

ТОКСИКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ШАЦЬКИХ ОЗЕР

М.Ю.ЄВТУШЕНКО, доктор біологічних наук, член-кореспондент НАНУ

С.В.ДУДНИК, кандидат біологічних наук,

Ю.А.ГЛЄБОВА, кандидат сільськогосподарських наук

Наведено результати дослідження еколого-токсикологічної ситуації на Шацьких озерах впродовж тривалого часу. Встановлено стійку тенденцію її погіршення від 40-50 рр. минулого століття до нашого часу. Доведено, що водойми Шацького національного природного парку потерпають від комплексного забруднення в результаті здійснення меліоративних і осушувальних робіт на сільськогосподарських угіддях, рекреаційного навантаження та забруднення недоочищеними або неочищеними стоками комунальної мережі прибережних населених пунктів. Пріоритетними забруднювачами в більшості Шацьких озер є важкі метали, у першу чергу мідь, цинк та свинець, нафтопродукти і синтетичні поверхнево-активні речовини. Фіксується значний рівень забруднення вод озер фенольними сполуками. Пріоритетні токсиканти накопичуються в компонентах біоти водойм, особливо в тканинах риб, які є кінцевою ланкою трофічних ланцюгів, за рахунок чого останні можуть бути використані для біомоніторингу еколого-токсикологічного стану цих озер.

Шацькі озера, еколого-токсикологічний статус водойм, джерела токсичного забруднення, пріоритетні токсиканти, біомоніторинг.

Метою наших досліджень було проведення ретроспективного аналізу еколого-токсикологічної ситуації на Шацьких озерах для встановлення основних закономірностей її сучасного розвитку та комплексної оцінки стану гідроекосистем і виявлення здатності їх складових компонентів протистояти дії токсичних забруднювачів.

Ретроспективний аналіз допомагає встановити напрям змін еколого-токсикологічного статусу водних екосистем. Накладання сукцесійних змін гідробіоценозів на динаміку гідрохімічних та еколого-токсикологічних показників дозволяє встановити, які саме гідробіологічні характеристики необхідно застосовувати в системі біомоніторингу.

Матеріали і методи проведення досліджень. Ретроспективний аналіз токсикологічної ситуації на Шацьких озерах впродовж всієї історії становлення Національного парку здійснено за наявними науковими джерелами. В основу досліджень покладено принцип, запропонований М.А. Перевозніковим та А.М.Пономаренко [9], згідно з яким еколого-токсикологічний статус водних екосистем оцінюється порівнянням реальної концентрації забруднювачів у певній екологічній ланці водойми з нормативами щодо вмісту токсикантів у цій ланці: для води – з ГДК для води рибогосподарських водойм, для донних відкладів – з ГДК у ґрунті, для риб – з допустимою залишковою концентрацією (ДЗК) у харчових продуктах.

Територія Шацького національного природного парку є своєрідним природним комплексом, який розташований на північно-західній частині Поліської низовини з переважанням рівнинного рельєфу, потужним розвитком алювіальних відкладів та великою кількістю озер. На території парку знаходиться 24 озера загальною площею 6354,6 га. Живлення озер здійснюється за рахунок атмосферних опадів, поверхневого стоку та підземних вод. За хімічним складом в системі озер переважають гідрокарбонатно-кальцієві прісні води з підвищеним вмістом заліза [5]. Шацькі озера є найменш проточними внутрішніми водоймами України [14] і з приводу слабого зовнішнього водообміну дуже чутливі до дії будь-яких зовнішніх факторів.

Результати досліджень. За результатами вивчення еколого-токсикологічної ситуації на Шацьких озерах встановлено, що ці водойми потерпають від комплексного забруднення. Пріоритетними забруднювачами, тобто значно поширеними і стійкими в часі та здатними акумулюватися в донних відкладеннях і живих організмах, у більшості Шацьких озер є важкі метали, в першу чергу мідь, цинк та свинець, нафтопродукти і синтетичні поверхнево-активні речовини.

Фіксується значний рівень забруднення вод озер фенольними сполуками, основна маса яких утворюється в самих озерах за рахунок розбалансування продукційно-деструкційних процесів щодо органічної речовини.

