

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

УДК: 502.51 (285)(477.54)

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ОЗЕРА ЛИМАН
(ДВСРП «ЛИМАНСЬКЕ» ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛ.)****І. М. СТЕЦЮК**, аспірант*

E-mail: stetsyukinna8513@ukr.net

В. В. КОНІЩУК, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу
охорони ландшафтів, збереження біорізноманіття і природозаповідання

E-mail: konishchuk_vasyl@ukr.net

Інститут агроекології і природокористування НААН України[https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.001](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.001)

Анотація. Проведено порівняльний аналіз гідроекологічного стану озера Лиман (ДВСРП «Лиманське» Харківської обл.) водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС (басейн Сіверського Дінця) за дослідження еколого-генетичних особливостей білого (Hypophthalmichthys molitrix) та строкатого (Aristichthys nobilis) товстолобиків за використання ISSR ДНК-маркерів протягом 2019-2020 рр.

Представлено екологічний стан водойм, визначено видовий склад біоти, природну кормову базу та чинники впливу навколишнього природного середовища на умови ведення аквакультури; вивчені екологічні умови вирощування популяції різновікових груп строкатого (Aristichthys nobilis) та білого товстолобиків (Hypophthalmichthys molitrix) в умовах ДВСРП «Лиманське» Харківської обл. у 2019 році.

Досліджений фітопланктон, свідчить про досить значне зростання біомаси, у порівнянні з попередніми результатами досліджень (1984-2010 рр.). Про значне збільшення кількості фітопланктону свідчать також фіксація нагонних мас фітопланктону у водоймі шаром до 2-3 см, серед яких за чисельністю переважали синьо-зелені водорості (Cyanophyta), дінофітові (Dinophyta) та діамантові (Bacillariophyta).

Зоопланктон озера Лиман був представлений доволі розповсюдженими формами трьох основних груп: Rotifera, Cladocera, Copepoda.

Вивчено іхтіофауну водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС, яка зараз нараховує 28 видів риби 8 родин. Основними чинники формування складу риби у водоймі-охолоджувачі є теплове навантаження станції, рибогосподарська діяльність та регулярне постачання води річкової у водойму. Зміни у складі фауни риб у останні роки обумовлені масовим розповсюдженням еврибіонтних риб-інтервентів (риба-голка, колюшка), зниження робочої потужності електростанції (головень, густера або білізна), а також виходом риби з садків при поломках останніх.

Ключові слова: гідроекологічний стан, генетична структура, білий і строкатий товстолобик, зоопланктон, фітопланктон, якість води, іхтіоценоз водойми

* Науковий керівник - **С. І. ТАРАСЮК**, доктор сільськогосподарських наук, професор

Актуальність.

Рибне господарство відіграє значну роль у забезпеченні населення продовольством, а галузей національної економіки – сировиною, а також у підвищенні зайнятості населення. Останнім часом у світовому рибному господарстві спостерігається тенденція щодо збільшення виробництва продукції аквакультури за рахунок її інтенсивного розвитку (від 8,6 млн.т. у 1985 р. до 50 млн.т. у 2005 р.) [1].

Білий і строкатий товстолобики після інтродукції зайняли свою екологічну нішу. В водоймах України їм майже немає конкурентів. Так як ці риби швидкоростучі, вони надзвичайно цінні для ставової аквакультури насамперед в економічному плані так і з біологічного – як біологічні меліоратори проти заростання та цвітіння води. Головним у вирощуванні товстолобиків є заводське відтворення, так як у водоймах нашої країни немає природних місць для нересту. Технологічний процес заводського відтворення дає змогу отримувати статеві продукти, а потім і молодь білого та строкатого товстолобиків для подальшого їхнього вирощування.

Особливості їх біології, в тому числі білого (*Hypophthalmichthys molitrix*) та строкатого (*Arischtys nobilis*) товстолобиків потребують ретельного дотримання

біотехнологічних вимог їх заводського відтворення та вирощування в аквакультурі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Україна володіє великою кількістю теплових і атомних електростанцій. Водойми-охолоджувачі АЕС є важливим резервом рибництва. Завдяки особливостям термічного та гідробіологічного режимів для них характерна висока продуктивність. Реалізація потенційних можливостей цих водойм пов'язана із спрямованим формуванням їх іхтіофауни, за якого місцеві малоцінні види риб замінюються комплексом цінних теплолюбних риб (короп, рослиноїдні риби, буфало, канальний сом, веслоніс, тилapia тощо), які найбільш повно використовують природну кормову базу водойм та дають досить високі показники наростання в них цінної іхтіомаси. Поряд з цим, водойми-охолоджувачі використовуються в рибництві як база для садкового та басейнового індустріального вирощування риби [2, 3, 4, 5, 6].

Електростанція і водойма-охолоджувач створюють єдину природно-техногенну систему, функціонування елементів якої взаємопов'язане та взаємообумовлене [7, 8, 9]. Система технічного водопостачання електростанції може працювати лише в тому випадку, якщо якість води, що надходить до неї, знаходиться не нижче певного

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

рівня. Одним з найпотужніших екологічних факторів, що впливає на екосистему водойми-охолоджувача, є температура. Надходження додаткового тепла з підігрітою скидною водою може порушити природну екологічну ситуацію у водному об'єкті. Це явище отримало назву "термічне евтрофування" [10]. Наслідком евтрофування води у водоймі-охолоджувачі може стати "цвітіння" фітопланктону, що може сприяти процесу накипоутворення і створювати перешкоди в роботі електростанції.

Антропогенний тиск на довкілля досягнув максимуму у наш час. Особливо це проявляється у технозмінених гідроекосистемах, таких як водойми-охолоджувачі теплових і атомних електростанцій (Протасов, Силаева, 2012). Зміївська ТЕС є одним із найбільших підприємств на теренах східної України.

