток Тобола (бассейн Иртыша). Протекает по Туринской равнине. Длина – 1030 км, площадь бассейна – 80 400 км². Сплавная. Судоходна на 635 км от устья. Высота устья – 42 м над уровнем моря. Средний расход воды составляет – 202,7 м³/с. Как и на многих других реках региона, в водном режиме р. Туры в течение года чётко выделяются четыре фазы: высокое весеннее половодье; летне-осенняя межень (с низшим уровнем воды, как правило, с августа по октябрь); незначительные по высоте паводки во время осенних дождей; устойчивая низкая зимняя межень, продолжающаяся в среднем 140–160 дней. Зимняя межень устанавливается во второй половине ноября, а при наличии осенних дождевых паводков – в предзимний период; низший уровень воды достигается в январе-марте.

Река Ница. Река Ница образуется при слиянии рек Нейвы и Режа. Впадает в р. Тура в районе села Усть-Ницинское. Длина р. Ницы составляет 262 км, площадь бассейна равна 22 300 км². Течёт по Западно-Сибирской равнине. Питание реки смешанное, с преобладанием снегового. Замерзает в конце октября – начале ноября, вскрывается в конце апреля. Несудоходна. Ница протекает в пределах Свердловской области, по землям Алапаевского и Ирбитского, Байкаловского и Слободо-Туринского районов.

Озеро Кривое. В гидрологическом отношении это озеро-старица, приуроченное к водосбору реки Туры расположенное в Слободо-Туринском районе Свердловской области. Практически ежегодно сообщается с речной системой в период весенних паводков. В зимний период озеро заморное, в нем постоянно обитают только *C. gibelio*, *Rhynchocypris percunurus* (Pallas, 1814), *Perccottus glenii* (Dybowski, 1877). В период весенне-летнего половодья в озеро на нагул могут заходить *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758). Площадь водного зеркала старицы около 3733,5 га, преобладающая глубина – 1,5–2 м, максимальная глубина 3,8 м. Берега, обильно поросшие высшей водной растительностью. Грунт песчано-илистый.

Озеро Среднее. Небольшой таежный водоем округлой формы, расположенный на территории Свердловской области в Слободо-Туринском районе на расстоянии 5,5 км от села Туринская Слобода. Озеро заболочено с запада и со всех сторон окружено смешанным лесом. Общая площадь водного зеркала составляет 1,07 км². Глубина водной толщи до донных отложений – 1,25 м. Водоем эвтрофный, заморного типа. Ихтиофауна данного водоема представлена следующими видами: *C. gibelio* и *C. carassius*, *R. percunurus*, *P. glenii*, *P. fluviatilis*. В период проведения исследований наблюдалась эвтрофикация по всей площади озера. Особенно массово отмечены следующие виды высших водных растений: *Typha latifolia* L., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Lemna minor* L., *Potamogeton natans* L. Также в период исследований в воде зафиксировано интенсивное размножение сине-зеленой водоросли *Aphanizomenon flos-aquae* L. в монокультуре.

Объектом исследования послужили четыре популяции *C. gibelio* из двух рек и двух озёр и одна популяция *C. carassius*, совместно обитающая с серебряным карасём в оз. Среднем. Вылов, преимущественно, осуществлялся закидным неводом длиной 50 м. Исследование популяций из выбранных водных объектов проведено впервые.

Проведен полный биологический анализ всех выборок, определены размеры особей, половая и возрастная структура популяций [13].

Для измерения площади ядер эритроцитов (ПЯЭ) у особей в живом состоянии отбирался образец артериальной крови с дальнейшей фиксацией и окраской ядер эритроцитов с помощью фиксатора-красителя, который представляет собой 0,3% раствор сухого красителя эозин метиленовый синий по Май-Грюнвальду в метаноле.

Цитогенетический анализ проведен микроскопическим способом, цитологические измерения ядер эритроцитов выполнены в лицензионной версии программы Levenhuk Lite. Площадь ядра эритроцита определяли по формуле площади эллипса с учетом измерений длины и ширины эритроцита [1]. Для статистической достоверности определения ПЯЭ число измеренных эритроцитов у каждой особи составило 20 случайных экземпляров [10].

