

УДК 639:597.554

**ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНА ТА РИБОГОСПОДАРСЬКА
ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОСХОВИЩА-ОХОЛОДЖУВАЧА
КРИВОРІЗЬКОЇ ТЕС**

О.В. Федоненко, Н.Б. Єсіпова, Т.С. Шарамок, Є.В. Білецький
Дніпропетровський національний університет
ім. Олеся Гончара
hydro-dni@mail.ru

Представлены результаты исследований гидроэкологического режима, состояния промышленной ихтиофауны и естественной кормовой базы водохранилища-охладителя Криворожской ТЭС. Разработаны рыбоводно-мелиоративные мероприятия по улучшению экологического состояния акватории водохранилища, рационального использования и увеличения рыбных запасов, рекомендован режим ежегодного зарыбления водохранилища ресурсными видами рыб и рыбами-биомелиораторами.

Гидрохимический режим, фито- и зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, зарыбление.

Водойми-охолоджувачі зазнають багатофакторного антропогенного впливу, насамперед це стосується теплового та органічного навантаження. Внаслідок цього прискорюються процеси евтрофікації, які супроводжуються масовим розвитком фітопланктону (так зване «цвітіння» води), водних макрофітів, деяких представників зообентосу (дрейсена), активним мулонакопиченням. Усі ці процеси негативно відображаються на якості води, призводять до структурних перебудов у гідробіоценозах, у тому числі – іхтіоценозах, а також погіршують експлуатаційні характеристики водойм-охолоджувачів [2, 4, 5].

На сьогодні гостро постають питання розробки економічно доцільних методів покращення якості екологічного стану водойм-охолоджувачів і більш раціональної їх експлуатації в якості рибогосподарських об'єктів.

Використання теплих вод у рибогосподарських цілях підвищує ефективність їх корисної дії та сприяє зменшенню непродуктивних втрат теплової енергії. На сьогодні вже накопичений позитивний досвід вирощування на підігрітих скидних водах ТЕС рослиноїдних риб – білого товстолобика, його гібридних форм, білого амура [1, 6]. У той же час,

рибогосподарське використання водойм зі скидними теплими водами стикається з рядом проблем санітарно-біологічного, технічного та економічного характеру, від рішення яких залежать показники рибопродуктивності водойм-охолоджувачів.

Мета нашої роботи полягала у проведенні гідроекологічної, біологічної та рибогосподарської оцінки стану водосховища-охолоджувача Криворізької ТЕС і розробці рибоводно-меліоративних заходів щодо покращення екологічного стану та збільшення рибопродуктивності водойми.

Матеріали та методи досліджень

Відбір гідробіологічних та іхтіологічних проб здійснювався у весняно-літній період 2014–2015 рр. Гідрохімічні показники водосховища-охолоджувача досліджували за загальноприйнятими методами [8]. Концентрацію важких металів у воді визначали шляхом атомно-адсорбційної спектрофотометрії. Для визначення стану розвитку природної кормової бази у водоймі проводили дослідження якісного та кількісного стану фіто- і зоопланктону, зообентосу відповідно до загальноприйнятих гідробіологічних методик [7]. Лінійно-вагові показники та вік риби визначали за класичними в іхтіології методами [9]. При розрахунках обсягів зариблення водосховища-охолоджувача використовували рекомендації [3], які враховували продукцію кормової бази (Р), потенційний приріст риби (М), кормовий коефіцієнт природних кормових організмів (K_k), площу водойми (S); промислове повернення (ПП) та заплановану середню індивідуальну масу риб (ІМ).

Результати та їх обговорення

Водосховище-охолоджувач Криворізької ТЕС розташоване на території Дніпропетровської області. Водоймище було створене у 1964 р. з метою охолодження агрегатів Криворізької ТЕС та стічних теплих вод. Загальна проектна площа водойми складає 1570 га, з якої охоплена рибогосподарською діяльністю – 900 га. Максимальна глибина водойми 12 м, середня глибина 4,5 м. Живлення водою здійснюється з каналу «Дніпро – Кривий Ріг», який бере початок у Каховському водосховищі.

