

УДК 597.5 : 59.009

Мониторинг состояния серебряного карася *Carassius auratus gibelio* Bloch из рек Кирпили и Секуа в Северо-Западном Предкавказье

Романова Е. И.

Кубанский государственный университет
Краснодар, Россия
romanova.med@mail.ru

Проведено сравнение морфологических и морфо-физиологических показателей серебряного карася из двух рек Северо-Западного Предкавказья – степной реки Кирпили и горной реки Секуа. В качестве морфологических характеристик рассмотрены показатели флуктуирующей асимметрии рыб – количество лучей в грудных и брюшных плавниках и количество чешуй, прободенных отверстиями боковой линии. Анализ показателя ЧАПП (частота асимметричного проявления на признак) свидетельствует о том, что экологическое состояние реки Секуа является критическим, состояние реки Кирпили не так сильно отклонено от нормы. Анализ показателя ЧАПО (частота асимметричного проявления на особь) показывает, что экологическое состояние реки Кирпили улучшается в течение периода с 2017 по 2020 год, а экологическое состояние реки Секуа не меняется в течение этого периода. Также рассмотрены морфофизиологические характеристики серебряного карася – индексы сердца, печени, почек, гонад и кишечника. Размеры индекса печени у серебряных карасей из исследованных рек не различаются весной и летом, но достоверно увеличиваются осенью, что объясняется накоплением гликогена в печени перед зимовкой. Межпопуляционная изменчивость данного признака отсутствует. Индексы сердца и почек не меняются как по сезонам, так и в один сезон у карасей из разных рек, что объясняется постоянством напряжения обмена веществ в организме рыб по сезонам. Индексы гонад у самцов и самок не меняются в течение весны, лета и осени, что свидетельствует о нескольких циклах нереста в условиях рек Северо-Западного Предкавказья.

Ключевые слова: серебряный карась, флуктуирующая асимметрия, индекс органа, Предкавказье.

ВВЕДЕНИЕ

Морфологические и физиологические характеристики относятся к базовым параметрам живых организмов. Экологический стресс, влияя на устойчивость онтогенетического развития особей, часто приводит к изменениям указанных характеристик особей в популяциях. Изучение данных характеристик рыб является актуальным, т.к. дает возможность оценить как их адаптивный потенциал, так и качество воды в реках, где они обитают.

Ранее на серебряном карасе было установлено, что показатели флуктуирующей асимметрии парных плавников рыб скоррелированы с экологическим состоянием водоема (водотока) при формировании у рыб остеологических признаков (Костылева, Пескова, 2011, Костылева, 2012, Пескова, Хорошеньков, 2013).

Новизна данного исследования заключается в том, что параллельно с оценкой отклонения развития рыб от стабильного, проводилась оценка их морфофизиологического статуса – по индексам внутренних органов рыб.

Цель данной работы – мониторинг состояния серебряного карася в степной и горной реках Северо-Западного Предкавказья по морфологическим и морфофизиологическим показателям рыб. Задачами работы было выявить показатели флуктуирующей асимметрии и индексов внутренних органов карасей и на основании полученных данных оценить экологическое состояние рек, в которых были пойманы рыбы. Объект исследования – серебряный карась. Предмет исследования – печень, сердце, почки, гонады, парные плавники, органы боковой линии рыб.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводили весной, летом и осенью 2021 года. В качестве объекта исследования был выбран карась серебряный (*Carassius auratus gibelio* Bloch). Для установления видовой принадлежности рыб был использован определитель «Рыбы юго-запада России» (Емтыль, Иваненко, 2002). Облов проводили в реках Секуа и Кирпили. Для ловли материала были использованы поплавочные удилища.

Река Секуа – недлинная горная река с большими перепадами высот по ходу течения. Берет начало на южном склоне горы Пляхо на высоте 618 м н.у.м. Впадает в Черное море между поселками Новомихайловский и Лермонтово. Обловы совершались в 2–3 км от кемпинга «Радужный». Берега обрывистые, поросшие густой травой и камышом. Сбор материала проводился с правого берега. Рядом отсутствуют промышленные предприятия. В данной точке для исследования было выловлено 141 особь, из них 108 самок и 33 самца. Среди них были пойманы особи следующих возрастных групп: 2+, 3+, 4+, 5+.

Река Кирпили – степная река в Краснодарском крае, берёт начало в 7–8 км к северо-западу от станицы Ладожской и течёт по направлению к Азовскому морю. У станицы Медвёдовской в неё впадает крупная река Кочеты. Река Кирпили протекает по густонаселённой части степной зоны Краснодарского края. Облов был совершен в 5–7 км выше от города Тимашевска. Берега пологие, местами обрывистые, густо поросшие тростником. Из водных растений встречается ряска, роголистник и рдест. Сбор материала проводился с правого берега. В данной точке для исследования было выловлено 153 особи, из них 114 самок и 39 самцов. Среди них были пойманы особи следующих возрастных групп: 2+, 3+, 4+, 5+.