Распределение особей на диплоидов и триплоидов с учетом ПЯЭ осуществлено на основании сведений о генетически определённых размерах ПЯЭ диплоидов и триплоидов [1; 8]. По материалам Н.Б. Черфас [8], ПЯЭ диплоидов составляла 50,2 мкм², а у триплоидов – 71,6 мкм², по данным М.И. Абраменко с соавторами [1; 2], ПЯЭ диплоидов составило 51,0 ± 11,0 мкм², у триплоидов 79,4 ± 12,3 мкм². Поэтому при проведении цитогенетического анализа

в группу диплоидов были включены особи, у которых средняя величина ПЯЭ была менее 62,0 мкм², а к триплоидам отнесли особей с размерами ПЯЭ более 67,1 мкм² [15]. Статистический анализ проведен с использованием пакета программ Microsoft Excel-2010 с учетом общепринятых рекомендаций [10].

Размерная, половая и возрастная характеристики исследованных выборок из популяций серебряного и золотого карасей Слободо-Туринского района бассейна реки Тура представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Размерная, половая и возрастная характеристика выборок
серебряного и золотого карасей бассейна реки Тура**

Водный объект, год сбора	Вид	Длина промысловая, см			Пол, экз.		Модальная возрастная группа, год	Количество, экз.
		min	max	M±m	самки	самцы		
р. Тура, 2019 г.	<i>Carassius gibelio</i>	10,5	23,7	18,5±0,4	37	13	6+	50
р. Ница, 2019 г.	<i>Carassius gibelio</i>	16,2	25,2	20,4±0,2	43	57	6+	100
оз. Кривое, 2016 г.	<i>Carassius gibelio</i>	12,4	22,5	16,8±0,1	77	23	4+	100
оз. Среднее, 2018 г.	<i>Carassius gibelio</i>	8,2	15,4	11,6±0,1	83	17	4+	100
	<i>Carassius carassius</i>	10,1	15,2	12,5±0,1	48	52	6+	100

Промысловая длина рыб во всех выборках варьировала от 8,2 до 25,2 см. Наиболее крупные особи по длине и по массе пойманы в р. Ница, где средний показатель промысловой длины составил 20,4±0,1 см. Наиболее мелкие особи серебряного карася, длина которых в среднем составила 11,6±0,1 см, обитают в оз. Среднее.

Соотношение самок и самцов в популяциях серебряного карася следующее: в р. Тура – 3:1, в р. Ница – 1:1, в оз. Кривом – 3:1, в оз. Среднем – 5:1.

Также в Среднем озере при симпатическом обитании двух видов карасей (серебряного и золотого) не наблюдается существенного доминирования одного из видов ни по размерам, ни по численности. Соотношение самок и самцов золотого карася в оз. Среднем составило 1:1, что соответствует классическому описанию диплоидной двуполой популяции [17–20].

Модальной возрастной группой исследованных особей серебряного карася в озерах Кривом и Среднем были пятилетки (4+). В реках Тура и Ница основу уловов составляли семилетки. Популяция золотого карася из оз. Среднее была также представлена преимущественно семилетками.

Цитогенетическая структура и половой состав популяций серебряного карася, обитающих в разнотипных водоемах бассейна реки Тура, представлен в таблице 2.

Таблица 2

Цитогенетическая структура с учётом половых групп в популяциях серебряного карася, обитающих в разнотипных водных объектах бассейна реки Тура

Водоем, год сбора	Доля особей в выборке, %					
	диплоиды, ПЯЭ до 62,0 мкм ²		неизвестные, ПЯЭ от 62,0 до 67,1 мкм ²		триплоиды, ПЯЭ свыше 67,1 мкм ²	
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
р. Тура, 2019 г.	30,0	26,0	14,0	0,0	28,0	2,0
р. Ница, 2019 г.	35,0	56,0	4,0	1,0	4,0	0,0
оз. Кривое, 2016 г.	65,0	21,0	7,0	2,0	5,0	0,0
оз. Среднее, 2018 г.	48,0	14,0	17,0	1,0	18,0	2,0

В двух из четырех исследованных водоемов (р. Тура и оз. Среднее) были обнаружены триплоидные самцы, что подтверждает правильность примененного метода определения ploidy особей [6; 14; 15].

Во всех исследованных водоемах доминирует диплоидная форма серебряного карася. Наибольшее количество триплоидных особей было обнаружено в оз. Среднее – 20 экз. Также высокая доля (15 экз. или 30%) триплоидов определена в популяции серебряного карася из реки Туры. В реке Ница и озеро Кривое доля триплоидов не превысила 5% от общего числа выборки.