Мета. Оцінити гідрохімічний стан озера Лиман – водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС, видовий склад біоти, стан природної кормової бази та дію чинників (факторів) довкілля (навколишнього середовища) на генетичну структуру популяцій товстолобиків (білого *Hypophthalmichthys molitrix* та строкатого *Aristichthys nobilis*), у якому вони вирощуються; за використання ISSR ДНК-маркерів.

Методи. Дослідження щодо гідроекологічного стану озера Лиман

було проведено у водоймі-охолоджувачі Зміївської ТЕС.

Зміївська ТЕС ПАТ «Центренерго» використовується для технічного водопостачання та охолодження циркуляційної води Зміївської ТЕС, спеціалізується на виробництві теплової та електричної енергії на базі органічного палива і входить до переліку екологічно небезпечних об'єктів загальнодержавного значення. Зміївська ТЕС – найбільша електростанція у Харківській області, одна з найбільших теплових електростанцій України. Харківська область – область у Слов'янській Україні в межах Придніпровської низовини і Середньоруської височини [23, 24].

Лиман – найбільше озеро Харківської області. Знаходиться у пд.-сх. частині Зміївського району, в межах заплави Сіверського Дінця, за 60 км від Харкова, між с. Лиман і смт. Комсомольське Зміївського району (прилягають з півночі), смт. Андріївка Балаклійського району (з південного сходу) і лісовим масивом «Андріївський бір» (з півдня).

Став-охолоджувач використовується для технічного водопостачання та охолодження циркуляційної води Зміївської ТЕС. До реконструкції Зміївської ТЕС (1958–1962 рр.) Лиман був природнім озером довжиною 7,5 км, шириною 2,7 км, глибиною 2 м і загальною площею 16 км². У стародавні часи

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

русло Сіверського Дінця, що протікало поруч, перенеслося на кілька кілометрів на південь, але води річки продовжували підживлювати ділянку старого русла, де на місці стариці й утворилося озеро Лиман. Воно розташоване на відстані майже 5 км від сучасного річища Сіверського Дінця та займає пониження на другій надзаплавній терасі. Раніше вода в озері була солонувата, водойма змінювала свої обриси – у посушливі роки вона скорочувалася та поділялася на дрібні озера, у вологі періоди розливалася. З метою збільшення потужності ТЕС до 1,5 млн кВт озеро перетворили у ставок-охолоджувач: у 1958 році повністю спустили, змінили форму та укріпили береги, у 1962 році знову наповнили водами Сіверського Дінця. Озеро збільшилося майже вдвічі за площею та вдвічі за глибиною – до нинішніх розмірів. Узимку, крім ділянок, де скидають теплі води станції, озеро замерзає. Дно піщане, мулисте, місцями торфує. На берегах – багато солонців. Його води є природною водогосподарською базою рибогосподарського комбінату. Ставок-охолоджувач Зміївської ТЕС (озеро Лиман ДВSRП «Лиманське» Харківської обл.) – наливне водосховище, створене шляхом реконструкції озера Лиман. Водосховище побудовано в 1960 році по проекту Харківського відділення Всесоюзного інституту «Теплоелектропроект».

Призначення – технічне водопостачання та охолодження циркуляційної води Зміївської ДРЕС, а також для зрошення і риборозведення. Вид регулювання – сезонне. Проектна потужність 2400 МВт. У зв'язку з погіршенням якості твердого палива енергоблоки Зміївської ТЕС у лютому 1991 року перемарковані в 175 МВт і 275 МВт зі зниженням встановленої потужності на 25 МВт нижче проектної по кожному блоку. Встановлена потужність станції склала 2150 МВт. У 2005 році після заміни восьмого енергоблоку станції встановлена потужність склала – 2200 МВт. Види палива – природний газ, вугілля, мазут.

Система золоуловлювання першої черги електростанції – одноступінчата з мокрими скруберами МП-ВТІ діаметром 4,5 м. На кожен енергоблок встановлено по п'ять скрубєрів. На другій черзі електростанції на кожному блоці встановлені триплінні електрофільтри типу ПГД-3-50.

Система золошлаковидалення – змішана, гідравлічна. Для першої і другої черг електростанції споруджені по дві багерних насосних станції, в кожній по три насоси продуктивністю по 700 м³/год при тиску 37 м водяного стовпа. На електростанції є пристрій з відбору золошлакової суміші для використання її в народному господарстві.

Стецюк І. М., Конішук В. В.

Основні параметри водосховища: нормальний підпірний рівень – 91,0 м; рівень мертвого об'єму – 89,0 м; повний об'єм – 53,1 млн м³; корисний об'єм – 23,18 млн м³; площа дзеркала – 1250 га; довжина – 5,9 км; середня ширина – 2,1 км; максимальні ширина – 2,9 км; середня глибина – 4,25 м; максимальна глибина – 5,85 м.

Основні гідрологічні характеристики: площа водозбірної басейну – 42,2 км²; річний об'єм стоку – 50 % забезпеченості – 1,92 млн м³; паводковий стік – 50 % забезпеченості – 0,88 млн м³; максимальні витрати води – 1 % забезпеченості – 86,05 м³/с.

Склад гідротехнічних споруд:

1. Глуха земляна гребля № 1 довжиною – 1386 м, висотою – 3,6 м, шириною – 6 м, розташована в південно-східній частині ставу.

2. Глуха земляна гребля № 2 (гребля золівдвалу) довжиною – 2334 м, висотою – 6,5 м, шириною – 11 м.

Донний водоспуск призначений для продувки та спорожнення ставу-охолоджувача, виконаний із збірних залізобетонних труб діаметром 1500 мм та сталевих труб діаметром 1400 мм, довжиною – 70 м, обладнані засувками. Розташований у тілі греблі № 2.

Відкритий береговий швидкотік із монолітного залізобетону з бортами відкисного типу. Довжина скату – 27,2 м, довжина кріплення за

водоскатом – 125 м. Розташований на північному березі ставу-охолоджувача на території електростанції.

Струменеспрямовуючі греблі призначені для покращення циркуляції води в ставу-охолоджувачі. Греблі земляні, насипні, загальною довжиною – 1680 м, висотою – 4,6 м, шириною – 4,0 м, закладення укосів – 1:2, розташовані на північному березі ставу-охолоджувача.

