

Биологические особенности серебряного карася *Carassius auratus* озера Балкылдак в связи с ртутным загрязнением водоема

Скакун В.А.

Исследованы биологические особенности и изменчивость морфологических показателей серебряного карася, обитающего в загрязненном ртутью озере Балкылдак, которое служит отстойником промышленных стоков Павлодарского химического завода. Отмечается снижение темпа роста и его variability у старшевозрастных рыб, что, возможно, является приспособительной реакцией на ртутное загрязнение. Как следствие на мутагенное воздействие ртути у карасей отмечаются различные формы фенотипов.

Озеро Балкылдак является водоемом для хранения и испарения промышленных сточных вод Павлодарского химического завода (ПХЗ) и расположен на правом берегу реки Иртыш, на расстоянии 1 км от промышленной зоны и в 6 км от берега протоки Старый Иртыш. Сточные воды, поступающие в водоем, содержат различные загрязнители, в том числе нефтепродукты, соли тяжелых металлов (Zn, Cr, Fe и др.), хлор, сульфаты, но наиболее значима концентрация ртути. В связи с чем, на дне водоема предполагалось, даже, наличие металлической ртути [1].

Серебряный карась *Carassius auratus* – один из наиболее распространенных видов рыб в водоемах Казахстана, обладая, по сравнению с другими видами рыб, устойчивостью к самым неблагоприятным условиям среды [2, 3], достаточными размерами тела соответствует требованиям к видам-мониторам [4] и является перспективным объектом для оценки воздействия токсических веществ на водные экосистемы.

Исследования ихтиофауны технического водоема Балкылдак, проводились в первой половине августа 2001 года по проекту Коперникус-2 № ICA-СТ-2000-10029 «Развитие экономически эффективных методов снижения опасности от загрязнения тяжелыми металлами в индустриальных центрах на примере исследования ртутного загрязнения в Павлодаре» по программе «ИНКО - Коперникус» Европейского Союза. Кроме серебряного карася в водоеме обитают: линь (*Tinca tinca*); елец сибирский (*Leuciscus leuciscus baicalensis*) и окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis*). У всех видов рыб зафиксировано превышение содержания ртути в мышечной ткани [1]. В связи с этим, целью настоящей работы являлось исследование биологических показателей и

изменчивости морфологических признаков серебряного карася в связи с ртутным загрязнением оз. Балкылдак.

Серебряный карась для исследований был взят из уловов рыбаков, заморожен и вывезен в г. Алматы. Ихтиологические исследования проводились в лаборатории по общепринятым методикам [2]. Морфологические промеры рыб выполнены согласно руководству [5]: L - длина тела с хвостовым плавником, l - длина тела, Q - масса тела с внутренностями, q - вес порки, H - высота тела наибольшая, h - высота тела наименьшая, lc - длина головы, hc - высота головы, lr - длина рыла, o - горизонтальный диаметр глаза, po - заглазничный отдел головы, io - ширина лба (межглазничное расстояние), aD - антедорсальное расстояние, pD - постдорсальное расстояние, pl - длина хвостового стебля, PV - пектровентральное, VA - вентроанальное, ID - длина спинного плавника, hD - высота спинного плавника, lA - длина анального плавника, hA - высота анального плавника, lP - длина грудного плавника, lV - длина брюшного плавника, D - ветвистых лучей спинного плавника, br - количество тычинок на первой жаберной дуге, ll - число чешуй в боковой линии. Возраст определяли по чешуе. Достоверность отличий определялась по коэффициенту Стьюдента [6]. Для сравнения были использованы материалы по двуполым популяциям серебряного карася из Алматинского прудхоза и Капшагайского водохранилища [7], гиногенетическим - оз. Ботакара [7], а также неопубликованные ранее наши данные по оз. Ащиколь из бассейна р. Иртыш.