Общее распределение по площади ядер эритроцитов диплоидных и триплоидных форм в исследованных популяциях серебряного карася из водоемов бассейна реки Тура представлено на рисунке 2.

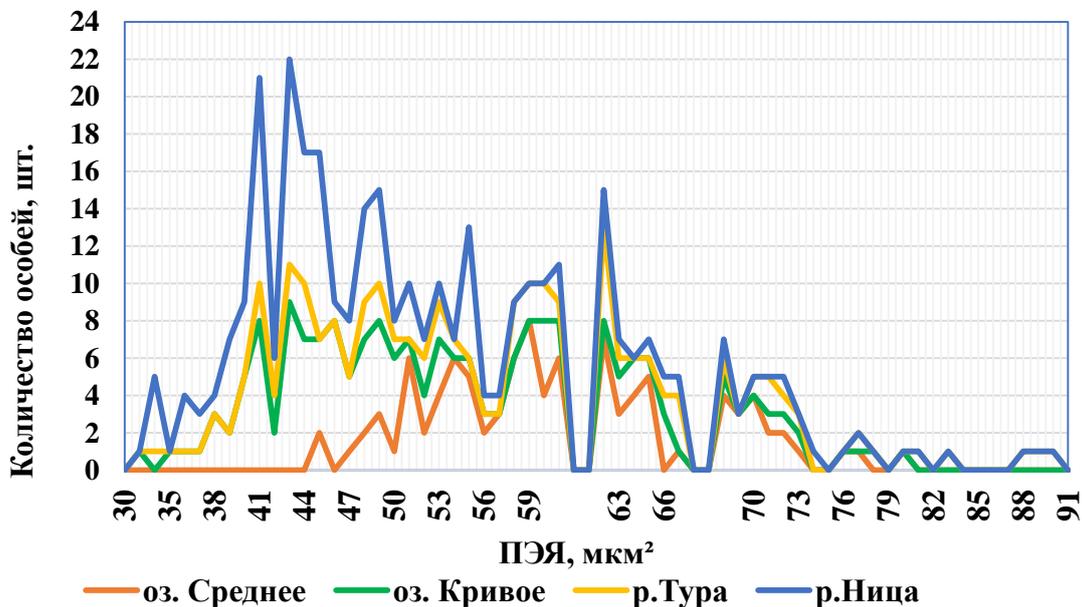


Рис. 2. Распределение исследованных особей серебряного карася по площади ядер эритроцитов в популяциях бассейна реки Тура

Из полученных данных видно, что выборки серебряного карася имеют диплоидную (ПЯЭ от 30 до 62 мкм²) и триплоидную (ПЯЭ свыше 67,1 мкм²) форму в соотношениях: р. Тура – 2:1, р. Ница – 19:1, оз. Кривое – 17:1, оз. Среднее 3:1.

Также в область неопределенности ПЯЭ (от 62,0 мкм² до 67,1 мкм²) в популяциях серебряного карася попали особи из каждого исследуемого водоема. Наибольшее число неопределенных особей оказалось в выборке из оз. Среднее – 18 экземпляров.

Сравнение цитологических характеристик популяций серебряного и золотого карасей, совместно обитающих в оз. Среднем, представлены в виде графика на рисунке 3.

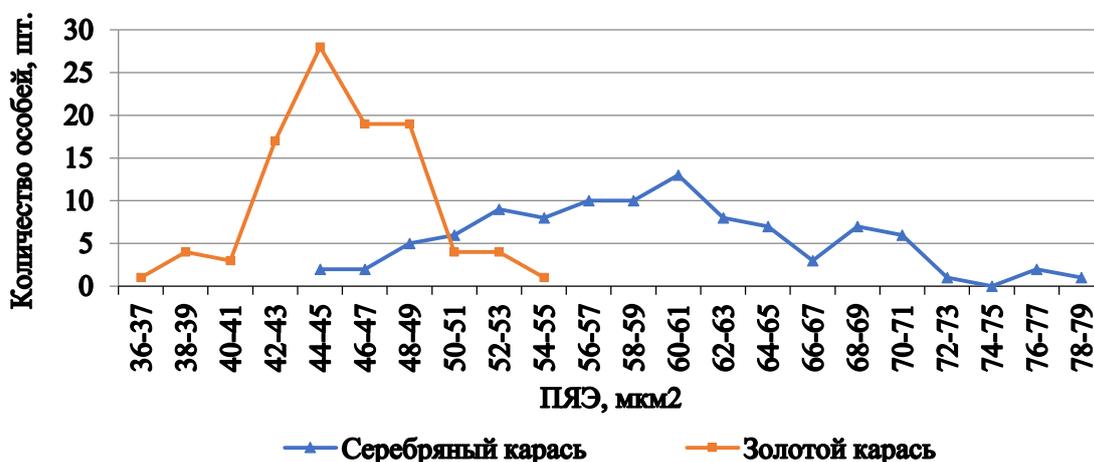


Рис. 3. Распределение исследованных особей по площади ядер эритроцитов в популяциях серебряного и золотого карасей, совместно обитающих в оз. Среднем