Споруда для підкачки води із р. Сіверський Донець – насосна станція, обладнана трьома насосами загальною продуктивністю – 4,3 м³/с, з'єднана із річкою Сіверський Донець каналом довжиною 128 м.

Подача води у ставу-охолоджувач Зміївської ТЕС здійснюється по каналу довжиною 2090 м, залізобетонним трубам діаметром 1500×584 м. Насосна станція підкачки, розташована в 2,1 км південно-східніше земляної греблі № 2.

Ставу-охолоджувач використовується для технічного водопостачання та охолодження циркуляційної води Зміївської ТЕС. Також на базі ставу створене підприємство по виробництву товарної риби ДВСРП «Лиманське». Гідротехнічні споруди знаходяться на балансі Зміївської ТЕС.

Озеро Лиман, на базі якого побудовано водойму-охолоджувач Зміївської ТЕС, було кінцевим у

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

ланцюжку Лиманських озер. Слід зазначити, що озеро Лиман (площа 1239 га) – найбільше урочище Лиманської системи водно-болотних угідь. Наразі його площа менша, ніж була до середини ХХ ст., коли значну частину західної половини озера відокремили дамбою від решти озера та перетворили на відвали шламу із Зміївської ТЕС. Саме озеро Лиман було солонуватоводною мілкою степовою водоймою, яке сильно всихало влітку і замерзало взимку. Наразі 2 штучні канали забезпечили подачу прісної води із Сіверського Дінця та промивний режим озера, перетворивши його на прісну водойму із більш постійним гідрорежимом. Скиди підігрітої води зі Зміївської ТЕС призводять до того, що взимку озеро не замерзає повністю.

Берег водойми, що межує зі Зміївською ТЕС укріплений та обладнаний гідротехнічними спорудами для забору води та скиду відпрацьованих вод. Озеро використовується для штучного розведення риби. Взимку озеро замерзає (за виключенням ділянки біля ТЕС), товщина льоду досягає до 0,5 метра. Слід відмітити, що у останні роки у зв'язку із глобальним потеплінням та посиленою роботою станції, озеро не замерзає взагалі [24, 25, 26, 27].

Для оцінки генетичної структури популяцій строкатого (*Aristichthy nobilis*) та білого товстолобиків

(*Hypophthalmichthys molitrix*) досліджено гідрохімічний стан та показники якості води озера Лиман водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС.

Вивчення екологічних умов вирощування популяції різновікових груп строкатого (*Aristichthy nobilis*) та білого товстолобиків (*Hypophthalmichthys molitrix*) здійснювалися на ДВСРП «Лиманське» Харківської обл. у 2019 році.

Відбір проб води для хімічного аналізу та їх обробку в лабораторії екологічних досліджень Інституту рибного господарства НААН проводили за загальноприйнятими методиками [12]. Отримані значення порівнювали з чинними рибницькими нормативами [13].

Гідробіологічні проби (фіто-, зоопланктон та зообентос) відбирали, як правило, у першій половині дня, оскільки дані відбору проб у цей час відповідають середньодобовим. [12].

Збір та камеральне опрацювання альгологічного матеріалу здійснювали згідно із методиками [13].

Проби фітопланктону фіксували 40 % розчином формальдегіду. Камеральне опрацювання альгологічних проб проводили за допомогою мікроскопа марки *MicrosAustriaMC-300*. Видову і надвидову таксономічну приналежність планктонних водоростей визначали за

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

відповідними правилами. Біомасу фітопланктону визначали стандартним розрахунково-об'ємним методом, суть якого полягає у вимірюванні об'єму клітин водоростей за порівняння їх форми з різноманітними геометричними тілами (куля, циліндр, еліпс, конус тощо) та розрахунку за загальноприйнятими геометричними формулами. Обчислений обсяг кожного виду множили на його чисельність та наводили у мг/дм³.

Відбір та обробку проб зоопланктону проводили загальноприйнятими методами [15, 27]. Проби зоопланктону відбирали з різних ділянок озера за допомогою малої моделі планктонної сітки Апштейна (капронове сито № 76), крізь яку фільтрували 50 л води. Відібраний матеріал та підрахунок організмів зоопланктону проводили у такий самий, як і для фітопланктону. Для визначення видового складу використовували визначники планктонних тварин [16].

Для відбору проб зообентосу використовували циліндричний дночерпач системи Ланга з площею захоплення 1/100 м². До складу однієї проби входив ґрунт трьох дночерпачів з різних точок озера [17].

Відібрані проби промивали через сито із газу № 18, потім вибирали бентосні організми і фіксували їх 40 % розчином формальдегіду. У лабораторних умовах за камеральної обробки організми розподіляли за

систематичними групами, підраховували і зважували на торсійних вагах, а потім здійснювали перерахунок чисельності та біомаси організмів 1 м² (екз./м²; г/м²). Для визначення видового складу організмів послуговувалися визначниками [18].

Загалом, за період дослідження було відібрано, опрацьовано та проаналізовано 7 гідрохімічних та 27 гідробіологічних (фіто-, зоопланктон, зообентос) проб.

Статистичну вірогідність відмінностей оцінювали за критерієм Ст'юдента (St) у програмі Microsoft Excel. Результати досліджень обробляли методами математичної статистики та біометрії [19].

Результати досліджень. Основним забруднювачем атмосферного повітря у Харківській області у наш час є Зміївська ТЕС ПАТ «Центренерго». Валовий викид у 2019 р. становив 57 302,505 тон.

Якість поверхневих вод р. Сіверський Донець та її притоків на території Харківської області протягом 2019 року була стабільною, без суттєвих змін. Концентрації речовин у водних об'єктах змінюються в межах середньо-багаторічних значень без тенденції до погіршення, в залежності від періоду року та фактичної водності річок.

Основними чинниками (факторами) впливу на формування хімічного складу водойм є надходження забруднювальних

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

речовин із викидами Зміївської ТЕС, поверхневим стоком із водозбору та ґрунтовими водами.