Водні маси, коли проходять через систему охолодження Криворізької ТЕС, підігріваються на 6–9 °С. Цей фактор обумовлює температурний режим водосховища-охолоджувача. Максимальна температура води спостерігалась не на поверхні, а на глибині 0,5 м, що було обумовлено процесами випаровування.

За категоріями забруднення, згідно якості поверхневих вод [8], вода відноситься до III-ї категорії – досить чиста; за мінералізацією – до II-ї категорії – чиста (589–595 мг/л), за вмістом хлоридів – до III-ї категорії – досить чиста (54–57 мг/л); за вмістом сульфатів – до IV-ї категорії – задовільна, слабо забруднена (106,8–112,7 мг/л).

Водневий показник (рН) під час досліджень коливався від 7,8 до 8,5. Гідрохімічні показники були в межах рибогосподарських ГДК (СОУ 05.01-37-385:2006) і становили: кисень розчинений – 8,2–9,3 мг/л; двоокис вуглецю – 8,5–12 мг/л; амонійний азот – 0,08–1,06 мгN/л; нітрити – до 0,02 мгN/л; нітрати – 0,07–0,10 мг/л; фосфати – 0,11–0,52 мгP/л; перманганатна окислюваність – 6,2–12,7 мгО/л. За концентрацією органічних сполук вода відноситься до IV-ї категорії якості (задовільна, слабо забруднена, евтрофна).

Джерелом алохтонних завислих речовин є замулені донні відкладення, які періодично підіймаються з дна через вітрохвилянну дію. Мутність води у водоймищі незначна і складає близько 4,0 г/м³. Прозорість за диском Секкі коливалась від 1,7 до 2,6 м.

Токсикологічна ситуація за вмістом важких металів у воді була в цілому благополучною (табл.). Порівняно з рибогосподарськими ГДК лише вміст міді був підвищений (від 2 до 3 ГДК).

Шляхом надходження міді у водосховище може бути канал «Дніпро – Кривий Ріг». Багаторічні дослідження свідчать, що у воді дніпровських водосховищ концентрація міді досить висока і складає 1,5–2,5 ГДК.

За основними еколого-санітарними показниками стан якості води у водоймищі характеризувався III-ю категорією (досить добра, мезо-евтрофна). Гідрохімічний режим, в цілому, сприятливий для здійснення рибогосподарської діяльності.

Таблиця – Вміст важких металів у воді водосховища-охолоджувача Криворізької ТЕС

Table – Content of heavy metals in the water of the Kryvyi Rih TPS impoundment

Важкий метал	Концентрація, мг/л	Рибгосподарські ГДК, мг/л
Кадмій	0,000052±0,00004	0,005
Свинець	0,0050±0,0004	0,1
Цинк	0,0082±0,0006	0,01
Мідь	0,003±0,0005	0,001
Марганець	0,0024±0,0003	0,01
Нікель	0,0076±0,0006	0,01
Залізо	0,023±0,003	0,5

Планктонна система водосховища-охолоджувача Криворізької ТЕС формується під впливом двох основних факторів – температури води та оберненої системи водопостачання. За такої системи значна кількість водних мас проходить через агрегати станції, що призводить до загибелі близько 20 % планктону. Загибла частина планктону утворює органічну речовину, яка в подальшому частково йде на формування первинної біопродукції, частково – депонується у вигляді детриту на дні водоймища.

Видовий склад фітопланктону водосховища-охолоджувача сформований на основі фітопланктону джерела водопостачання – каналу «Дніпро – Кривий Ріг». У дослідних пробах було знайдено 55 видів водоростей. За показниками біомаси домінували синьо-зелені водорості (*Cyanophyta*) – 50 %, зелені водорості (*Chlorophyta*) складали близько 20 %; діатомовим водоростям (*Bacillariophyta*) належало 16 % біомаси, решту складали пірофітові та евгленові.

