

2 Картавец, Ю. Ф. Молекулярная эволюция и популяционная генетика : учеб. пособие / Ю. Ф. Картавец. – Владивосток : Издательство Дальневосточного государственного университета, 2008. – 562 с.

3 NCBI [Electronic resource] : National Center for Biotechnology Information Search database. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>. – Date of access: 11.03.2024.

4 Tamura, K. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11 [Electronic resource] / K. Tamura, G. Stecher, S. Kumar // Mol. Biol. Evol. – 2021. – Vol. 25. – № 38 (7). – P. 3022–3027. – Mode of access: <https://www.megasoftware.net/>. – Date of access: 11.03.2024.

5 Okonechnikov, K. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit [Electronic resource] / K. Okonechnikov, O. Golosova, M. Fursov, the UGENE team // Bioinformatics Applications Note. – 2012. – Vol. 28. – № 8. – P. 1166–1167. – Mode of access: <https://ugene.net/ru/>. – Date of access: 11.03.2024.

6 Ней, М. Молекулярная эволюция и филогенетика / М. Ней, С. Кумар. – Киев : КВЦ, 2004. – 418 с.

УДК 576 (476)

Н. С. Науменко

**ПЛАСТИЧЕСКИЕ И МЕРИСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ
КАРАСЯ СЕРЕБРЯНОГО *CARASSIUS AURATUS GIBELIO* (BLOCH, 1782)
ИЗ РЕКИ ДНЕПР (РЕЧИЦКИЙ РАЙОН)**

Определены пластические и меристические признаки карася серебряного из р. Днепр (Речицкий район). Проведено сравнение полученных данных с более ранними исследованиями других авторов. Установлено отсутствие существенных различий значений меристических признаков у серебряного карася по сравнению с аналогичными данными других авторов. Это свидетельствует об эволюционной консервативности меристических признаков. Наибольшей изменчивости подвержены пластические признаки, что объясняется экологическими особенностями обитания и возрастными изменениями.

Карась серебряный *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) относится к семейству Карповые *Cyprinidae* (Fleming, 1822). По окраске карась серебряный отличается от карася обыкновенного серебристыми боками тела и брюшком, а также практически черным цветом брюшины. Областью естественного распространения карася серебряного являются пресные водоемы Тихоокеанского побережья и бассейна реки Амур. К настоящему времени он широко расселен человеком за пределы своего ареала, встречается в водоемах бассейнов Балтийского, Черного, Каспийского и Аральского морей, в пойменных озерах рек Западной и Восточной Сибири до Колымы включительно. Вселен также в водоемы Северной Америки, Западной Европы, Индии и др. [1]. Работы по акклиматизации карася серебряного в водоемах Республики Беларусь начаты в 1948 г. Карась, завезенный из бассейна реки Амур, был выпущен в водоемы на севере республики и в прудовые хозяйства южных районов и озера Червоное. Это и послужило началом формирования популяций карася серебряного и его акклиматизации в естественных водоемах и прудовых хозяйствах республики. В настоящее время карась серебряный широко распространен в водоемах бассейнов рек Днепр, Припять, Западная Двина и Неман [1]. По данным М. Коттела, карась серебряный отсутствует в северной части Балтийского бассейна, Исландии, Ирландии, Шотландии и на островах Средиземноморья [3].

Исследования пластических и меристических признаков *Carassius auratus gibelio* были проведены более 60 лет назад [4]. За этот длительный период времени произошли

значительные изменения в экосистеме р. Днепр. Влияние антропогенных факторов, изменение качества воды, кормовой базы, увеличение загрязнения поллютантами, а также изменение климатических условий – все это сказалось на физиологических и морфологических характеристиках рыб, а также на развитии и выживаемости популяций карася серебряного в р. Днепр. Дополнительные исследования пластических и меристических признаков позволят оценить различные факторы, которые оказывают влияние на *Carassius auratus gibelio* в р. Днепр. Данная информация может быть полезна для разработки и внедрения эффективных стратегий для охраны и управления рыбными ресурсами. В этой связи целью работы стало определение основных пластических и меристических признаков, а также упитанности *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) из р. Днепр (Речицкий район) и сравнение полученных данных с более ранними исследованиями других авторов.

Отловы рыб проведены в июле–сентябре 2023 г. в р. Днепр (Речицкий район). Нами была отловлена 21 особь карася серебряного. Определение морфометрических показателей проведено по общепринятым в ихтиологии методикам [5]. Морфометрические показатели определяли с помощью линейки, штангенциркуля, лупы. Взвешивание рыбы проводилось на весах SCARLETT SC-KS57P34. Статистическая обработка данных осуществлялась в пакете Excel 2019.