Популяции серебряного карася очень часто представлены однополыми и двуполыми формами [8-11]. Для определения влияния условий среды на рыбу необходимо знать тип популяции серебряного карася, т.к. однополые популяции могут иметь сравнительно низкую изменчивость признаков [12]. Как известно [9], триплоиды серебряного карася имеют клональное размножение, и самцы в таких популяциях, как правило, отсутствуют. В то же время установлено, что однополые популяции серебряного карася существуют преимущественно в заросших, заморных водоемах и плохо приспособляются к условиям многовидовой структуры ихтиоценозов [8]. Смешанным популяциям очень часто сопутствует наличие светлой перитонеальной выстилки особей [10]. Исходя из того, что перитонеальная выстилка всех обследованных особей имела черный цвет; наличие самцов в выборке (из 30 экз. - 2 самца) и обитание этого вида в многовидовом ихтиоценозе, могут свидетельствовать о том, что в оз. Балкылдак обитает двуполовая популяция данного вида. Для уточнения этого тезиса в таблице 1 дана сравнительная характеристика морфологических признаков серебряного карася из обследуемого озера с однополыми и двуполыми его популяциями из других водоемов. Можно отметить, что значимые отличия по морфологическим показателям наблюдаются в 13-15 случаях из 23 по двуполым популяциям, и 18-19 - по однополым (см. таблицу 1). Сравнивая общую изменчивость пластических и меристических признаков карасей можно отметить снижение вариабельности в выборке из загрязненного водоема, которая была близка таковой у однополых популяций, что может быть связано с особенностями приспособительных реакций вида к токсической среде. При этом изменчивость относительных показателей головы и меристических признаков карася оз. Балкылдак была ближе к таковой у двуполых особей. Т.е. несмотря на значительное присутствие в воде загрязняющих веществ значительного увеличения вариабельности признаков не происходит.

Серебряный карась из водоема отстойника Балкылдак имеет следующие биологические характеристики: длина от 15.3 до 18.9 см масса от 130 до 246 г. Возраст от четырех (3+) до 6 (5+) лет. Соотношение самцов и самок составляет 1:15. Исходя из того, что особи в возрасте 3+ составляют 2 экземпляра, а в возрасте 5+ - 3 представим темп линейного роста карася по возрастной группе 4+ . В первые годы прирост карася в

среднем достигает 4 см, с возрастом величина прироста уменьшается (Таблица 2). Любопытно отметить снижение изначально очень высокой вариабельности этого признака по мере увеличения возраста, что, возможно, является следствием приспособительной реакцией данного вида к ртутному загрязнению.

Таблица 2 - Характеристики массы тела и линейного роста серебряного карася оз. Балкылдак (обратное расчисление)

	Q , г	l , мм	l_1 , мм	l_2 , мм	l_3 , мм	l_4 , мм	l_5 , мм
min	130	153	31	68	102	143	153
max	246	189	59.2	99	142	169	189
M	173.0	170.9	41.7	82.9	121.4	155.0	171.4
m	4.19	1.41	1.52	1.74	2.21	1.57	1.70
CV	12.11	4.13	16.76	9.62	8.33	4.66	4.45
n	25	25	21	21	21	21	21

Несмотря на незначительную численность рыб возрастных групп 3+ и 5+, наблюдается тенденция снижения темпа роста по генерациям, другими словами, младшевозрастные особи, оказались крупнее старшевозрастных (рисунок). При этом, как отмечалось ранее [1], наблюдается понижение содержания ртути в мышцах рыб с 1.0 до 0.85 мг/кг, т.е. можно предположить, что с увеличением возраста выживают особи, которые меньше накапливают тяжелых металлов в своих тканях, т.е. адаптирующиеся к постоянному присутствию ртути в окружающей среде.

Таблица 1 - Морфологические признаки, изменчивость (CV) и коэффициенты отличия серебряного карася оз. Балкылдак и однополый и двуполой популяций из других водоемов, %