Біомаса фітопланктону була найвищою у серпні місяці і коливалась у різних точках водоймища від 3,2 до 13,8 г/м³, у середньому – 8,4 г/м³. Продукція фітопланктону за рік, враховуючи продукційно-біомасовий коефіцієнт (300 – для водойм-охолоджувачів) та величину фотичного шару (1,5 м), становила 21600 кг/га. В цілому, за ступенем розвитку

фітопланктону водосховище-охолоджувач Криворізької ТЕС можна віднести до середньокормних рибогосподарських водойм.

Зоопланктон, у складі якого присутня значна доля фільтраторів, відіграє важливу роль у процесах самоочищення, формує цінну в енергетичному плані вторинну продукцію і тим самим забезпечує живлення молоді практично всіх видів риб.

У складі зоопланктону водосховища-охолоджувача було знайдено 19 видів, серед них коловерток – 9 видів, гіллястовусих ракоподібних – 5 видів, веслоногих ракоподібних – 5 видів.

Загальна біомаса зоопланктону на різних біотопах коливалася в межах 0,09–1,82 г/м³, у середньому – 0,76 г/м³. Продукція зоопланктону за рік, враховуючи продукційно-біомасовий коефіцієнт (20) та середню глибину продукційного шару водойми (2 м), становила 304 кг/га. За показниками розвитку зоопланктону дана водойма є малокормною – III-й рибогосподарський клас.

Інтенсивність розвитку донних тваринних організмів у водоймах-охолоджувачах визначається, головним чином, типом ґрунтів, а також – гідрологічними особливостями, характером ложа, температурним режимом.

У складі зообентосу знайдено 12 видів організмів, які належать до 5 груп. Було зафіксовано серед личинок хірономід – 3 види, олігохет – 3, моллюсків – 3, ракоподібних – 1, інших груп – 2. У «м'якому» бентосі, який є найбільш цінним у кормовому відношенні для риб, домінували личинки хірономід та олігохети. Їх біомаса коливалась від 2,7 до 17 г/м² (у середньому 10,7 г/м²). Тобто водойма відноситься до високотормних, I-й клас рибогосподарської класифікації.

На слабо замуленому піску сформувався біоценоз дрейсени (*Dreissena bugensis*, *Dr. polymorpha*), біомаса якої в середньому по водосховищу становила 220 г/м² при чисельності більш ніж 2,5 тис. екз./м².

Продукція «м'якого» зообентосу за рік, враховуючи продукційно-біомасовий коефіцієнт (5), становила 535 кг/га.

Таким чином, за показниками зообентосу, водойма може ефективно використовуватись рибами-бентофагами, чисельність яких повинна регулюватись шляхом коригування обсягів інтродукції та лімітування вилову.

Сучасна іхтіофауна водосховища-охолоджувача Криворізької ТЕС нараховує 21 вид риби. Вона сформувалась за рахунок аборигенних видів Дніпра, риб-аутакліматизантів, які самостійно проникли з Каховського водосховища по каналу «Дніпро-Кривий Ріг» та риб-інтродуцентів. До промислових видів риб аборигенної групи належать: плітка, карась сріблястий, незначно – лящ, окунь, судак, сом європейський, щука; із групи інтродуцентів – короп, товстолобики білий і строкатий, білий амур.

Ріст продуктивності аборигенних видів риб гальмується відсутністю умов для природного відтворення. Водосховище-охолоджувач характеризується незначною площею літоральної зони (мілководь) із заростями водної рослинності. Тому ефективні природні нерестовища для фітофільних видів риб, які і складають основу промислового комплексу, практично відсутні.

За даними біологічних обстежень промислова популяція карася сріблястого складається з 4–8-річок. Середньостатистичні показники довжини тіла карася становлять $23,8 \pm 0,85$ см, маси тіла – $244 \pm 16,8$ г. Середнє значення коефіцієнту вгодованості карася дорівнює $2,8 \pm 0,76$. Вміст загальних поживних речовин (20–23 %) та ліпідів ($3,0 \pm 0,22$ %) у м'язах карася свідчить про середні показники вгодованості.