Спостерігається перевищення гранично допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення по важких металах, органічних речовинах та сольових

показниках. Якщо сольові показники понад норму, у основному, за рахунок природних чинників, перевищення по важких металах та органічних речовинах наявне у зв'язку з великим антропогенним навантаженням (табл. 1).

1. Гідрохімічні дослідження та якість води водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС

Показники	Станції відбору проб		
	скид ТЕС	центральна ділянка	водозабір ТЕС
Температура, води, ° t	24	22	21
Глибина, м	3,6	4,5	5,0
pH, одиниці pH	8,60	8,52	8,44
Прозорість по диску Секкі, м	1,10	1,00	0,75
Концентрація кисню, мг/дм ³	Пов. 9,50	8,30	9,20
	% нас. 103,2	73,9	105,0
Концентрація кисню, мг/дм ³	Прид. 8,20	6,30	6,47
	% нас. 75,6	60,7	61,3
Азот амонійний, мг N/дм ³	0,53	0,40	0,50
Нітрити, мг N/дм ³	0,012	0,011	0,022
Нітрати, мг N/дм ³	0,30	0,40	0,45
Фосфати, мг P/дм ³	0,30	0,23	0,27
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	Пов. 4,80	3,50	3,60
	Прид. 3,50	4,60	3,00

Концентрація йонів водню (рН) є одним із найважливіших показників якості води, що впливає на хімічну рівновагу багатьох елементів і має велике значення для хімічних і біологічних процесів. Згідно з отриманими результатами досліджень середовище в усіх відібраних пробах води господарства було слабколужним (рН = 8,44), що є оптимальним для проходження біохімічних процесів у ставах та вирощування риби.

Нітритів та нітратів у досліджуваних пробах зафіксовано у

малій кількості, що відповідає нормативному значенню для ставової води. Йон амонію з'являється у воді внаслідок розчинення в ній аміаку – продукту розкладу органічних азотовмісних речовин. NH₄⁺ є нестійким, він швидко окиснюється до нітритів та нітратів. Так, вода ставу досліджуваного рибного господарства не має забруднень амонійним азотом.

Величина вмісту фосфору у воді має сезонний характер і залежить від співвідношення інтенсивності

Стецюк І. М., Конішук В. В.

процесів фотосинтезу та біохімічного розкладу органічних речовин.

Не менш важливим біотичним чинником за вирощування риби є розвиток кормових організмів у ставах, оскільки особливе значення має забезпечення їх племінного матеріалу повноцінними кормами. Відомо, що харчова цінність живих природних кормів за вмістом у них поживних речовин і амінокислотним складом білка значно перевищує харчову цінність штучних кормів. Основними кормовими організмами для коропових риб у рибницьких ставах є фіто-, зоопланктон та зообентос.

Фітопланктон спричиняє значний вплив на формування технічних якостей води водойм-охолоджувачів енергетичних об'єктів. Помірний розвиток водоростей є корисним, оскільки сприяє процесам самоочищення, сильний – відіграє негативну роль, знижуючи вміст у воді CO_2 та підсилюючи утворення накипу на конденсаторах турбін. Крім того, інтенсивний розвиток водоростей сприяє появі органічних відкладень на стінках конденсаторів. Масове зариблення водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС дволітками білого та строкатого товстолобиків у 1983-1985 рр. призвело до зниження розвитку фітопланктону: через 2 роки його біомаса зменшилась з 11,3 до 4,5 г/м³ [19, 26].

Паралельно з відбором зразків крові у риби для аналізу генетичної структури стад білого та строкатого товстолобиків були проаналізовані зразки фітопланктону та зоопланктону.

Дослідження фітопланктону свідчить про досить значне зростання біомаси, у порівнянні з попередніми результатами досліджень (1984-2010 рр.). Про значне збільшення кількості фітопланктону свідчать також фіксація нагонних мас фітопланктону у водоймі шаром до 2-3 см. Слід підкреслити, що на 2 із 3 станцій відбору у складі фітопланктону за чисельністю переважали синьо-зелені водорості (Cyanophyta). Максимальні біомаси на всіх станціях фіксувалися для Dinophyta (Дінофітові) та Bacillariophyta (Діатомові) (табл. 2).

Необхідно підкреслити, що отримані результати дослідження досить добре відповідають раніше проведеним на водоймі-охолоджувачі Зміївської ТЕС [9].

Зоопланктон – один з індикаторів оцінки стану водних екосистем. У водоймах помітно впливає на чисельність водоростей фітопланктонних угруповань, регулюючи кисневий режим, але при значній кількості організмів зоопланктону у водоймах можливе зниження розчиненого у воді кисню до мінімальних значень [11]. Крім того, зоопланктонні організми є чутливим індикатором умов існування риби. Для ефективного ведення господарства у ставу повинна

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

бути достатня кількість зоопланктону для живлення.

2. Кількість видів (n), ч чисельність (N, млн кл/дм³) та біомаса (B, мг/дм³) фітопланктону водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС при відборі проб, 2019 р.

Станція відбору проб		Водорості							Всього
		Cyano-phyta	Dino-phyta	Chryso-phyta	Xan-thoph-phyta	Bacil-lario-phyta	Eug-leno-phyta	Chlo-ro-phyta	
Водозабір ТЕС	n	4	1	1	-	6	1	10	23
	N	1,437	0,595	0,009	-	0,129	0,009	0,733	2,912
	B	0,102	26,01	0,001	-	0,671	0,198	0,466	27,43
Центральна частина	n	2	2	2	1	11	2	18	38
	N	2,237	0,420	0,025	0,655	0,860	0,042	3,738	8,476
	B	0,161	0,161	0,020	0,145	2,116	0,175	1,480	21,685
Скид ТЕС	n	7	1	1	1	11	1	24	46
	N	28,10	0,119	0,013	0,488	1,982	0,013	4,473	35,166
	B	1,401	6,071	0,001	0,132	7,014	0,006	1,304	15,980

У рибоводних ставках при вселенні білого товстолобика спостерігалось збільшення біомаси зоопланктону. Це, на думку автора, пояснюється дією добрив фекалій товстолобика, що є гарним субстратом для інтенсивного розвитку бактеріопланктону, який, у свою чергу, слугує їжею для нижчих ракоподібних і коловерток [11].

