

УДК 597.551.2:591.1:621.311.214 (285.33.318)

С. А. Афанасьев¹, Е. А. Гупало¹, В. Р. Алексеенко²,
О. П. Кирилюк¹

ДИНАМИКА МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ПЛОТВЫ АЛЕКСАНДРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПОСЛЕ ПУСКА ТАШЛЫКСКОЙ ГАЭС

Проанализирована динамика морфобиологических признаков плотвы в связи с введением в работу Ташлыкской ГАЭС и поднятием НПУ в Александровском водохранилище до отметки 16,0 м. На фоне значительного увеличения площади водной поверхности и изменения гидрологического режима водоема плотва стала более широкотелой, а также приобрела более высокие показатели жирности, упитанности и темп роста.

Ключевые слова: плотва, Ташлыкская ГАЭС, Александровское водохранилище, динамика, морфобиологические признаки.

Плотва *Rutilus rutilus* (L.) — это многочисленный и экологически пластичный вид, который легко приспосабливается к смене условий обитания в водоеме, быстро растет, имеет высокие показатели жирности и упитанности, рано созревает [1]. Исследования плотвы в условиях разных гидроэкосистем Украины [2, 3, 9] дают представление о динамике ее морфологических адаптаций как в природных водных объектах, так и в условиях водохранилищ. В то же время нет никаких сведений относительно ее экологии и биологических особенностей в условиях работы ГАЭС, которые отличаются своеобразным пульсирующим режимом, высокой динамикой водных масс, значительными изменениями уровня воды, приводящими к кратковременным затоплениям больших прибрежных площадей и осушениям мелководий. Несомненно, что подобные вмешательства в экосистему значительно влияют на условия существования гидробионтов. Нарушаются условия суточных и сезонных миграций рыб, затапливаются или осушаются нерестилища, изменяются условия существования и воспроизведения рыб разных экологических групп. Фактически формируется специфическая экосистема, условия в которой являются несбалансированными для целого ряда видов (в частности фитофильных), к которым относится и плотва.

Ташлыкская ГАЭС (ТГАЭС) входит в состав Южно-Украинского энергокомплекса и стабилизирует работу Южно-Украинской АЭС [5]. Основным водоисточником для нее является Александровское водохранилище, расположенное на р. Южный Буг. Это водохранилище каньонного типа, его берега сложены кристаллическими породами. При уровне НПУ 8 м (до 2006 г.)

© С. А. Афанасьев, Е. А. Гупало, В. Р. Алексеенко, О. П. Кирилюк, 2016

площадь водной поверхности составляла 225 га. Во время весеннего паводка в 2006 г. было проведено заполнение водохранилища до НПУ 14,7 м, что привело к аккумуляции 52,0 млн. м³ водных масс за счет стока р. Южный Буг, площадь водной поверхности при этом составила 1025 га. В сентябре 2006 г. был произведен запуск турбин первого агрегата ТГАЭС, в июле 2007 г. при тех же отметках уровня запущен второй. В 2012 г. перед планируемым пуском третьего агрегата ТГАЭС уровень воды в водохранилище подняли до отметки 16,0 м.

С момента запуска ТГАЭС особенностью гидрологического режима Александровского водохранилища является высокая суточная амплитуда колебаний уровня воды, достигающая 1 м. К тому же, при пиковых сработках водоема-накопителя ТГАЭС в водохранилище появляются большие, диаметром около 300—500 м, зоны циркуляции воды с высокой турбулентностью.

Целью работы было исследование морфобиологических особенностей плотвы и их динамики в Александровском водохранилище при разных уровнях наполнения и режимах работы Ташлыкской ГАЭС.

Материал и методика исследований. Для определения динамики морфометрических признаков плотвы нами была выбрана самая массовая размерно-возрастная группа половозрелой части популяции (трех-пятiletки). Это средний возраст, обычно используемый для такого рода исследований и потому удобный для сравнения [8]. Материал отбирали в Александровском водохранилище и верхнем водоеме-накопителе ТГАЭС [4]. Плотву ловили ставными сетями с размером ячеи 30×30 мм по всей акватории водохранилища. В августе 2006—2008 гг. (НПУ 14,7 м) провели общий биологический анализ 111 особей (разрешение Госрыбгагенства Украины № 001), а в 2013 г. (НПУ — 16 м) 31 особи плотвы (материал предоставлен сотрудниками МЧС, проводившими лов аналогичными орудиями).