У результаті пошуку джерел забруднення встановлено, що озера Шацького національного природного парку перебувають під значним антропогенним пресом у результаті здійснення меліоративних та осушувальних робіт на сільськогосподарських угіддях у західному Поліссі за досить інтенсивного використання останніх для виробництва продукції. На значній площі парку знаходиться сітка Копайвської та Верхньо-Прип'ятської меліоративних систем. Шацькі озера зазнають величезного рекреаційного навантаження за рахунок інтенсивного їх використання для санаторно-курортних цілей, що в останні роки посилюється. Потужним джерелом забруднення виступають і недоочищені, а інколи і зовсім неочищені стоки та викиди комунальної мережі прибережних сіл та смт. Шацьк. На регіон сильно впливають і глобальні процеси забруднення атмосфери (табл. 1).

1. Середнє надходження забруднюючих речовин з атмосфери в районі Шацького національного природного парку, мг/м² в рік [10]

Район досліджень	Pb	Cd	SO ₄ ²⁻
Ярчев	7,1	0,25	500
Сувалки	6,5	0,17	700
Середнє	6,8	0,21	600
% антропогенності	92,3	58,3	56,3

Аналіз ретроспективних даних щодо еколого-токсикологічної ситуації на Шацьких озерах показує стійку тенденцію до погіршення від 40-50 pp. минулого століття до нашого часу. Зокрема, в кінці 40-х років ХХ століття, за результатами досліджень Н.С.Ялинської [15], у воді озера Світязь фіксували лише сліди заліза. У 1976 вміст солей двох- та трьохвалентного заліза у воді озера Світязь становив 90 мкг/ дм³, а озера Люцимер – 350 мкг/ дм³. У 1992 р. вміст заліза у воді Шацьких озер був у межах 220,6 – 683,3 мкг/дм³[2].

Відомості про вміст у воді Шацьких озер будь-яких інших забруднюючих речовин у цей час в доступних нам наукових літературних джерелах виявити не вдалося.

Широкомасштабні дослідження щодо рівня забруднення води Шацьких озер токсичними речовинами вперше були проведені в 1990-1992 рр. У першу чергу вони стосувалися встановлення ступеня забруднення води важкими металами [1; 11; 13], які надійшовши у водойми, активно включалися в міграційні процеси, поширювалися у водній товщі, осідали на дно і абсорбувалися донними мулами. Вони потрапляли з водою та кормами в організми гідробіонтів, де більша частина їх акумулювалася. Встановлено надходження їх з нафтопродуктами, поверхнево-активними речовинами і фенолами.

Дослідження показали наявність забруднення води більшості озер системи міддю ($8,0 - 12,0 \text{ мкг/дм}^3$, що у 8 – 12 разів перевищує ГДК_{рибогоспод}), нікелем ($5,0 - 28,4 \text{ мкг/дм}^3$, перевищення рибогосподарських нормативів досягає 3 разів), свинцем ($1,3 - 24,4 \text{ мкг/дм}^3$, перевищення у 1,5 – 2,5 раза), хромом ($3,8 - 122,0 \text{ мкг/дм}^3$, перевищує ГДК_{рибогосп.}, яка дорівнює $1,0 \text{ мкг/дм}^3$), кобальтом ($2,00 - 15,72 \text{ мкг/дм}^3$, перевищення у 1,5 раза) та цинком ($19,8 - 260,0 \text{ мкг/дм}^3$ перевищення в 1,9 – 26,0 разів).

Від 1990 до 1992 року вміст усіх зазначених елементів у воді більшості озер зростав, причому інтенсивніше в придонних шарах води [13]. Це можна пояснити наявністю в них вторинного забруднення води важкими металами, які надходили вже із донних відкладень. Зростало й первинне забруднення за рахунок посилення антропогенного навантаження на водні екосистеми.