Зоопланктон є одним з важливих компонентів екосистеми водойм, що слугує чутливим індикатором якості водного середовища, відіграє значну роль у процесах самоочищення та біологічній продуктивності, в трансформації органічної речовини і енергії, а також є важливою складовою частиною кормової бази молоді та планктоноїдних риб. Значення зоопланктону як біоіндикатора якості води зумовлене високою чутливістю угруповання і окремих його представників до зміни чинників навколишнього середовища, і в тому числі до різного роду забруднення (хімічного,

термічного, біологічного, радіаційного). При цьому реакції зоопланктону не залежать від природи забруднення, є неспецифічними, стереотипними і виражаються в певній зміні, насамперед, структурних характеристик: видового складу, комплексу домінантів, співвідношення груп, трофічної структури, кількісних показників та ін. Крім того, організми зоопланктону завдяки своїм біологічним особливостям швидко розвиваються (особливо коловертки), що зменшує час відгуку на зміну чинників середовища, і, в той же час, тривалість їх життя досить велика (близько місяця), що дозволяє їм нагромаджувати і відображати сумарний характер змін в екосистемі. Завдяки цьому зоопланктон відображає найбільш характерні для біотопу чинники, а як досить високоорганізовані тваринні організми (ракоподібні) менше залежить від їх флуктуацій (табл. 3).

3. Зоопланктон водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС при відборі проб, 2019 р.

Група		Водозабір ТЕС	Центральна частина	Скид ТЕС
Rotatoria	N	52	78	26
	B	0,07	0,3	0,13
Cladocera	N	11	8,4	4,6
	B	0,08	0,38	0,4
Copepoda	N	7	15,9	8,2
	B	0,04	0,054	0,12
Всього	N	70	102,3	38,8
	B	0,19	0,734	0,64

Улітку біомасу зоопланктону визначає в основному розвиток гіллястовусих рачків хідорусів (7–45 % від чисельності і 50–92 % від біомаси). Але чисельно протягом року, як правило, домінують коловертки.

Індекс сапробності змінюється від 1,3 до 1,82 і характеризує воду озера у середньому як β -мезосапробну, помірно забруднену, що відноситься до III класу 3 категорії якості води згідно (Романенко та ін., 1998). Таким чином, аналізуючи гідроекосистему водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС за зоопланктонними угрупованнями, можна відзначити, що її стан неоднорідний і відрізняється на різних ділянках водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС. Це створює різноманітні умови сапробності: від помірно забруднених – до брудних. Тип розвитку зоопланктону в озері Чайка за біомасою є кладоцерно-ротаторним, а за чисельністю ротаторно-копеподним.

Озеро Лиман, на основі якого було споруджено водойму-охолоджувач Зміївської ТЕС, було кінцевим у ланцюжку Лиманських озер. За повідомленням О. Г. Васенка (Васенко, 2004) відмічено, що ще у 1920-30-х роках минулого століття у цих водоймах фіксували лише декілька видів іхтіофауни – карася золотого, окуня та в'юна. Після будівництва водойму-охолоджувача Зміївської ТЕС заповнювали водою із річки Сіверський Донець, що і визначило первинний склад іхтіофауни. Відповідно, що у цей період склад іхтіофауни був сформований іхтіофауною з ділянки річки із якої подавалася вода. У цей період фіксувалися 22 види риби 7 родин. Із них було 19 річкових видів, які потрапили з річки та 3 інтродукованих (короп, пелядь та сом). Введення у роботу нових блоків Зміївської ТЕС та, відповідно наростання теплового навантаження на водойму привело до зникнення низки звичних раніш видів риби – в'язя, головня, синця та густери (білизни). Також зникла також і

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

інтродукована пелядь. Збільшення рибогосподарської діяльності на даній водоймі пов'язано з вирощуванням рослинорідних видів риби білого та строкатого товстолобиків і білого амура.

Поява у 2002 р. виду-інтервента, чорноморської риби – голки іглиці *Syngnathus nigrolineatus*, яка попала у водойму-охолоджувач з водою із Дніпровських водосховищ по каналу Дніпро-Донбасс. Крім того, у 2006 році у водоймі-охолоджувачі виявлено колюшку малу південну *Pungitius platygaster* (поодинокі екземпляри) та густера (або білизна) *Blicca bjoerkna* (L.). Густера, звичайний тут водний вид риби з Сіверського Дінця. І звичайно, що масово фіксувалася у водоймі-охолоджувачі у перші роки роботи Зміївської ТЕС. Але з наростанням теплового навантаження колюшка мала південна *Pungitius platygaster* більше не фіксувалася. Щодо густери (або білизна) *Blicca bjoerkna* (L.), то даний вид регулярно фіксується в уловах, що свідчить про відновлення популяції після первинного заповнення водосховища. У 2007 році неподалік від водозабору Зміївської ТЕС на річці Сіверський Дінець вперше було зафіксовано амурського чебачка (*Pseudorasbora parva*). Далі, природно його виявили у озері Лиман. З 2008 році у ставку-охолоджувачі знову виявили голавля *Leuciscus cephalus*. Голавль чисто річковий вид риби. Також почали використовувати

садки та садкові лінії. З 2007 року у ставку-охолоджувачі регулярно та скрізь фіксується канальний сом *Ictalurus nebulosus*.