Морфобиологический анализ плотвы проводили на живом материале, пользуясь общепринятой схемой измерения карповых рыб, жирность определяли по пятибалльной шкале М. Л. Прозоровской [10]. Чешую анализировали согласно общепринятых методик [7].

Статистическую достоверность различий морфометрических показателей устанавливали на стандартизированных выборках четырехлетней плотвы [2, 3]. Все стандартизированные выборки содержали по 20 экз., кроме выборки за 2013 г., в которой насчитывалось 16 экз.

Морфологическую изменчивость плотвы анализировали по совокупности пластических признаков: стандартная длина тела (l), длина головы (l_c), длина рыла (l_r), диаметр глаза (do), ширина лба (io), наибольшая (H) и наименьшая (h) высоты тела, толщина тела (iH), длина хвостового стебля ($p1$); расстояния: антедорсальное (aD), постдорсальное (pD), антепектральное (aP), антевентральное (aV), антеанальное (aA), пектровентральное (PV), вентроанальное (VA), посторбитальное (po); длины: основы спинного (ID) и анального (IA) плавников, грудного (IP) и брюшного (IV) плавников, верхней (IC_1) и нижней лопастей (IC_2) хвостового плавника; высоты: спинного (hD) и

анального (hA) плавников, лба (ho), головы через середину глаза (hc) и около затылка (hc_1).

Различия морфометрических показателей разных выборок определяли с помощью t -критерия Стьюдента при $P = 0,01$. Зная объем выборок, вычисляли число степеней свободы k . При известном k использовали необходимое пороговое значение t из таблиц t -распределений Стьюдента [6]. Для наших выборок оно равнялось 2,75.

Результаты исследований и их обсуждение

Оценивая динамику морфобиологических признаков плотвы Александровского водохранилища в разные периоды его заполнения, мы проанализировали наиболее информативные показатели (средние значения стандартной длины, наибольшей высоты и толщины тела, длины головы) с целью получить общее представление о размерах и форме тела пойманных особей. Экземпляры из водохранилища до пуска ТГАЭС (2006 г.) имели среднюю стандартную длину тела (l_{cp}) — 18,5 см, lim (14,2 — 25,9). После пуска первого агрегата ГАЭС в 2007 г. средняя стандартная длина тела пойманных особей достоверно не изменялась — 18,6 см, lim (15,1 — 25,0), в 2008 г. — 18,3 см, lim (14,7 — 25,6). После повышения НПУ до 16 м (в 2013 г.) l_{cp} составляла 18,4 см, lim (15,3 — 24,2). Средние значения наибольшей высоты тела (H) в 2006, 2007, 2008 и 2013 г. соответственно были равны 5,6, 5,5, 5,1 и 5,3 см, а наибольшей толщины тела (iH) — 2,9, 2,6, 2,5 и 2,8 см. При этом длина головы (lc) во всех выборках составляла 4,0 см.

В 2006, 2007 и 2008 г. возраст пойманных особей составлял три — пять лет, что было определено по количеству зон роста на чешуе, средняя масса тела составляла соответственно 135, 152 и 140 г. Все особи характеризовались высокими показателями жирности (3 балла). Степень наполнения кишечника также была высокой (3—4 балла). Гонады находились на II—III стадии развития, без видимых морфофизиологических отклонений.

Выборка 2013 г. состояла из особей возрастом три — четыре года, средняя масса тела — 128 г. Все особи характеризовались высокими показателями жирности (3—4 балла). Степень наполнения кишечника была средней (2 балла). Гонады находились на II—III стадии развития.

В стандартизированной размерно-весовой группе (четырёхлеток) из Александровского водохранилища упитанность по Фультону была значительно выше, чем в группе из верхнего водоема-накопителя ТГАЭС (табл. 1). В этой группе в период 2006—2008 гг. она снижалась с 2,72 до 2,18, а в 2013 г. — увеличилась до 2,39 (рис. 1). Жирность плотвы составляла 3—5 баллов.