Признак	оз. Балкылдак (I), n=30		Алматинский прудохоз (II), n=30		Капшагайское в- ще (III), n=18		оз. Ащиколь (IV), n=25		оз. Ботакара (V), n=33		M diff			
	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	I-II	I-III	I-IV	I-V
<i>Q</i> , г	174.0 ± 3.9	12.40	39.5±2.0	26.82	272.9±67.5	102.0 5	124.9±6.0	23.46	244.5±19.2	44.56	-	-	-	-
<i>l</i> , мм	170.8±1.3	4.15	105.2±1.6	7.93	173.2±19.3	45.87	135.9±2.6	9.22	186.8±5.0	15.13	-	-	-	-
<i>H</i>	38.74 ± 0.24	3.38	38.70±0.33	4.58	39.78±0.41	4.25	50.57±0.65	6.20	43.13±0.25	3.35	0.11	-2.18	-16.98	-12.55
<i>h</i>	14.36 ± 0.13	4.92	15.85±0.21	7.13	15.39±0.34	8.98	16.52±0.20	5.79	14.67±0.11	4.53	-6.05	-2.88	-9.07	-1.77
<i>lc</i>	26.86 ± 0.15	3.09	28.44±0.28	5.26	25.84±0.56	8.86	29.04±0.32	5.35	27.19±0.13	2.81	-	1.78	-6.10	-1.66
<i>hc</i>	24.69 ± 0.21	4.69	-	-	22.57±0.39	7.06	28.65±0.32	5.40	23.92±0.15	3.68	-10.74	4.82	-10.27	2.91
<i>lr</i>	6.28 ± 0.12	10.78	6.44±0.13	10.67	6.79±0.17	10.44	8.28±0.13	7.32	7.23±0.09	7.29	-0.88	-2.40	-11.30	-6.16
<i>po</i>	13.87 ± 0.11	4.38	13.59±0.20	7.79	13.30±0.18	5.56	13.36±0.14	5.19	13.86±0.09	4.02	1.23	2.69	2.81	0.07
<i>io</i>	10.67 ± 0.09	4.50	12.53±0.19	8.03	10.67±0.18	7.10	12.94±0.16	6.10	11.22±0.10	5.08	-9.01	0.00	-12.18	-4.15
<i>aD</i>	48.38 ± 0.32	3.66	49.88±0.32	3.44	48.78±0.52	4.42	52.37±0.42	3.89	51.47±0.25	2.76	-3.29	-0.64	-7.47	-7.55
<i>pD</i>	21.93 ± 0.29	7.15	21.48±0.25	6.17	21.10±0.32	5.98	52.37±0.42	9.00	23.00±0.22	5.47	1.18	1.95	5.53	-2.97
<i>pl</i>	17.69 ± 0.24	7.33	17.01±0.18	5.65	17.45±0.20	4.79	19.37±0.36	8.61	16.58±0.18	6.3	2.27	0.75	5.29	3.67
<i>aV</i>	46.72 ± 0.23	2.70	-	-	46.53±0.52	4.60	15.74±0.28	3.40	50.42±0.23	2.66	-	0.34	-15.39	-11.23
<i>aA</i>	76.18 ± 0.19	1.37	-	-	74.32±0.50	2.68	53.55±0.38	2.66	77.50±0.44	3.25	-	3.48	-6.66	-2.74

<i>PV</i>	21.23 ± 0.17	4.49	16.30±0.19	6.37	18.29±0.32	6.95	79.37±0.44	7.28	20.12±0.22	6.37	19.00	8.13	4.79	3.89
<i>ID</i>	35.72 ± 0.26	4.02	34.77±0.36	5.53	38.17±0.60	6.43	34.41±0.28	3.89	33.26±0.19	3.29	2.13	-3.77	3.41	7.53
<i>hD</i>	19.88 ± 0.21	5.65	17.39±0.23	7.22	19.43±0.47	9.77	20.18±0.26	6.25	18.18±0.15	7.01	7.94	0.87	-0.90	6.53
<i>lA</i>	10.24 ± 0.16	8.48	10.89±0.18	8.87	11.48±0.26	9.36	11.44±0.22	9.17	9.62±0.08	4.82	-2.71	-4.05	-4.43	3.39
<i>hA</i>	17.10 ± 0.19	5.85	15.49±0.25	8.86	17.56±0.43	9.68	17.74±0.25	6.88	14.63±0.13	5.14	5.11	-0.98	-2.02	10.83
<i>lP</i>	21.49 ± 0.14	3.62	18.14±0.21	6.26	18.92±0.32	6.72	21.30±0.27	5.99	17.86±0.12	3.95	13.16	7.39	0.63	19.15
<i>lV</i>	23.88 ± 0.16	3.67	20.43±0.25	6.62	21.84±0.37	6.78	23.75±0.21	4.15	20.22±0.17	4.91	11.60	5.05	0.48	15.40
<i>D</i>	17.00 ± 0.16	5.06	16.47±0.14	4.65	17.39±0.22	5.18	15.54±0.13	4.25	15.85±0.14	4.99	2.52	-1.45	7.05	5.47
<i>br</i>	50.56 ± 1.24	7.34	44.60±0.41	4.95	45.86±1.05	8.29	40.32±0.34	4.10	44.37±0.24	2.81	4.57	2.89	7.98	4.90
<i>ll</i>	31.23 ± 0.14	2.48	28.57±0.09	1.76	29.35±0.22	2.94	32.24±0.14	2.06	32.48±0.10 9	1.9	15.74	7.30	-5.14	-7.01
<i>M ± m</i>		5.26±0.4 9		6.31±0.4 8		6.97±0.4 9		5.85±0.4 6		4.57±0.3 5				