Длина всей рыбы у отловленных нами особей карася серебряного колебалась в пределах от 230 до 385 мм при средней $314,71 \pm 10,62$ мм, масса – соответственно от 253 до 939 г при средней $616,10 \pm 44,90$ г. По данным Л. С. Берга, длина карася серебряного (бассейн Амура) свыше 400 мм. У 474 карасей из нижнего течения Амура средняя длина (без *C*) – 25 см, масса – 498 г, наибольшая длина – 31 см, масса – 1,1 кг (Пробатов) [6]. Согласно данным П. И. Жукова, к концу первого года жизни серебряные караси достигают длины тела 10 см и массы 25–30 г. Взрослые рыбы на 5–6-м году жизни могут достигать длины 30–40 см и массы свыше 1 кг [1]. По данным М. Коттела, длина тела карася серебряного без *C* до 350 мм. Живет около 10 лет [3]. По данным Л. С. Берга, половозрелость у карася серебряного наступает в массе на 4-м, у отдельных особей – на 3-м и даже на 2-м году жизни [6]. Согласно данным П. И. Жукова, в бассейне Амура половой зрелости карась серебряный достигает в возрасте 3–4 лет при длине тела более 18,5 см (Никольский, 1956). Однако в отдельных озерах и прудах, где рост карася хороший, он может быть половозрелым уже в возрасте 2 лет. Нерест у карася серебряного происходит так же, как у карася обыкновенного, но несколько растянут по времени и длится с конца мая по август. Абсолютная плодовитость самок в зависимости от возраста, длины и массы тела особей составляет 90–650 тысяч икринок [1; 4]. По данным М. Коттела, карась серебряный нерестится впервые в 3–4 года в Центральной и Восточной Европе, в 1–2 года – в Южной Европе. Нерестится в мае–июле при температуре выше 14 °С, наиболее интенсивный нерест ранним утром [3]. Таким образом, все отловленные нами особи карася серебряного были половозрелыми, а длина и масса у отловленных особей в р. Днепр (Речицкий район, Гомельская область) соответствует данным, указанным для карася серебряного другими исследователями. По данным Л. С. Берга, для карася серебряного характерны следующие меристические признаки: *D* III–IV (14) 15–19, *A* II–III 5–6 (обычно 5), боковая линия $28 \frac{5-7}{5-7} 33$ (34) [6]. По обобщенным данным П. И. Жукова, для карася серебряного характерны следующие меристические признаки: *D* III–IV 15–19, *A* II–III 5–6, боковая линия $28 \frac{5-7}{5-7} 33$ [4]. По данным М. Коттела для карася серебряного характерны следующие меристические признаки: число чешуй в боковой линии 29–33; количество ветвистых лучей в *A* $5\frac{1}{2}$ [3].

Наши данные по пластическим и меристическим признакам карася серебряного *Carassius gibelio* из р. Днепр (Речицкий район, Гомельская область) в июле–сентябре 2023 г. в сравнении с данными П. И. Жукова (озеро Ревучее) [4] представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Пластические и меристические признаки карася серебряного *Carassius auratus gibelio* из р. Днепр (Речицкий район), июль–сентябрь 2023 г.