Средняя стандартная длина тела (l_{cp}) особей стандартизированной выборки из Александровского водохранилища до пуска ТГАЭС (2006 г.) — 18,2 см, lim (17,3—20,2). После пуска первого агрегата ГАЭС в 2007 г. l_{cp} составила 18,4 см, lim (17,0—20,5), а в 2008 г. — увеличилась до 18,9 см, lim (17,5—20,5). Особи из выборки 2013 г. имели l_{cp} 18,4 см, lim (17,3—20,2). Средние значения наибольшей высоты тела рыб (H) в 2006, 2007, 2008 и

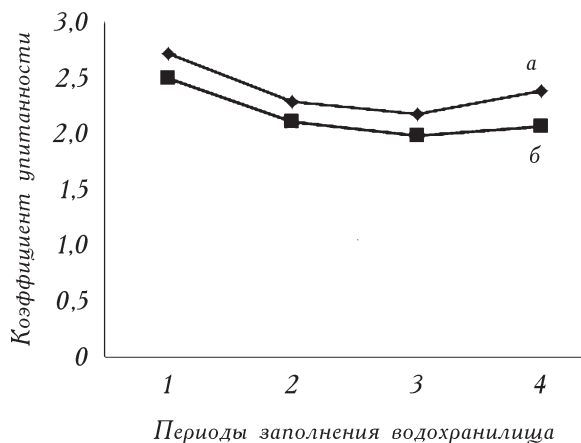
1. Размерно-массовая характеристика и упитанность плотвы верхнего водоема-накопителя Ташлыкской ГАЭС

Пол	Количество экземпляров	Длина тела, см l_{cp} (lim)	Масса тела, г M_{cp} (lim)	Упитанность по	
				Фультону	Кларк
Самки	3	22,6 (22,0—24,0)	248,3 (239,0—262,0)	2,15	1,88
Самцы	4	20,0 (18,0—21,5)	170,7 (123,0—214,0)	2,11	1,85
Самцы + самки	7	21,2 (18,0—24,0)	204,0 (123,0—262,0)	2,13	1,86

2013 г. составляли соответственно 5,8, 5,6, 5,7 и 5,8 см, средние значения наибольшей толщины тела (iH) — 3,1, 2,6, 2,8 и 3,0 см, а среднее значение длины головы (lr) было равным 4,2 см для всех выборок.

Особи из выборок 2006, 2007 и 2008 г. различались между собой небольшим количеством значений морфометрических признаков. Так, экземпляры из выборки 2006 г. характеризовались большими показателями толщины тела (iH), наименьшей высоты тела (h), высоты спинного плавника (hD), длины брюшного плавника (IV), ширины (io) и высоты лба (ho), а длина нижней лопасти хвостового плавника (IC_2) была меньше (табл. 2). В 2008 г. значения длины хвостового стебля ($p1$) и анального плавника ($1A$) были несколько ниже, чем в другие годы.

Особи из выборки 2013 г. отличались от особей из выборки 2007 г. гораздо сильнее: значения iH , h , ID и ro были выше, IP , VA , hA , IV , ho и $1A$ — меньше, а hD и IC_1 , IC_2 были такими же (см. табл. 2).



Упитанность плотвы по Фультону (a) и Кларк (б) в периоды: 1 — заполнения водохранилища (2006 г. — НПУ 14,7 м); 2, 3 — относительной стабилизации условий (2007—2008 гг.); 4 — заполнения водохранилища (2013 г. — НПУ 16,0 м).

Таким образом, в период заполнения водохранилища возрастали значения iH , h , hD , IV , io и ho , то есть увеличилась толщина тела рыб и относительные размеры плавников, а также изменилось их расположение (см. табл. 2). Эти изменения обусловлены особенностями гидрологического режима и гидроморфологии водоема: поднятие уровня воды приводило к образованию обширных нагульных площадей, в условиях значительных суточных колебаний уровня, вы-

2. Морфометрические признаки плотвы Александровского водохранилища при разных режимах работы ТГАЭС ($M \pm m$)