Популяція плітки складається з 3–6-річок з переважанням у промислі 5-річок (37 %). Середня довжина плітки становила $22,8 \pm 1,05$ см, середня маса – $246 \pm 32,2$ г. Коефіцієнт вгодованості за Фультоном ($2,56 \pm 0,10$) та жирність (3–4 бали) мали високі значення. Вміст загальних поживних речовин у м'язах риб був також на достатньо високому рівні – 22–24 %. Вміст жиру у м'язах плітки, в середньому, дорівнював $3,9 \pm 0,23$ % на сиру речовину. Досить високі показники вгодованості плітки свідчать про сприятливі умови нагулу. Основу кормового раціону плітки у водоймі складають моллюски (дрейсена), запаси яких повністю забезпечують харчові потреби даного виду риб.

Лящ – цінний промисловий крупночастиковий вид. У промислових уловах останніх років лящ практично відсутній. Середньостатичні лінійно-вагові показники особин з контрольних та аматорських уловів становлять: довжина – $33,6 \pm 3,2$ см, маса –

811,8±14,5 г. Середньовікові значення коефіцієнту вгодованості за Фультоном – 2,6. Таким чином, морфометричні та фізіологічні показники різнювікових особин ляща свідчать про задовільні умови нагулу для даного виду риб.

Серед хижаків промислову цінність являють традиційні для малих водосховищ аборигенні види – щука, судак та окунь. Усі види в уловах зустрічаються вкрай обмежено. У загальній іхтіомасі частка хижих риб не перевищує 1 %. Це дуже низький показник, враховуючи значну кількість малоцінних та смітєвих риб у водосховищі. Низький пресинг з боку хижих риб-меліораторів закономірно призводить до спрощення та деградації структури промислового іхтіоценозу, а також погіршення епізоотичної ситуації у водоймі.

Популяція сазана у водосховищі формується за рахунок вселеної культурної форми коропа та аборигенної форми – сазана. Частка коропа в загальному промислі за останні п'ять років тримається на рівні 0,2 %. В уловах віковий ряд представлений переважно 4–7-річками. Довжина особин варіює від 24,0 до 67,0 см, маса – від 1,2 до 5,7 кг. Коефіцієнт вгодованості становить 2,8±0,23. Показники вгодованості та фізіологічного стану задовільні і свідчать про достатню забезпеченість кормом.

Товстолобики (білий і строкатий) складають основу промислу у водосховищі. Білий товстолобик є активним споживачем фітопланктону і біомеліоратором під час «цвітіння» води, знижуючи біомасу фітопланктону на 30–40 %. Сучасне стадо товстолобика представлене 3–6-річними особинами з лінійними параметрами 24–72 см і вагою 0,37–9,8 кг. Середня довжина – 58,3±18,93 см, маса – 3,89±0,56 кг.

Строкатий товстолобик віддає перевагу в харчуванні зоопланктону. При достатній забезпеченості кормом строкатий товстолобик випереджає за темпом росту білого товстолобика, але в умовах водосховища-охолоджувача, при низькій концентрації зоопланктону, темп росту строкатого товстолобика порівняно з білим товстолобиком нижче на 40 %: середньовиважена довжина – 53,8 см, середньовиважена маса – 2,43 кг.

Амур білий – ще один цінний вид фітофільної групи. В уловах його частка мізерна – близько 0,1 %. Промислове стадо білого амура складають 3–5-річні особини.

Досвід рибогосподарської діяльності у водоймах-охолоджувачах показав, що оптимальне співвідношення риб-моллюскофагів та рослиноїдних риб складає відповідно 55 і 40 % [5, 6]. Таке співвідношення різних трофічних груп в іхтіоценозі дозволяє в більш повній мірі використовувати таку багаточисельну групу кормових організмів, як моллюски. Нижче поданий розрахунок обсягу зариблення водосховища різними видами риб. При розрахунках промислове повернення для риб-вселенців прийняте як 15 % (для цьоголіток).

Товстолобик білий: потенційний приріст риби за рахунок кормової бази (М): $M = \frac{1}{2} \cdot P : K_k = \frac{1}{2} \cdot 21600 : 50 = 216 \text{ кг/га}$; обсяг зариблення (ОЗ):

$OZ = M \cdot S \cdot 100 : (ПП \cdot IM) = 216 \cdot 900 \cdot 100 : (15 \cdot 4) = 324 \text{ тис. екз.}$

Відповідно, товстолобик строкатий: М – 21,7 кг/га; ОЗ – 32,5 тис. екз. Амур білий: М – 3,06 кг/га; ОЗ – 4,6 тис. екз. Короп (сазан): М – 53,5 кг/га; ОЗ – 80,2 тис. екз.