За час іхтіологічних досліджень у водоймі-охолоджувачі з першого періоду 1966-1968 рр. до останнього, на даний час, 2008-2016 рр. змінився як кількісний, так і якісний склад іхтіофауни. Так, для родини Cyprinidae кількість видів збільшилася з 13 до 16; у родині Percidae кількість не змінилася (3); у родині Gobiidae кількість видів дещо збільшилася з 2 до 3; також на один вид зросло представництво у родині Gobiidae з 2 до 3. У родини Esocidae та родини Siluridae по одному представнику незмінно. Представників родин Ictaluridae та Syngnathidae лише 1 вид, хоч протягом першого періоду досліджень їх не фіксували. Зате представників родин Salmonidae та Catostomidae не зафіксовано, хоч на попередніх етапах вони фіксувалися. Всього кількість видів виросла з 22 до 28, кількість родин зросла з 7 до 8 [11].

Іхтіоценоз водойми-охолоджувача зараз нараховує 28 видів риби 8 родин. Основні чинники формування складу риби у водоймі-охолоджувачі Зміївської ТЕС є теплове навантаження станції, рибогосподарська діяльність та регулярне постачання води річкової води у водойму. Зміни у складі фауни риб у останні роки обумовлені масовим розповсюдженням

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

еврибонтних риб-інтервентів (риба-голка, колюшка), зниження робочої потужності електростанції (головень,

густера або білизна), а також виходом риби з садків при поломках останніх [9,10] (табл. 4).

Таблиця 4. Загальна характеристика складу іхтіоценозу водойми-охолоджувача Зміївської ТЕС і зустрічність окремих видів у промислових і контрольних умовах у різні роки [7, 9].

Види риби	1966-1968 рр.	2008-2011 рр.
Родина Cyprinidae		
Жерех <i>Aspius aspius</i>	+	-
Головень <i>Leuciscus cephalus</i>	+	-
Плоскирка <i>Blicca bjoerkna</i>	+	+++
Карась сріблястий <i>Carassius auratus gibelio</i>	-	+++
Карась золотий <i>Carassius carassius</i>	+	+
Лящ <i>Abramis brama</i>	+++	++
Плітка <i>Rutilus rutilus</i>	++	++
Лин <i>Tinca tinca</i>	+	++
Синець <i>Abramis ballerus</i>	+	-
Товстолобик білий <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	-	+++
Товстолобик строкатий <i>Aristichthys nobilis</i>	-	+++
Білий амур <i>Ctenopharyngodon idella</i>	-	++
Короп (сазан) <i>Cyprinus carpio</i>	++	++
Верховодка <i>Alburnus alburnus</i>	+++	+++
Гірчак <i>Rhodeus sireceus</i>	-	+
Пічкур звичайний <i>Gobio gobio</i>	+	+
Краснопірка <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+++	++
В'язь <i>Leuciscus idus</i>	++	-
Родина Percidae		
Окунь <i>Perca fluviatilis</i>	+++	+++
Судак <i>Stizostedion lucioperca</i>	+++	++
Йорж <i>Gymnocephalus cernua</i>	+	+
Родина Gobiidae		
Бичок мармуровий <i>Proterorhinus marmoratus</i>	+	++
Бичок-піщаник <i>Neogobius fluviatilis</i>	++	++
Родина Gobitidae		
Щиповка звичайна <i>Cobitis taenia</i>	++	+
В'юн <i>Misgurnus fossilis</i>	-	+
Родина Esocidae		
Щука <i>Esox lucius</i>	++	+
Родина Siluridae		
Сом <i>Silurus glanis</i>	+	+

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

Родина Ictaluridae		
Канальний сом <i>Ictalurus nebulosus</i>	-	+
Родина Salmonidae		
Пелядь <i>Coregonus peled</i> (Gmelin)	+	-
Родина Catostomidae		
Буфало великоротий <i>Ictiobus cyprinellus</i>	+	-
Родина Syngnathidae		
Риба-голка пухлощека <i>Syngnathus nigrolineatus</i>	-	++
Разом	Видів 25	27
	Родин 8	8
Примітки: +++ - масовий вид; ++ - часто зустрічається; + - поодинокі екземпляри; - - в уловах не відмічений.		

Слід підкреслити, що працівники Лиманського державного виробничого сільськогосподарсько-рибоводного підприємства проводять періодичне зариблення озера Лиман селища Комсомольське Зміївського району Харківської області. Підприємство існує з 1970 р. У грудні 2014 р. понад 300 тисяч штук риб-дволіток загальною вагою 40 т випустили в озеро, а це більше 200 тисяч екземплярів товстолобика білого, 40 тисяч товстолобика строкатого, 40 тисяч одиниць коропа та понад 20 тисяч амура білого. Подібні зариблення проводять з інтервалом 1-2 роки.

Таким чином, у даний час у водоймі-охолоджувачі Зміївської ТЕС вирощуються інтродуковані види риби: товстолобики білий та строкатий, амури, сом чорний, сом канальний, карась сріблястий, білий амур. Також і місцеві (туводні): щука, окунь, плітка, лящ, сом, судак, жерех, короп (сазан), верховодка, краснопірка.

Висновки і перспективи.

1. Згідно із проведених досліджень, гідрохімічний режим у ставках господарства, у загальному, відповідав існуючим вимогам для риборозведення. Спостерігалось перевищення гранично допустимих концентрацій для водойм рибогосподарського призначення, вміст важких металів, органічних речовин та сольових показників, що пов'язано в, основному, за рахунок природних чинників, та у зв'язку з великим антропогенним навантаженням.

2. Дослідження фітопланктону свідчить про досить значне зростання біомаси, у порівнянні з попередніми результатами досліджень (1984-2010 рр.). Про значне збільшення кількості фітопланктону свідчать також фіксація нагонних мас фітопланктону у водоймі шаром до 2-3 см, серед яких за чисельністю переважали синьо-зелені водорості (*Cyanophyta*), дінофітові (*Dinophyta*) та діамантові (*Bacillariophyta*).