Признаки	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2013 г.	Сравнение признаков			
					t_1	t_2	t_3	t_4
n , экз.	20	20	20	16				
l , мм	181,74 ± 1,89	184,00 ± 2,72	189,17 ± 2,10	184,00 ± 2,03	0,68	0,21	0,40	2,72
H^*	31,86 ± 0,37	30,64 ± 0,28	30,80 ± 0,28	31,38 ± 0,31	2,60	1,78	0,01	2,72
h^*	10,48 ± 0,12	9,48 ± 0,12	9,48 ± 0,09	10,58 ± 0,12	6,06	6,63	1,51	2,92
iH^*	17,13 ± 0,31	14,18 ± 0,22	14,57 ± 0,13	16,07 ± 0,31	7,83	4,99	0,51	4,09
aD^*	52,38 ± 0,54	52,91 ± 0,44	52,65 ± 0,25	52,14 ± 0,42	0,76	1,26	0,86	1,16
pD^*	34,98 ± 0,45	36,41 ± 0,36	36,83 ± 0,33	37,00 ± 0,40	2,46	1,09	2,21	3,83
aP^*	24,25 ± 0,23	23,45 ± 0,42	24,42 ± 0,12	24,29 ± 0,24	1,68	1,73	0,67	0,14
aV^*	49,31 ± 0,38	50,12 ± 0,44	50,45 ± 0,24	50,19 ± 0,41	1,39	0,12	0,71	0,70
aA^*	72,11 ± 0,51	71,64 ± 0,43	72,03 ± 0,34	72,07 ± 0,44	0,71	0,70	1,06	0,19
pI^*	19,77 ± 0,34	19,38 ± 0,35	18,91 ± 0,27	19,64 ± 0,29	0,80	0,58	3,28	2,74
ID^*	26,32 ± 0,48	25,35 ± 0,39	26,82 ± 0,21	27,22 ± 0,32	1,57	3,69	0,25	1,51
hD^*	24,82 ± 0,34	23,20 ± 0,47	23,06 ± 0,29	24,66 ± 0,31	2,82	2,60	1,99	1,28
IA^*	15,79 ± 0,18	15,57 ± 0,30	14,88 ± 0,18	14,43 ± 0,11	0,66	3,59	3,37	5,37
hA^*	21,30 ± 0,19	20,56 ± 0,32	21,88 ± 0,23	22,64 ± 0,25	2,01	5,14	2,72	2,07
IP^*	11,99 ± 0,18	12,68 ± 0,21	11,90 ± 0,20	12,30 ± 0,22	2,51	1,24	1,01	0,65
IV^*	13,71 ± 0,19	12,80 ± 0,25	13,16 ± 0,25	14,13 ± 0,20	2,91	4,19	2,56	3,43
PV^*	17,49 ± 0,15	17,12 ± 0,24	16,43 ± 0,12	17,73 ± 0,11	1,30	2,30	0,20	2,87
VA^*	16,99 ± 0,17	16,68 ± 0,19	16,63 ± 0,18	17,42 ± 0,17	1,19	2,87	0,08	2,90

Продолжение табл. 2

Признаки	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2013 г.	Сравнение признаков			
					t_1	t_2	t_3	t_4
lC_1^*	20,59 ± 0,32	21,83 ± 0,41	21,80 ± 0,23	22,22 ± 0,35	2,40	0,72	2,07	0,31
lC_2^*	20,40 ± 0,36	22,78 ± 0,46	21,69 ± 0,26	22,44 ± 0,32	4,09	0,62	0,37	0,57
lC^*	23,15 ± 0,25	22,66 ± 0,17	22,67 ± 0,14	22,87 ± 0,16	1,61	0,89	0,01	2,72
lI^{**}	30,17 ± 0,59	28,01 ± 0,70	28,64 ± 0,35	28,98 ± 0,45	2,36	1,17	0,81	2,42
do^{**}	22,98 ± 0,40	24,05 ± 0,39	24,19 ± 0,35	23,63 ± 0,32	1,93	0,84	0,28	1,56
po^{**}	49,72 ± 0,46	48,09 ± 0,47	48,74 ± 0,44	50,35 ± 0,44	2,47	3,50	1,00	5,91
io^{**}	41,47 ± 0,79	37,59 ± 0,53	38,53 ± 0,06	39,32 ± 0,83	4,09	1,76	1,78	0,21
hc^{**}	79,86 ± 1,18	81,72 ± 1,07	6,89 ± 0,78	52,95 ± 0,90	0,24	1,13	0,80	4,08
hc_1^{**}	54,21 ± 0,84	54,54 ± 0,96	53,86 ± 0,75	84,53 ± 0,95	1,22	2,08	0,51	6,24
ho^{**}	8,36 ± 0,20	7,53 ± 0,14	6,89 ± 0,43	10,50 ± 0,27	3,43	9,66	0,80	10,85

* Доля длины тела, %; ** доля длины головы, %; t_1 , t_2 и t_3 — критерий Стьюдента при сравнении признаков плотвы соответственно за 2006 и 2007 г., 2007 и 2013 г. и 2007 и 2008 г.; t_4 — критерий Стьюдента при сравнении признаков плотвы из Александровского и Кременчугского водохранилищ.