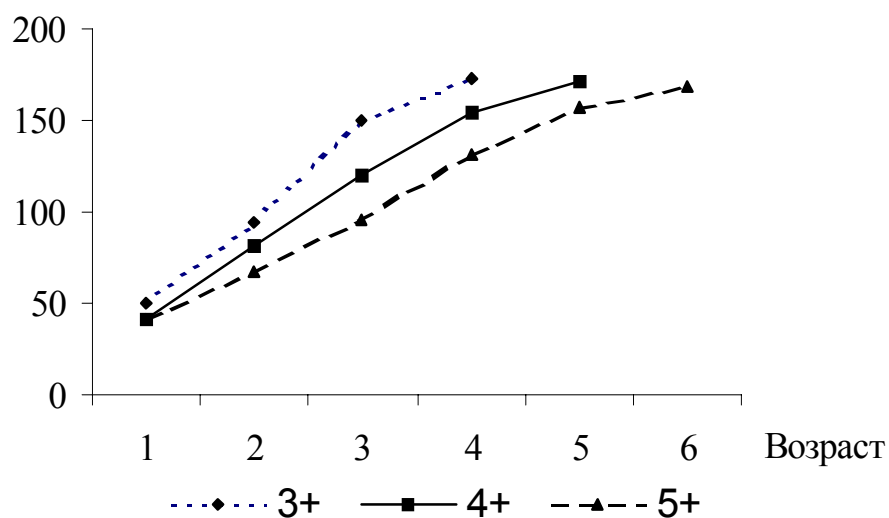


Рисунок Линейный рост серебряного карася (мм) оз. Балкылдак (обратное расчисление)

Оценку токсического воздействия на карасей можно проследить по фенотипам, которые в основном появляются в результате генетических мутаций [13], и у рыб из водоемов с относительно благоприятными условиями существования встречаются крайне редко. В оз. Балкылдак такие явления оказались довольно обычными. В частности отмечалась мозаичность чешуи (отдельные участки чешуйного покрова были развернуты под различными углами), также в 6,7% случаев наблюдалось искривление жаберных тычинок. По одному случаю наблюдался вырост с зубчиками на последнем не ветвистом луче спинного плавника, резкое сокращение числа мягких лучей спинного плавника и сколиоз (искривление позвоночника).

Таким образом, в результате специфических приспособленческих реакций средняя изменчивость серебряного карася по пластическим признакам оказалась ниже, чем у представителей двуполой популяции, но на уровне однополых из озер в которые сбрасываются сточные воды не происходит. С возрастом у рыб отмечается снижение темпа роста и его вариативности, что, возможно, является приспособительной реакцией на ртутное загрязнение. У рыб исследуемого водоема отмечаются различные виды фенотипов, которые в относительно чистых водоемах встречаются крайне редко.

1. Илющенко М.А., Усков Г.А., Зырянова Н.А., Галушак С.С., Скакун В.А. Загрязнение ртутью (Hg) ихтиофауны технического водоема Балкылдак // Вестник университета - г. Алматы. № . С.
2. Гудков П.К. Данные по биологии серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) (CYPRINIDAE) дельты Волги.// Вопросы ихтиологии. 1985. Т. 25. Вып.3. С. 517-520.
3. Holčík J. *Carassius auratus* (Pisces) in the Danube river.- Acta Sc. Nat. Brno, 1980. 14, №11, 1-43.
4. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга.- М.: Московский университет. 1985.- 158 с.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб, М., 1966, 376 с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия.- М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

7. Скакун В.А., Горюнова А.И. Изменчивость морфологических признаков серебряного карася в различных водоемах Казахстана // Экологическая обусловленность фенотипа рыб и структура их популяций: Сб. науч. трудов. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 19-27.
8. Абраменко М.И., Кравченко О.В., Великоиваненко А.Е. Генетическая структура популяций в диплоидно-триплоидном комплексе серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне нижнего Дона // Вопр. ихтиологии. 1997. Т. 37. № 1. С. 62-71.
9. Васильева Е.Д., Васильев В.П. К проблеме происхождения и таксономического статуса триплоидной формы серебряного карася *Carassius auratus* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. 2000. Т. 40. № 5. С. 581-592.
10. Горюнова А.И., Скакун В.А. К биологической характеристике карасей (*Carassius*) с различным цветом перитонеальной выстилки в периодически высыхающих водоемах Казахстана // *Tethys aqua zoological research*. V. 1.- Алматы: Tethys, 2002. С. 33-49.
11. Горюнова А.И. Применение цитометрического анализа крови при изучении внутривидовой дифференциации у серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) // Вопросы ихтиологии. Т. 14. Вып 5(88). 1974. С. 912-917.
12. Шиманский А.М. Сравнительный анализ изменчивости в бисексуальных и партеногенетических популяциях скальных ящериц Кавказа (подрод *Archeolacerta*) // Журн. общей биологии Т. XXX. № 5. 1969. С. 561- 571.
13. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. - Л.: Наука. 1987. 520 с.