3. Зоопланктон озера Лиман був представлений доволі розповсюдженими формами. Видове різноманіття зоопланктону було незначним – усього в ставах було виявлено 18 таксонів гідробіонтів, що належать до трьох основних груп: *Rotifera*, *Cladocera*, *Copepoda*. Ключове положення в

Список використаних джерел

1. Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И., Калиниченко Р.А., Афанасьев С.А., Ленчина Л.Г. Гидробиологические исследования как научная основа для разработки принципов управления экосистемами водоемов-охладителей ТЭС и АЭС. Развитие гидробиологических исследований в Украине. К.: Наукова думка, 1993. С. 53-68.
2. Протасов А.А. Состав и распределение зоопланктона водоема-охладителя Хмельницкой АЭС. Гидробиологический журнал. 2004. Т. 40, №4. С. 35-45.
3. Протасов А., Силаева А., Гулейкова Л., Бабарига С., Морозовская И., Куриленко О. Планктон, бентос и перифитон водоема-охладителя Хмельницкой АЭС. Озера и искусственные водоемы Украины: современное состояние и антропогенные изменения. Материалы I Международной научно-практической конференции. Луцк: "Вета", 2008. С. 303-307.
4. Пузанков А.С. Влияние АЭС на экосистему. Экологическая безопасность. 2009. №3. С. 68-69.
5. Jančula D., Mikovcová M., Adámek Z. Changes in the photosynthetic activity of microcystis colonies after gut passage through nile tilapia (*oreochromis niloticus*) and silver carp (*hypophthalmichthys molitrix*). Aquaculture research. 2008. №3 p. 311-314.
6. Opaliński C. Tanie źródło energii cieplnej dla rolnictwa Nowe Roln. 1978. r. 27, №5. s. 18-19.
7. Кружиліна С.В. Трофічні взаємовідносини білого (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) і строкатого (*Aristichthys nobilis*

таксономічному спектрі (співвідношення основних таксономічних груп за кількістю видів) займали: гіллястовусі рачки хідорусів (7–45 % від чисельності і 50–92 % від біомаси) та коловертки. Тобто видовий спектр зоопланктону мав кладоцерно-ротаторний характер.

Rich.) товстолобів та молоді промислових видів риби Кременчуцького водосховища: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. б. наук. Київ, 2006. 24 с.

8. Кошелева С.И. Формирование гидрохимического режима. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. Киев: Наукова думка, 1991. С. 24-48.

9. Чемерис В.А., Душка В.І., Максим В.Л. Стан та перспективи розвитку аквакультури в Україні. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2016. Т. 18. № 2 (69). С. 169-175.

10. Тарасюк С.І., Грициняк І.І. Молекулярно-генетичні дослідження в рибництві: моногр. Київ: Аграр. наука, 2013. 310 с.

11. Протасов А.А., Силаева А.А. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС. Киев, 2012. 274 с.

12. ДСТУ 5667-6:2009

13. СОУ-05.01.-37-385:2006: Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми. Київ: Міністерство аграрної політики України. 2006. 7 с.

14. Харитонов Н.Н. Суточные изменения в вертикальном распределении планктона рыбоводных прудов. *Гидробиологический журнал*. 1975. Т. XI. № 5. С. 85–88.

15. Кражан С.А., Лупачёва Л.И. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства. Львов, 1991. 105 с.

16. Трохимець В.М. Методика комплексних досліджень гідробіонтів у

Стецюк І. М., Конішук В. В.

водоймах різного типу. *Рибогосподарська наука України*. 2011. № 1. С. 16-23

17. Хижняк М.І., Євтушенко М.Ю., Кражан С.А. Біологічні методи дослідження водойм: моногр. Київ: Український фітосоціологічний центр, 2013. 404 с.

18. Атраментова Л.О., Утєвська О.М. Біометрія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. Харків: Ранок, 2007. 176 с.

19. Васенко О. Г. Екологічні основи водоохоронної діяльності в теплоенергетиці. Харків: УкрНДІЕП, 2000. Том 1. 243 с.

20. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2014. 333 с.

21. Васенко А. Г., Старко Н. В. Динамика изменения ихтиофауны водоема-охладителя змиевской ТЭС. Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: матеріали XIV Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції (м. Харків, 23-25 вересня 2021 року). Харків: Факт, 2021. С. 25-29

22. Васенко О. Г., Бузевич І. Ю., Старко М. В. Іхтіофауна водойми-охолоджувача Зміївської ДРЭС в умовах антропогенного навантаження. Харків: Торнадо, 1999. 70 с.

23. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: 2. Довідник. За ред. В. К. Хільчевського, В. В. Гребеня. К.: Інтерпрес, 2014. 164 с.

24. Паламарчук М. М., Закорчевна Н. Б. Водний фонд України: Довідниковий посібник / За ред. В. М. Хорєва, К. А. Алієва. К.: Ніка-Центр, 2001. 392 с.

25. Вишневский В.І. Гідрологічні характеристики річок України. «Ніка-Центр», Київ, 2003. 320 с.

26. Васенко О. Г., Бузевич І. Ю., Старко М. В. Іхтіофауна водойми-охолоджувача Зміївської ДРЭС в умовах антропогенного навантаження. Харків: Торнадо, 1999. 70 с.

27. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм: навчальний посібник. К.: Аграрна освіта, 2014. 333 с.

References

1. Protasov, A.A., Kosheleva O.A., Kalinichenko R.A., Afanasyev S.A., Lenchina L.G. (1993). Hydrobiological studies as a scientific basis for the development of principles of management of ecosystems of TPP and NPP cooling ponds. Development of hydrobiological studies in Ukraine. Development of Hydrobiological Research in Ukraine. K.: Naukova Dumka, 53-68.

2. Protasov, A.A. (2004). Composition and distribution of zooplankton of the Khmelnytsky NPP cooling pond. Hydrobiological Journal. T. 40, №4. 35-45.

3. Protasov A., Silaeva A., Guleikova L., Babariga S., Morozovskaya I., Kurilenko O. (2008). Plankton, benthos and periphyton of Khmelnytsky NPP cooling pond. Lakes and artificial water bodies of Ukraine: current state and anthropogenic changes. Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference. Lutsk: "Veta", 303-307.