Признак	Данные авторов, р. Днепр, июль–сентябрь 2023 г.					Данные Жукова (озеро Ревучее) [4]		
	<i>n</i>	min–max	$M \pm m$	σ	$Cv, \%$	<i>n</i>	min–max	<i>M</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масса рыбы, г	21	253–939	616,10 ± 44,90	205,75	33,4	–	–	–
Масса рыбы без внутренностей, г	21	233–825	548,14 ± 38,39	175,93	32,1	–	–	–
K_y (по Фультону)	21	2,9–4,3	3,41 ± 0,08	0,37	10,9	–	–	–
K_y (по Кларку)	21	2,5–3,9	3,06 ± 0,09	0,40	13,1	–	–	–
Пластические признаки								
Длина всей рыбы, мм	21	230–385	314,71 ± 10,62	48,66	15,5	–	–	–
Длина головы, мм	21	50–80	66,71 ± 1,97	9,03	13,5	–	–	–
Длина тела без <i>C</i> , мм (Жуков – см)	21	190–315	259,71 ± 8,27	37,89	14,6	16	6,3–10,5	8,3
В % от длины тела без <i>C</i>								
Длина туловища	21	71,7–78,6	74,91 ± 0,33	1,51	2,02	16	69,2–77,0	73,2
Длина головы	21	23,7–29,2	25,76 ± 0,26	1,20	4,66	16	24,7–30,8	27,3
Наибольшая тол- щина тела	21	15,3–19,0	17,30 ± 0,25	1,15	6,65	16	15,9–21,2	19,1
Наибольшая высота тела	21	39,6–52,6	44,28 ± 0,94	4,29	9,69	16	36,4–43,9	40,9
Наименьшая высота тела	21	15,8–17,8	16,84 ± 0,12	0,55	3,27	16	12,7–15,7	14,1
Антедорсальное расстояние	21	46,2–58,3	51,29 ± 0,68	3,12	6,08	7	49,4–51,8	50,4
Антевентральное расстояние	21	42,4–50,4	45,94 ± 0,44	2,03	4,42	–	–	–
Антеанальное рас- стояние	21	71,2–80,4	76,15 ± 0,46	2,11	2,77	–	–	–
Постдорсальное расстояние	21	19,3–25,6	22,28 ± 0,32	1,47	6,6	7	21,6–23,8	22,8
Длина хвостового стебля	21	13,8–22,1	17,80 ± 0,53	2,41	13,5	7	15,0–21,0	17,5
Длина основания <i>D</i>	21	35,5–44,7	39,49 ± 0,55	2,51	6,36	7	34,4–37,1	35,9
Высота <i>D</i>	21	14,7–20,5	17,34 ± 0,29	1,35	7,79	7	14,3–18,7	16,8
Длина основания <i>A</i>	21	10,8–14,7	12,82 ± 0,22	1,01	7,88	7	9,0–12,5	11,1
Высота <i>A</i>	21	13,3–17,1	15,39 ± 0,22	0,99	6,43	7	15,6–18,1	17,2
Длина <i>P</i>	21	17,1–22,1	19,09 ± 0,25	1,14	5,97	7	19,0–21,2	20,1
Длина <i>V</i>	21	18,7–23,3	21,17 ± 0,26	1,19	5,62	7	20,9–23,0	21,7
Расстояние <i>P–V</i>	21	19,0–24,0	21,32 ± 0,29	1,32	6,19	7	20,7–22,3	21,3
Расстояние <i>V–A</i>	21	27,9–34,2	31,29 ± 0,34	1,56	4,99	7	26,3–34,0	30,6
Длина верхней ло- пасти <i>C</i>	21	20,1–30,8	25,43 ± 0,48	2,22	8,73	7	19,2–26,4	23,1
Длина нижней ло- пасти <i>C</i>	21	22,5–30,8	25,68 ± 0,38	1,75	6,81	7	22,3–25,3	23,8
Длина средних лу- чей <i>C</i>	21	11,5–17,9	14,21 ± 0,37	1,68	11,8	–	–	–

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В % от длины головы								
Длина рыла	21	22,5–34,0	27,46 ± 0,70	3,19	11,6	7	25,0–32,2	27,9
Диаметр глаза	21	14,3–33,3	19,54 ± 0,94	4,32	22,1	7	20,8–25,0	22,3
Заглазничный отдел головы	21	50,8–65,2	59,12 ± 0,82	3,76	6,36	7	46,5–51,9	49,2
Высота головы у затылка	21	82,2–110,0	90,73 ± 1,33	6,08	6,7	7	85,0–105,0	92,1
Ширина лба	21	35,0–66,2	49,17 ± 2,04	9,35	19,0	7	39,2–46,5	43,2
Высота лба	21	9,5–119,4	19,14 ± 5,03	23,06	120,0	–	–	–
Меристические признаки								
Количество ветвистых лучей в <i>D</i>	21	16–19	17,57 ± 0,19	0,87	4,95	7	16–19	17,1
Количество ветвистых лучей в <i>A</i>	21	5–6	5,90 ± 0,07	0,30	5,08	7	5–6	5,4
Количество ветвистых лучей в <i>P</i>	21	12–15	13,38 ± 0,20	0,92	6,88	–	–	–
Количество ветвистых лучей в <i>V</i>	21	7–9	7,48 ± 0,13	0,60	8,02	–	–	–
Боковая линия	21	5–7	6,10 ± 0,10	0,44	7,21	–	–	–
	21	28–33	30,43 ± 0,27	1,25	4,11	7	29–32	30,6
	21	6–7	6,48 ± 0,11	0,51	7,87	–	–	–

Из таблицы 1 следует, что наши данные по пластическим и меристическим признакам карася серебряного, обитающего в р. Днепр (Речицкий район), в целом, соответствуют данным П. И. Жукова, Л. С. Берга, М. Коттела и А. С. Полетаева [3; 4; 6; 7]. Наибольшей изменчивости подвержены пластические признаки: высота лба и диаметр глаза (коэффициенты изменчивости – 120,0 и 22,1 %).