При цитологическом исследовании в популяции серебряного карася оз. Среднее выявлены диплоиды (62 особи) и триплоиды (20 особей), ПЯЭ которых варьировали у диплоидов в диапазоне от 44,60 до 62,85 мкм², а у триплоидов – от 63,24 до 79,75 мкм².

Размеры ядер эритроцитов у золотого карася варьировали от 36,92 до 54,04 мкм². В области пересечения с серебряным карасем попадают 72 особи с диапазоном ядер 45–54 мкм². При этом максимальные показатели ПЯЭ свыше 50 мкм³, характерные для генетически определённых диплоидов серебряного карася, имели 5 самцов. Возможно, это гибриды, так как существуют данные, что самцы карповых видов быстрее вступают в гибридизацию, чем самки [1; 5; 6]. Исходя из этого, можно предположить наличие естественной гибридизации между популяциями золотого и серебряного карасей, совместно обитающих в оз. Среднем Слободо-Туринского района Свердловской области.

Во всех исследованных водных объектах доминирует диплоидная форма серебряного карася. В реке Ница и озере Кривое доля триплоидов не превысила 5% от выборки. Среднее количество триплоидных особей было обнаружено в оз. Среднее – 20 экз. Максимальная доля триплоидов (30%) определена в популяции серебряного карася из реки Туры. Половая структура и генетическая не имеют соответствия между собой. Соотношение диплоидной и триплоидной форм следующее: р. Тура – 2:1, р. Ница – 19:1, оз. Кривое – 17:1, оз. Среднее 3:1. При этом не определены по плоидности от 5 до 18 % исследованных особей серебряного карася из-за попадания средних размеров ПЯЭ в область неопределенности (от 62,0 мкм² до 67,1 мкм²). Наибольшее число неопределенных особей оказалось в выборке из оз. Среднее. При сравнении ПЯЭ у серебряного и золотого карасей из оз. Среднее выявлена большая зона

перекрытия на уровне 45–54 мкм², в нее попали 27 экз. серебряного и 72 экз. золотого карасей, в зоне свыше 50 мкм², характерной для ПЯЭ генетически определённых диплоидов серебряного карася, все пять особей золотого карася являются самцами. Всё это позволяет предположить возможность естественной гибридизации популяций двух видов рода *Carassius* в оз. Среднее.

Авторы выражают благодарность Сидорову Ивану Валентиновичу – за технологическую помощь при отборе биологического материала во время проведения полевого этапа исследований.

Литература

1. Абраменко М.И. Дифференциальная избирательность самцов серебряного карася *Carassius auratus gibelio* при брачном ухаживании за самками бисексуальной и гиногенетической форм // Первый конгресс ихтиологов России. М.: ВНИРО, 1997. 185 с.
2. Абраменко М.И. Адаптивные механизмы распространения и динамики численности *Carassius auratus gibelio* в Понто-Каспийском регионе (на примере Азовского бассейна) // Российский журнал биологических инвазий. 2011. №2. С. 3–27.
3. Абраменко М.И., Недвига И.В. Ретроспективный анализ причин и последствий вспышки численности серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) в Цимлянском водохранилище // Цимлянское водохранилище: состояние водных и прибрежных экосистем, проблемы и пути решения. 2011. С. 46–61.
4. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. М.: Наука, 1998. 220 с.
5. Васильева Е.Д. О морфологической дивергенции гиногенетической и бисексуальной форм серебряного карася *Carassius auratus* (Cyprinidae, Pisces) // Зоологический журнал. 1990. №11. С. 97–110.
6. Вехов Д.А. Некоторые проблемные вопросы биологии серебряного карася *Carassius auratus s.lato* // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2013. №19. С. 5–38.
7. Головинская К.А., Ромашов Д.Д., Черфас Н.Б. Однополые и двуполые формы серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)) // Вопросы ихтиологии. 1965. Т. 5. №4. С. 614–629.
8. Горюнова А.И., Исбеков К.Б., Асылбекова С.Ж., Данько Е.К. О карасях периодически высыхающих степных озёр Северного Казахстана в свете современных отечественных и зарубежных исследований // Промысловые виды и их биология. Труды ВНИРО. 2017. Т. 165. С. 27–44.
9. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). М.: Товарищество научных изданий КМК. 2018. 688 с.
10. Лакин Г.Ф. Биометрия. М: Высшая школа, 1990. 352 с.
11. Павлов Д.А. Жизненный цикл двух видов рода *Carassius* (Cyprinidae) в условиях симпатрии // Вопросы ихтиологии. 2022. Т. 62. №6. С. 721–736.