4. Puzankov, A.S. (2009). Impact of NPP on the ecosystem. Ecological safety. №3. 68-69.

5. Jančula D., Mikovcová M., Adámek Z. (2008). Changes in the photosynthetic activity of microcystis colonies after gut passage through nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Aquaculture research. №3. 311-314.

6. Opalinski C. (1978). Cheap source of heat energy for agriculture. Nowe Roln. r. 27, №5. 18-19.

7. Kruzhylina S.V. (2006). Trophic relationships of white (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) and variegated (*Aristichthys nobilis* Rich.) silver carp and juvenile commercial fish species of the Kremenchuk reservoir: PhD thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences. Kyiv, 24

8. Kosheleva S.I. (1991). Formation of hydrochemical regime. Hydrobiology of cooling ponds of thermal and nuclear power plants of Ukraine. Kiev: Naukova Dumka, 24-48.

9. Chemeris V.A., Dushka V.I., Maksym V.L. (2016). State and prospects of aquaculture development in Ukraine. Scientific Bulletin of LNUVMBT named after S.Z. Grzycki. T. 18. № 2 (69). 169-175.

Стецюк І. М., Конішчук В. В.

10. Tarasiuk S.I., Hrytsyniak I.I. (2013). Molecular genetic studies in fish farming: monograph. Kyiv: Agrarian Science, 310
11. Protasov A.A., Silaeva A.A. (2012). Contour groupings of hydrobionts in technoecosystems of TPPs and NPPs. Kiev, 274
12. DSTU 5667-6:2009
13. COY-05.01.-37-385:2006: Water of fishery enterprises. General requirements and norms. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. 2006. 7
14. Kharitonova N.N. (1975). Daily changes in vertical distribution of plankton of fish ponds. Hydrobiological Journal. T. XI. № 5. 85-88.
15. Krazhan S.A., Lupacheva L.I. (1991). Natural fodder base of reservoirs and methods of its determination under intensive fishery management. Lvov, 105
16. Trokhimets V.M. (2011). Methods of complex studies of aquatic organisms in water bodies of different types. Fisheries science of Ukraine. № 1. 16-23
17. Khyzhnyak M.I., Yevtushenko M.Y., Krazhan S.A. (2013). Biological methods of water bodies research: monograph: Ukrainian Phytosociological Center, 404
18. Atramentova L.O., Utevska O.M. (2007). Biometrics: a textbook for students of higher educational institutions. Kharkiv: Ranok, 176
19. Vasenko O. G. (2000). Ecological bases of water protection activity in heat power engineering: UkrNDIEP, Volume 1. 243
20. Krazhan S.A., Khyzhnyak M.I. (2014). Natural forage base of fishery reservoirs: a textbook. K.: Agrarian education, 333
21. Vasenko AG, Starko NV (2021). Dynamics of changes in the ichthyofauna of the cooling pond of the Zmiivska TPP. Modern problems of theoretical and practical ichthyology: materials of the XIV International Ichthyological Scientific and Practical Conference (Kharkiv, September 23-25, 2021). Kharkiv: Fakt, 25-29
22. Vasenko O.G., Buzevych I.Y., Starko M.V. (1999). Ichthyofauna of the cooling pond of the Zmiyivska SES under conditions of anthropogenic load: Tornado, 70
23. Water Fund of Ukraine: Artificial reservoirs - reservoirs and ponds: 2. Handbook / Edited by V.K. Khilchevskyi, V.V. Hreben - Kyiv: Interpress, 2014. 164
24. Palamarchuk MM, Zakorchevna NB (2001). Water Fund of Ukraine: A reference manual / Edited by V. M. Khorev, K. A. Aliyev Kyiv: Nika-Center, 392
25. Vyshnevsky V.I. (2003). Hydrological characteristics of the rivers of Ukraine Nika-Center, Kyiv, 320
26. Vasenko O.G., Buzevych I.Y., Starko M.V. (1999). Ichthyofauna of the cooling pond of the Zmiyivska SES under conditions of anthropogenic load: Tornado, 70

HYDRO-ECOLOGICAL CONDITION OF LAKE LYMAN (DVS RP "LYMANSKE" OF KHARKIV REGION)

I. Stetsiuk, V. Konishchuk

Abstract. A comparative analysis of the hydro-ecological state of Lake Lyman (DVS RP "Lymanke" of the Kharkiv region) of the cooling reservoir of the Zmiyivska TPP (Siverski Dinets basin) was carried out for the study of ecological and genetic features of white (*Hypophthalmichthys molitrix*) and variegated (*Aristichthys nobilis*) carp using ISSR DNA markers during 2019-2020

The ecological state of water bodies is presented, the species composition of the biota, the natural fodder base and the factors influencing the environment on the conditions of aquaculture are defined; the ecological conditions of growing a population of different age groups of variegated (*Aristichthys nobilis*) and white carp

Стецюк І. М., Коніщук В. В.

(Hypophthalmichthys molitrix) in the conditions of the Lymanske DVSRP of the Kharkiv region were studied in 2019.

The studied phytoplankton shows a rather significant increase in biomass compared to previous research results (1984-2010). A significant increase in the number of phytoplankton is also evidenced by the fixation of floating masses of phytoplankton in the reservoir with a layer of up to 2-3 cm, among which blue-green algae (Cyanophyta), dinophyta (Dinophyta), and diamond algae (Bacillariophyta) predominated in number.

The zooplankton of Lake Lyman was represented by rather widespread forms of three main groups: Rotifera, Cladocera, Copepoda.

The ichthyofauna of the cooling pond of the Zmiivskaya TPP, which now includes 28 species of fish from 8 families, was studied. The main factors in the formation of the composition of fish in the cooling reservoir are the thermal load of the station, fishing activity and regular supply of river water to the reservoir. Changes in the composition of the fish fauna in recent years are due to the massive spread of evribiont fish-intervenors (needle fish, stickleback), a decrease in the power plant's working capacity (chub fish, guster, or whitefish), as well as the release of fish from cages when the latter are broken.

Key words: hydroecological condition, genetic structure, white and variegated carps, zooplankton, phytoplankton, water quality, ichthyocenosis of the reservoir