Мы оценивали флуктуирующую асимметрию карповых рыб по стандартным методикам (Методические рекомендации..., 2003). Учёт билатеральных меристических признаков проводили по обеим сторонам тела, рассматривая распределение значений всех признаков справа и слева, а именно: число лучей в грудных плавниках; число лучей в брюшных плавниках; число чешуй в боковой линии.

Нами были использованы следующие показатели флуктуирующей асимметрии: частота асимметричного проявления на признак (ЧАПП) и частота асимметричного проявления на особь (ЧАПО). Показатель ЧАПП характеризует соотношение количества признаков особи с зарегистрированной асимметрией, к количеству изученных признаков. Показатель ЧАПО характеризует соотношение количества особей с зарегистрированным асимметричным признаком, к количеству особей в выборке. Балльную оценку отклонений развития рыб от стабильного (условно нормального) состояния проводили по разработанной ранее шкале с дополнениями для южных регионов, где количество баллов от 1 (наилучшее экологическое состояние водоема) до 5 (критическое экологическое состояние водоема) (Методические рекомендации..., 2003; Хорошеньков, 2013).

Помимо этого, мы оценивали морфо-физиологическое состояние некоторых внутренних органов рыб, таких как сердце, почки, печень, кишечник и гонады (отдельно для самцов и самок). После взвешивания указанных органов, были рассчитаны их индексы в промилле (для сердца, почек, печени, гонад) и в процентах (для кишечника) (Шварц, 1958).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Показатель частоты асимметричного проявления на признак (ЧАПП) даёт общую оценку качества водной среды в водоёме. Показатель частоты асимметричного проявления на особь (ЧАПО) даёт возможность оценить динамику состояния водоёма за ряд лет (Хорошеньков, 2013). Поэтому в своей работе мы рассматривали оба показателя флуктуирующей изменчивости. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Судя по данным таблицы 1, экологическое состояние обеих рек довольно тяжелое, однако причины такого состояния в реках различаются. В горной реке Секуа ее критическое

Таблица 1

Частота асимметричного проявления на признак серебряных карасей и экологическое состояние исследованных рек Северо-Западного Предкавказья

Частота асимметричного проявления на признак				Балл	Экологическое состояние реки
В целом	Лучей в грудных плавниках	Лучей в брюшных плавниках	Чешуй в боковой линии		
Река Секуа					
0,69±0,01	0,63	0,71	0,73	5	Критическое
Река Кирпили					
0,42±0,01	0,43	0,27	0,57	4	Отклонено от нормы

состояние связано с обмелением, пересыханием и недостатком кислорода в воде. Бассейн реки Кирпили, относится к территории интенсивного хозяйственного использования. В результате река получает многочисленные загрязняющие вещества со своего водосборного бассейна, такие как нефтепродукты, тяжелые металлы, хлорорганические пестициды. Также для реки характерно накопление избытка ила, что приводит к уменьшению глубины реки и содержания в ней кислорода.

Все учтенные признаки внесли весомый вклад в величину ЧАПП у карасей из реки Секуа. Для карасей из реки Кирпили складывается иная картина. Так, признак «Число лучей» в брюшных плавниках у карасей из Кирпилей вносит заметно меньший вклад в формирование общей асимметрии по сравнению с карасями из Секуа.

Таблица 2

Частота асимметричного проявления на особь разновозрастных серебряных карасей из исследованных рек Северо-Западного Предкавказья

Частота асимметричного проявления на особь (значение ± ошибка средней)					Балл (по годам)
В целом	2+	3+	4+	5+	
Река Секуа					
0,68±0,02	0,69±0,04	0,67±0,12	0,66±0,08	0,69±0,07	5 / 5 / 5 / 5
Река Кирпили					
0,37±0,04	0,27±0,07	0,36±0,03	0,40±0,03	0,43±0,02	1 / 3 / 4 / 4

Так как изученные нами остеологические признаки формируются у личинок рыб, то характеристика разновозрастных рыб дает возможность оценивать качество воды в реке в течение нескольких лет. Согласно шкалы (Хорошеньков, 2013), состояние реки Секуа оценивается как критическое на протяжении ряда лет – с 2017 по 2020 год. В результате многолетнего мониторинга следует отметить, что состояние реки Кирпили оценивается как значительно отклоненное от нормального в 2017 и 2018 годах. В 2019 году отклонение состояния реки от нормального является средним, а в 2020 году является условно нормальным. Мы объясняем это тем, что хозяйственная деятельность в бассейне реки Кирпили в последние годы уменьшается в объёме, уменьшается как загрязнение воды токсикантами, так и ее эвтрофикация биогенными элементами.