Упитанность карася серебряного по Фультону в июле–сентябре 2023 г. составила $3,41 \pm 0,08$ с колебаниями от 2,9 до 4,3, что может свидетельствовать о хорошей кормовой базе водоема. Изменчивость коэффициента упитанности по Фультону составила 10,9 %. Упитанность карася серебряного по Кларку в июле–сентябре 2023 г. – соответственно $3,06 \pm 0,09$ с колебаниями от 2,5 до 3,9. Изменчивость коэффициента упитанности по Кларку составила 13,1 %.

В целом пластические и меристические признаки карася серебряного *Carassius auratus gibelio*, обитающего в р. Днепр (Речицкий район), соответствуют данным, установленным П. И. Жуковым, Л. С. Бергом, Морисом Коттелом и А. С. Полетаевым [3; 4; 6; 7]. Коэффициент упитанности по Фультону в июле–сентябре 2023 г. составил $3,41 \pm 0,08$ с колебаниями от 2,9 до 4,3; коэффициент упитанности по Кларку – $3,06 \pm 0,09$ с колебаниями от 2,5 до 3,9 соответственно. Длина тела карася серебряного без *S* колебалась в пределах от 190 до 315 мм при средней $259,71 \pm 8,27$ мм, масса – соответственно от 253 до 939 г при средней $616,10 \pm 44,90$ г.

Литература

1 Жуков, П. И. Рыбы : попул. энцикл. справ. / Белорус. Сов. энцикл., Ин-т зоологии АН БССР; под ред. П. И. Жукова. – Москва : БелСЭ, 1989. – 311 с.

2 Карась серебряный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fishingby.com/wp-content/uploads/2021/11/karas-serebristyj-carassius-auratus.jpg>. – Дата доступа: 22.02.2024.

3 Kottelat, M. Handbook of European Freshwater Fishes / M. Kottelat, J. Freyhof. – Berlin, 2007. – 646 p.

4 Жуков, П. И. Рыбы Белоруссии / П. И. Жуков. – Минск : Наука и техника, 1965. – 415 с.

5 Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И. Ф. Правдин. – Москва : Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

6 Берг, Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л. С. Берг. – Часть 2. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва, Ленинград : Издательство Академии Наук СССР, 1949. – 468–925 с.

7 Полетаев, А. С. Половая структура и меристическая характеристика популяций карася серебряного белорусских участков рек Днепр и Припять // А. С. Полетаев / Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов (включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований). – Выпуск 38. – Минск : «ИВЦ Минфина», 2022. – С. 119–131.

УДК 546.76:594.3:556.5(476.2-21Гомель)

А. Д. Патапова

СОДЕРЖАНИЕ ХРОМА В МЯГКИХ ТКАНЯХ ЖИВОРОДКИ РЕЧНОЙ В ВОДОЕМАХ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

В данной статье рассматривается изменение концентрации хрома в мягких тканях живородки на период исследования. Для изучения влияния абиотических факторов на живые организмы были выбраны ткани моллюска, так как они более чувствительны к изменению концентраций токсикантов, чем раковины. Установлено, что брюхоногие моллюски являются концентраторами соединений.

Цель работы – определить содержание хрома в мягких тканях живородки речной *Viviparus viviparous L.* в водоемах г. Гомеля, а также изучить возможность использования живородки в качестве индикатора загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования выбраны брюхоногие моллюски – живородка речная – *Viviparus viviparous L.*, наиболее распространенные в изучаемых водоемах. Моллюски отбирались в летний период (июль–август) с 2021 по 2022 гг. Использовался метод ручного сбора по стандартной методике отбора проб [1, с. 200]. Определение содержания тяжелых металлов в пробах проводилось на базе Государственного научного учреждения «Институт радиобиологии НАН Беларуси» на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой с пробоподготовкой образцов в системе микроволнового вскрытия.

Для исследования были выбраны водные экосистемы, имеющие различный характер антропогенной нагрузки: старичный комплекс, не имеющий видимой антропогенной нагрузки и расположенный на 10–12 км выше черты города по течению; оз. Володькино и участок р. Сож в районе д. Кленки расположена выше черты г. Гомеля; участок р. Сож в парковой зоне и ниже административной черты города принимает весь поверхностный сток с территории города и воду водоемов городской территории, имеющих выход в р. Сож; озера Дедно и Шапор принимают поверхностные стоки с территорий предприятий г. Гомеля, оз. Дедно контактирует с отстойником сточных вод; в озера У-образное и Любенское поступает поверхностный сток не только с территории города, но и с огородов частного сектора, расположенного вдоль берега водоемов.

Результаты исследования и их обсуждение. Хром выполняет важные физиологические функции, так как содержится в ДНК. В организм брюхоногих моллюсков поступление металла происходит 2 путями: из воды через покровные ткани и через желудочно-