12. Поспелова Е.С., Смолина Н.В. Ихтиофауна и промысел в Тюменской области (юг) // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. Сб. мат-лов LV студ. научн.-практ. конф. Тюмень. 2021. С. 626–632.

13. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Изд. 4-е доп. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

14. Межжерин С.В., Лисецкий И.Л. Генетическая структура популяций карасей (Cypriniformes, Cyprinidae, *Carassius* L., 1758), населяющих водоёмы Среднеднепровского бассейна // Цитология и генетика. 2004. №5. С. 35–44.

15. Янкова Н.В. Эколого-морфологические особенности диплоидно-триплоидных комплексов серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) на примере озер междуречья Тобол-Тавда: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тюмень. 2006. 22 с.

16. Knytl, M., Kalous, L., Symonová, R., Rylková, K., Ráb, P. Chromosome studies of European cyprinid fishes: cross-species painting reveals natural allotetraploid origin of *Carassius* female with 206 chromosomes. *Cytogenetic and Genome Research*. 2013. Vol. 139. P. 276–283.

17. Hänfling, B., Bolton, P., Harley, M., Carvalho G.R. A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius* spp. and *Cyprinus carpio*) // *Freshwater Biology*. 2005. Vol. 50. P. 403–417.

18. Haynes G.D., Gongora J., Gilligan D.M., et al. Cryptic hybridization and introgression between invasive Cyprinid species *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus* in Australia: implications for invasive species management // *Animal Conservation*. 2012. Vol. 15. P. 83–94.

19. Papošek I., Vetesnik L., Halacka K., et al. Identification of natural hybrids of gibel carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) and crucian carp *Carassius carassius* (L.) from lower Dyje River floodplain (Czech Republic) // *Journal of Fish Biology*. 2008. Vol. 72. P. 1230–1235.

20. Wouters J., Janson S., Lusková V., Olsén K.H. Molecular identification of hybrids of the invasive gibel carp *Carassius auratus gibelio* and crucian carp *Carassius carassius* in Swedish waters // *Journal of Fish Biology*. 2012. Vol. 80. № 7. P. 2595–2604.

References

1. Abramenko, M.I. 1997. Differencial'naya izbiratel'nost' samczov serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* pri brachnom uxazhivanii za samkami biseksual'noj i ginogeneticheskoj form // Pervyj kongress ixtiologov Rossii. M.: VNIRO, 185 s. (in Russ.).

2. Abramenko, M.I. (2011). Adaptivny'e mexanizmy` rasprostraneniya i dinamiki chislenosti *Carassius auratus gibelio* v Ponto-Kaspijskom regione (na primere Azovskogo bassejna). *Rossijskij zhurnal biologicheskix invazij*, 2, 3-27. (in Russ.).

3. Abramenko, M.I., & Nedviga, I.V. (2011). Retrospektivny`j analiz prichin i posledstvij vspy`shki chislenosti serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) v Cimlyanskom vodoxranilishhe. *Cimlyanskoe vodoxranilishhe: sostoyanie vodny`x i pribrezhny`x e`kosistem, problemy` i puti resheniya*, 46-61. (in Russ.).