У загальній іхтіофауні водосховища-охолоджувача основним видом серед риб-моллюскофагів є плітка, але чисельність її популяції дуже обмежена і недостатня для стримування росту популяції дрейсени. Тому з метою біомеліорації та регулювання біомаси дрейсени бажано зариблення водосховища молоддю чорного амура – активного моллюскофага із розрахунку однорічок – 40–50 екз./га, дворічок – 20–30 екз./га. Для збільшення популяції хижаків можна рекомендувати зариблення водосховища молоддю судака і щуки в кількості 3–10 екз/га.

Висновки

1. За основними еколого-санітарними показниками стан якості води у водосховищі-охолоджувачі Криворізької ТЕС характеризується III-ю категорією (досить добра, мезо-евтрофна). Гідрохімічний режим, у цілому, відповідає рибоводним нормам і сприятливий для здійснення рибогосподарської діяльності.

2. За показниками розвитку фітопланктону водосховище-охолоджувач відноситься до середньокормних, зоопланктону – малокормних і зообентосу – високотормних рибогосподарських водойм.

3. Сучасна промислова іхтіофауна водосховища характеризується домінуванням в уловах риб-інтродуцентів – коропа, білого та строкатого товстолобиків, і риб аборигенної групи – плітки та караса сріблястого. Частка цінного промисловго виду – ляща – обмежена.

4. Популяція хижих риб (судак, щука, окунь) знаходиться в депресивному стані, що обумовлює наявність значної кількості у водосховищі малоцінних та сміттєвих риб.

5. Низька відтворювальна здатність цінних аборигенних видів риб обумовлена відсутністю ефективних природних нерестовищ внаслідок обмеженої площі літоральної зони у водосховищі, тому поповнення популяцій фітофільних видів риб можливе лише шляхом інтродукції.

Література:

1. Виноградов В.К. Новые объекты рыбоводства и теплоэнергетика / В.К. Виноградов // Рыбохоз. изуч. внутр. водоемов. – Л.: ГосНИОРХ, 1976. – № 18. – С. 98–106.

Vinogradov V.K. Novyye ob'ekty rybovodstva i teploenergetika / V.K. Vinogradov // Rybohoz. izuch. vnutr. vodoemov. – L.: GosNIORH, 1976. – № 18. – S. 98–106.

2. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины / Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И. и др. – К.: Наук. думка, 1991. – 192 с.

Gidrobiologiya vodoemov-ohladiately teplovyih i atomnyih elektrostantsiy Ukrainiy / Protasov A.A., Sergeeva O.A., Kosheleva S.I. i dr. – K.: Nauk. dumka, 1991. – 192 s.

3. Гринжєвський М.В. Аквакультура України / М.В. Гринжєвський. – Львів: Вільна Україна, 1998. – 364 с.

Grinzhevskiy M.V. Akvakultura Ukrayini / M.V. Grinzhevskiy. – Lviv: Vlna Ukrayina, 1998. – 364 s.

4. Динамика качественных и количественных изменений гидробионтов и состояние системы водохранилища под воздействием антропогенного фактора (на примере Кармановского водохранилища) / Шакирова Ф.М., Валиева Г.Д., Гвоздарева М.А. и др. // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 1. – С. 198–213.

Dinamika kachestvennyih i kolichestvennyih izmeneniy gidrobiontov i sostoyanie sistemy vodohranilisha pod vozdeystviem antropogenogo faktora (na primere Karmanovskogo vodohranilisha) / Shakirova F.M., Valieva G.D., Gvozdareva M.A. i dr. // Izv. Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. – 2014. – T. 16, № 1. – S. 198–213.