Индивидуальная изменчивость морфо-физиологических показателей рыб зависит от комплекса абиотических и биотических факторов реки, в которой они обитают. Так как серебряный карась не перемещается на большие расстояния в течение жизни, то его особенности, в частности индексы внутренних органов, могут служить показателем изменений, происходящих в водоеме. В связи с этим нами были исследованы внутренние органы рыб – печень, гонады, сердце, почки, ЖКТ и рассчитаны индексы данных органов. Результаты приведены в таблице 3.

Размеры индекса печени у серебряных карасей из исследованных рек не различаются весной и летом, но достоверно увеличиваются осенью. Мы объясняем это тем, что осенью

идет подготовка организма рыб к зимовке, что выражается, в частности, накоплением гликогена в печени рыб. Размеры печени рыб даже одного вида и возраста могут сильно колебаться. Так, в исследовании С. С. Шварца, В. С. Смирнова и Л. Н. Добринского (1968) индекс печени серебряного карася из реки Обь составлял 37,2 – 44,4 % у особей возрастов 3+ и 4+. А в работе Г. В. Девяткина и А. А. Кобцовой (2022) этот индекс у карасей того же возраста, пойманных в озерах Большое и Столбовое в Республике Хакасия, был гораздо меньше, он составлял 0,53 – 1,21 %.

Индекс сердца не меняется у рыб в нашем исследовании в течение всех сезонов. Аналогичные и сопоставимые с нашими данные были получены ранее (Шварц и др., 1968). В этом исследовании величина индекса сердца серебряных карасей варьировала в пределах 1,3–1,7 %.

Таблица 3

Морфофизиологические индексы серебряных карасей из исследованных рек Северо-Западного Предкавказья

Органы	Индекс органа (%) ± ошибка средней					
	Река Секуа			Река Кирпили		
	Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
Печень	1,12±0,09	1,70±0,10	2,24 ±0,17	1,58±0,10	1,52±0,05	1,96±0,13
Сердце	1,58±0,10	1,63±0,06	1,48 ±0,10	1,50±0,10	1,73±0,15	1,69±0,03
Почки	1,20±0,14	1,12±0,09	1,28 ±0,11	1,26±0,08	1,21±0,09	1,30±0,04
Гонады самцы	21,45±3,86	26,60±3,52	27,59±4,22	20,26±2,44	30,10±1,70	29,07±1,56
Гонады самки	92,2±3,11	104,9±3,40	110,2±4,05	98,8±3,65	112,7±4,19	108,1±2,54
Кишечник	7,23±0,20	6,98±0,16	6,62±0,42	7,38±0,21	7,14±0,13	6,70±0,34

Индекс почек является отражением уровня обмена веществ в организме рыбы, его увеличение говорит о напряженности обмена веществ и соответственно загрязненности реки, в которой караси были пойманы. Величина индекса почек не различается как в один сезон у карасей из разных рек, так и в разные сезоны у карасей из одной реки. Но если сравнить наши данные с данными другого исследования (Мурадова, Сиротина, 2016), где величина индекса почек составляла 0,49–0,55 %, то можно сказать, что условия жизни в реках Секуа и Кирпили не являются оптимальными для серебряных карасей.

Относительная длина кишечника достоверно не различается, но имеет тенденцию к уменьшению от весны к осени. Эти данные аналогичны показателям серебряных карасей из озер Костромской области (Мурадова, Сиротина, 2016).

Относительные размеры гонад как самцов, так и самок серебряных карасей из исследованных рек свидетельствуют о том, что все особи к моменту отлова были готовы к размножению. В климате Северо-Западного Предкавказья караси могут размножаться до 3-х раз в течение весенне-летне-осеннего сезона, что подтверждается нашим исследованием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование морфометрических и морфо-физиологических параметров серебряных карасей из степной и горной рек Северо-Западного Предкавказья показало, что условия жизни рыб в обеих реках отклоняются от оптимальных. По показателю ЧАПП экологическое состояние реки Кирпили оценивается четвертым баллом, то есть имеет место значительное отклонение от нормы, реки Секуа – пятым баллом, то есть ее экологическое состояние критическое. Показатель ЧАПО дает возможность оценивать состояние реки за ряд лет. Судя по нему качество воды в реке Секуа остается стабильно низким в период с 2017–2020 годов. Состояние реки Кирпили постепенно улучшается от плохого в 2017–2018 годы, к среднему в 2019 году и условно нормальному в 2020 году.