4. Annotirovanny`j katalog krugloroty`x i ry`b kontinental`ny`x vod Rossii. M.: Nauka, 1998. 220 s. (in Russ.).

5. Vasil`eva, E.D. (1990). O morfologicheskoy divergencii ginogeneticheskoy i biseksual`noj form serebryanogo karasya *Carassius auratus* (Cyprinidae, Pisces). *Zoologicheskij zhurnal*, 11, 97-110. (in Russ.).
6. Vexov, D.A. (2013). Nekotory`e problemny`e voprosy` biologii serebryanogo karasya *Sarassius auratus* s.lato. *Nauchno-texnicheskij byulleten` laboratorii ixtiologii INE`NKO*, 19, 5-38. (in Russ.).
7. Golovinskaya, K.A., Romashov, D.D., & Cherfas, N.B. (1965). Odnopoly`e i dvupoly`e formy` serebryanogo karasya (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)). *Voprosy` ixtiologii*, 5(4), 614-629. (in Russ.).
8. Goryunova, A.I., Isbekov, K.B., Asy`lbekova, S.Zh., & Dan`ko, E.K. (2017). O karasyax periodicheski vy`sy`xayushhix stepny`x ozyor Severnogo Kazaxstana v svete sovremenny`x otechestvenny`x i zarubezhny`x issledovaniy. *Promy`slovy`e vidy` i ix biologiya*, Trudy` VNIRO, 165, 27-44. (in Russ.).
9. Dgebuadze, Yu.Yu., Petrosyan, V.G., & Xlyap L.A. (2018). Samy`e opasny`e invazionny`e vidy` Rossii (TOP-100). M.: Tovarishestvo nauchny`x izdaniy KMK, 688 s. (in Russ.).
10. Lakin, G.F. (1990). Biometriya. M: Vy`sshaya shkola, 352 s. (in Russ.).
11. Pavlov, D.A. (2022). Zhiznenny`j cikl dvux vidov roda *Carassius* (Cyprinidae) v usloviyax simpatrii. *Voprosy` ixtiologii*, 62(6), 721-736. (in Russ.).
12. Pospelova, E.S., & Smolina, N.V. (2021). Ixtiofauna i promy`sel v Tyumenskoj oblasti (yug). *Aktual`ny`e voprosy` nauki i xozyajstva: novy`e vy`zovy` i resheniya*. Sb. mat-lov LV stud. nauchn.-prakt. konf. Tyumen`, 626-632. (in Russ.).
13. Pravdin, I.F. (1966). Rukovodstvo po izucheniyu ry`b. Izd. 4-e dop. M.: Pishhevaya promy`shlennost`, 376 s. (in Russ.).
14. Mezhdzherin, S.V., & Liseczkij, I.L. (2004). Geneticheskaya struktura populyacij karasej (Cypriniformes, Cyprinidae, *Carassius* L., 1758), naselyayushhix vodoyomy` Srednedneprovskogo bassejna. *Citologiya i genetika*, 5, 35-44. (in Russ.).
15. Yankova, N.V. (2006). E`kologo-morfologicheskie osobennosti diploidno-triploidny`x kompleksov serebryanogo karasya *Carassius auratus gibelio* (Bloch) na primere ozer mezhdurech`ya Tobol-Tavda: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Tyumen`. 22 s. (in Russ.).
16. Knytl, M., Kalous, L., Symonová, R., Rylková, K., & Ráb, P. (2013). Chromosome studies of European cyprinid fishes: cross-species painting reveals natural allotetraploid origin of *Carassius* female with 206 chromosomes. *Cytogenetic and Genome Research*, 139, 276-283.
17. Hänfling, B., Bolton, P., Harley, M., & Carvalho G.R. (2005). A molecular approach to detect hybridisation between crucian carp (*Carassius carassius*) and non-indigenous carp species (*Carassius spp.* and *Cyprinus carpio*). *Freshwater Biology*, 50, 403-417.
18. Haynes G.D., Gongora J., & Gilligan D.M., et al. (2012). Cryptic hybridization and introgression between invasive Cyprinid species *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus* in Australia: implications for invasive species management. *Animal Conservation*, 15, 83-94.

19. Papošek I., Vetesnik L., & Halacka K., et al. (2008). Identification of natural hybrids of gibel carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) and crucian carp *Carassius carassius* (L.) from lower Dyje River floodplain (Czech Republic). *Journal of Fish Biology*, 72, 1230-1235.

20. Wouters J., Janson S., Lusková V., Olsén K.H. (2012). Molecular identification of hybrids of the invasive gibel carp *Carassius auratus gibelio* and crucian carp *Carassius carassius* in Swedish waters. *Journal of Fish Biology*, 80(7), 2595-2604.

Дата поступления: 31.05.2023

Дата принятия: 06.09.2023

© Битнер М.И., Смолина Н.В., 2023