званных работой ГАЭС, увеличивалась доступность фитофильных и бентосных прибрежных беспозвоночных на этих территориях и плотва переходила на питание ними. Это стало причиной ее интенсивного роста в периоды заполнения водохранилища (2006 и 2013 г.). Этим же объясняются и самые высокие показатели упитанности рыб по Фультону и Кларк, отмеченные в конце лета 2006 г.

Подобная изменчивость признаков, отображающая изменения темпа роста и особенности питания в изменившихся гидрологических условиях в водохранилищах, отмечена и другими исследователями [9].

Таким образом, на фоне значительного увеличения площади водного зеркала водоема, появления новых нагульных территорий и нерестилищ в условиях импульсно-стабилизированного режима с высокой среднесуточной амплитудой колебаний популяция плотвы из Александровского водохранилища приблизилась по темпу роста к наиболее высокопродуктивным популяциям из Кременчугского водохранилища [3].

Заключенне

Плотва из Александровского водохранилища характеризуется высокой морфологической пластичностью, жирностью, упитанностью и темпом роста. Значительное повышение упитанности и интенсивности роста плотвы отмечено в период массового развития молоди дрейссены на этапах поднятия уровня водохранилища после пуска первой и второй очереди ТГАЭС. Морфологические изменения выражались преимущественно в проявлении широкотелости и увеличении размеров особей.

**

Проаналізована динаміка морфобіологічних ознак плітки у зв'язку з введенням у дію Ташлицької ГАЕС та підняттям НПП в Олександрівському водосховищі до відмітки 16,0 м. На фоні значного збільшення площі водного дзеркала та зміни гідрологічного режиму водосховища плітка стала більш широкотілою, розміри особин збільшились.

**

The dynamics of morfobiological characteristics of roach associated with putting of the Tashlyk HAPP into operation and elevation of the normal maximum operating level in the Aleksadrovsk reservoir to 16.0 m had been analyzed. The roach has become larger and wider in connection with an essential increase of the water surface area and change of hydrological regime.

**

1. Вятчанина Л.И. Биологические особенности плотвы Кременчугского водохранилища и ее рыбохозяйственное значение // Рыб. хоз-во. — 1973. — Вып. 16. — С. 71—76.
2. Гупало О.О. Морфометричні особливості плітки Олександрівського водосховища // Матеріали міжнар. конфер. «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології». — Канів, 2008. — С. 50—51.
3. Гупало О.О., Алексієнко В.Р. Морфометричні особливості плітки верхів'я Кременчуцького водосховища // Матеріали міжнар. конфер. «Современное состояние рыбного хозяйства: проблемы и пути решения». — Херсон, 2008. — С. 58—60.
4. Кирилюк О.П., Гончаренко Н.І. Видовий склад риб та їх розподіл в зоні дії Ташлицької гідроакумуючої електростанції // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія. Спец. вип. Гідроекологія. — 2010. — № 2. — С. 233—236.
5. Комплексний геоекологічний моніторинг зони впливу Ташлицької ГАЕС та Олександрівського водосховища (1998—2008 рр.) / За ред. Г.В. Лисиченка, В.В. Серебрякова. — К.: САЛЮТІС, 2010. — 236 с.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
7. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка. — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.

8. *Никольский Г.В.* Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. — М.: Пищ. пром-сть, 1974. — 447 с.
9. *Погобайло А.В.* Мінливість морфологічних та характеристика морфо-фізіологічних ознак деяких туводних риб басейну Кременчуцького водосховища: Автореф. дис... канд. біол. наук. — К., 1995. — 26 с.
10. *Прозоровская М.Л.* К методике определения жирности воibly по количеству жира на кишечнике // Докл. ВНИРО. — 1952. — Вып. 1. — С. 75—78.

¹ Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

² Киевский национальный университет
имени Тараса Шевченко

Поступила 05.02.16