Индексы сердца и почек серебряных карасей сходны между собой как в разные сезоны, так и в разных реках. Повышенный индекс почек по сравнению с карасями из других частей его ареала свидетельствует о неоптимальности условий существования рыб в реках Секуа и Кирпили. Индекс печени достоверно больше у карасей из обеих рек осенью по сравнению с весенними и летними показателями, что связано с подготовкой рыб к зимовке. Индекс кишечника имеет тенденцию к уменьшению от весны к осени, что связано со снижением темпов питания рыб. Индексы гонад самцов и самок карасей не различаются в реках, они достаточно высокие весной, летом и осенью, что дает возможность рыбам размножаться в условиях северо-западного Предкавказья до трех раз за сезон.

Список литературы

- Девяткин Г. В., Кобцева А. А. Морфофизиологические индексы *Carassius gibelio* и *Perca fluviatilis* // Вестник Хакасского государственного университета им. Н. Ф. Катанова. – 2022. – № 1 (39). – С. 17–20.
- Емтыль М. Х., Иваненко А. М. Рыбы юго-запада России. – Краснодар: 2002. – 340 с.
- Костылева Л. А., Пескова Т. Ю. Оценка гомеостаза развития рыб нижнего Дона по показателю флуктуирующей асимметрии // Естественные науки. Журнал фундаментальных и прикладных исследований. – 2011. – Т. 36, №3. – С. 44–50.
- Костылева Л. А. Оценка экологического состояния устья реки Дон по стабильности развития позвоночных гидробионтов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саратов: СГУ, 2012. – 19 с.
- Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). – М., 2003. – 28 с.
- Моисеенко Т. И. Концепция «здоровья» экосистемы в оценке качества вод и нормирования антропогенных нагрузок // Экология. – 2008. – № 6. – С.411–419.
- Мурадова Л. В., Сиротина М. В. Мониторинг состояния популяции карася серебряного (*Carassius gibelio*) озера Каменик костромской области // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – Т. 18, № 2. – С. 150–154.
- Пескова Т. Ю., Хорошеньков Е. А. Флуктуирующая асимметрия серебряного карася и густеры из некоторых степных рек Кубани // Вестник Тамбовского университета. Серия естественные и технические науки. – 2013. – Т. 18, № 6. – С. 3107–3109.
- Хорошеньков Е. А. Особенности флуктуирующей асимметрии при использовании её в биомониторинге // Биоразнообразие наземных и водных животных и зооресурсы. – Казань, 2013. – С. 143–151.
- Шварц С. С. Метод морфо-физиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных животных // Зоологический журнал. – 1958. – Т. 37, № 2. – С. 161–173.
- Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. – Свердловск, 1968. – 387 с.

Romanova E.I. Monitoring of *Carassius auratus gibelio* Bloch from the Kirpili and Secua rivers in the Northwestern Fore-Caucasus // Ekosistemy. 2023. Iss. 33. P. 114–118.

A comparison of morphological and morpho-physiological indicators of *Carassius auratus gibelio* Bloch from two rivers of the Northwestern Fore-Caucasus, the steppe river Kirpili and the mountain river Secua, was carried out. The indicators of the fluctuating asymmetry of the fish are considered as morphological characteristics: the number of rays in the pectoral and ventral fins and the number of scales pierced by lateral line holes. The analysis of the indicator of frequency of asymmetric manifestation per feature specifies that the ecological state of the river Secua is critical, while the state of the river Kirpili is not so much deviated from the norm. The analysis of the frequency of asymmetric manifestation per individual indicator shows that the ecological state of the river Kirpili was improving during the period from 2017 to 2020, and the ecological state of the river Secua was not changing during the same period. The researcher examined morphophysiological characteristics: indices of heart, liver, kidneys, gonads and intestines. The liver index sizes of *Carassius auratus gibelio* Bloch from the studied rivers did not differ in spring and summer. However, they significantly increased in autumn due to accumulation of glycogen in liver before wintering. There was no inter-population variability of this feature. Silver crucian carp had stable heart and kidneys indices both in various seasons, and in different rivers in the same season. That is explained by the constant stress of metabolism in the body of the fish during the seasons. The gonad indices of males and females did not change during spring, summer and autumn that signified several spawning cycles in the rivers of the Northwestern Fore-Caucasus.

Key words: *Carassius auratus gibelio* Bloch, the fluctuating asymmetry, an organ index, Fore-Caucasus.

Поступила в редакцию 14.01.23

Принята к печати 24.03.23