5. Захарченко І.Л. Комплексні дослідження природної кормової бази та іхтіофауни водойми-охолоджувача Хмельницької атомної електростанції / Захарченко І.Л., Кражан С.А., Григоренко Т.А., Базаєва А.М. // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології. IV Міжнар. іхтіологічна наук.-практич. конф., Одеса. – 2011. – С. 113–114.

Zaharchenko I.L. Kompleksni doslidzhennya prirodnoyi kormovoyi bazi ta ihtiofauni vodoymi-oholodzhuvacha Hmelnitskoyi atomnoyi elektrostantsiyi / Zaharchenko I.L., Krazhan S.A., Grigorenko T.A., Bazaeva A.M. // Suchasni problemi teoretichnoyi ta praktichnoyi ihtiologiyi. IV Mizhnar. ihtiologichna nauk.-praktich. konf., Odesa. – 2011. – S. 113–114.

6. Клименко О.М. Використання рослиноїдних риб для покращення стану екосистеми водойми-охолоджувача ХАЕС / О.М. Клименко, А.М. Петрук // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2010. – Вип. 2 (50). – С. 24–32.

Klimenko O.M. Viktoristannya roslinoyidnih rib dlya pokraschennya stanu ekosistemi vodoymi-oholodzhuvacha HAES / O.M. Klimenko, A.M. Petruk. // Visnik Natsionalnogo universitetu vodnogo gospodarstva ta prirodokoristuvannya. – 2010. – Vip. 2 (50). – S. 24–32.

7. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 25 с.

Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyah na presnovodnyih vodoemah. – L.: GosNIORH, 1984. – 25 s.

8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. Романенко В. Д. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.

Metodi gidroekologichnih doslidzhen poverhnevih vod / Za red. Romanenko V. D. – K.: LOGOS, 2006. – 408 s.

9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). / И.Ф. Правдин.– М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.

Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryib (preimuschestvenno presnovodnyih). / I.F. Pravdin.– М.: Pisch. prom-st, 1966. – 376 s.

ECOLOGICAL, BIOLOGICAL AND FISHERIES CHARACTERISTICS

OF THE KRYVYI RIH TPS IMPOUNDMENT

O. Fedonenko, N. Esipov, T. Sharamok, Y. Beletsky

Oles Honchar Dnipropetrovsk National University

hydro-dnu@mail.ru

Hydrochemical regime of the Kryvyi Rih TPS impoundment in general corresponds to the fisheries standards and is advantageous for the fisheries management implementation. According to the main indicators of ecology and sanitary water belongs to the 3rd category (quite good, middle eutrophic). In terms of natural fodder reservoir is characterized as middle trophic – by the development of phytoplankton, little trophic – by the development of zooplankton and much trophic – by the development of benthos. Modern industrial ichthyocomplex is formed mainly at the expense of introduced fish (carp, silver carp, bighead carp). The population of carp in the reservoir is formed by the carp and native form – carp universe of cultural forms. The share of the total carp fishing in the last five years is kept at a low level (0,2 %) due to lack of regular stocking ponds by young carp. Silver carp is an active consumer of phytoplankton and bioremediator during the water bloom, reducing phytoplankton biomass by 30–40 %. Bighead carp prefers zooplankton in the diet. Therefore, in the impoundment with low concentrations of zooplankton, lagging in growth comparing with silver carp by 40 %.

Aboriginal complex of industrial fish fauna is mainly represented by benthophage fish – prussian carp, roach, bream. Indicators of growth and nutritional status of the fish indicate an advantageous gain. Traditionally native species – pike, pike-perch and european perch are commercially valuable predators of small reservoirs. All species in the catches are extremely limited. Low pressure from the predatory fish-meliorators leads to simplification and degradation of industrial

ichthyocenosis structure and deterioration of the epizootic situation in the reservoir. Due to the lack of natural spawning grounds, aboriginal food fish replenishment is possible only through introduction.

For optimal natural fodder use of impoundment the ratio of molluscivore fish and herbivorous fish should be respectively 55 % and 40 %. For biomelioration and zebra mussel biomass regulation reservoirs packing with young black carp is desirable – active molluscivore in the amount of 40–50 inst./ha. To increase the population of predators reservoirs packing with young perch and pike in the amount of 3–10 inst./ha is recommended.