Низькі величини каламутності води Шацьких озер та їх проточності дозволяють припустити, що понад 90 % сполук важких металів мігрують у водній товщі в розчиненому стані. Це вказує на пропорційне зростання негативного впливу важких металів на життєдіяльність гідробіонтів. Проте дослідження ступеня закомплексованості іонів міді [8], показали, що для цього металу характерний високий ступінь закомплексованості (12,5-73,3%), що знижує його токсичність для водних екосистем. Це свідчить про те, що валовий вміст важких металів у воді навіть за значних величин може бути і не шкідливим для риб та інших гідробіонтів,

якщо значна частина їх знаходиться в закомплексованому стані у вигляді хелатів, які є недоступними для організмів гідробіонтів.

Вивчення рівня забруднення озер нафтопродуктами показало, що їх вміст в озерній воді становив $141 - 370 \text{ мкг/дм}^3$ (ГДК санітарно-гігієнічна нафтопродуктів для прісних вод становить $0,3 \text{ мг/дм}^3$, а ГДК рибогосподарська – $0,05 \text{ мг/дм}^3$). Розрахунок рівня перевищення вмісту нафтопродуктів у воді порівняно з ГДК показав, що за санітарно-гігієнічними нормами, щодо питної води, їх надлишку практично не було, а за рибогосподарськими нормативами відмічається перевищення в $2,82 - 7,40$ разів. При цьому загибелі риб ще не відбувається, але погіршується якість рибної продукції. Необхідно підкреслити, що в гідроекосистемі озера Чорне Велике максимальні концентрації нафтопродуктів містилися в придонних шарах води та на мілководдях. Перевищення рибогосподарських ГДК зафіксовано в межах $2,8 - 8,0$ разів.

Вміст СПАР у воді Шацьких озер свідчать про значне забруднення води озера Чорне Велике катіоноактивними СПАР – $0,35 - 0,37 \text{ мг/дм}^3$, а аніоноактивних СПАР був значно нижчим за діючі рибогосподарські ГДК і становив $0,05 - 0,08 \text{ мг/дм}^3$. Найменш забрудненим аніоноактивними СПАР виявилось оз. Люцимер ($0,0063 \text{ мг/дм}^3$).

Придонні шари води Шацьких озер насиченіші фенолами, ніж поверхневі, та містять у своєму складі важкі фракції цих сполук. Вміст летких фенолів у воді озера Чорне Велике становив $0,8 - 5,5 \text{ мкг/дм}^3$, що перевищувало ГДК для рибогосподарського призначення в $2,0 - 5,5$ разів.

Дослідження еколого-токсикологічної ситуації на Шацьких озерах у 1996 році показало тенденції до зростання рівнів забруднення води і важкими металами, і нафтопродуктами, і СПАР, і фенолами (табл. 2).

Аналіз отриманих у 1996 р. результатів засвідчив ті ж самі тенденції розвитку токсифікації водного середовища, що і при дослідженнях 1990-1992 рр., при цьому спостерігалася така сама закономірність, що придонні шари води забрудненіші токсичними речовинами, ніж поверхневі.

2. Вміст токсичних речовин у воді оз. Чорне Велике, мкг/дм³, min–max [13]

Токсичні речовини	Поверхневий шар	Придонний шар	ГДК _{рибогоспод.} , мкг/дм ³	Кратність перевищення, ГДК _{рибогоспод.}
Важкі метали:				
Cu	10,0 – 11,5	14,5 – 15,0	1,0	10 / 15
Cd	0,4 – 0,7	3,7 – 4,9	5,0	Відповідає
Mn	15,2 – 16,8	41,2 – 44,7	10,0	1,5 / 4,2
Ni	0,7 – 1,3	31,4 – 45,6	10,0	Відповідає / 4,5
Pb	2,8 – 3,4	27,7 – 31,2	10,0	Відповідає / 3,0
Cr	11,3 – 12,1	224,5 – 237,2	1,0	11 / 240
Zn	24,5 – 25,6	225,1 – 234,7	10,0	2,5 / 23,5
Нафтопродукти	124,0 – 127,0	295,0 – 312,0	50,0	3 / 6
СПАР:				
Аніонноактивні	60,0 – 77,0	97,0 – 101,0	100,0	Відповідає
Катіонноактивні	240,0 – 245,0	400,0 – 570,0	12,0	12 / 45

Дослідження еколого-токсикологічної ситуації на Шацьких озерах, проведені у 2001 р. підтвердили закономірність раніше встановлених основних тенденцій її розвитку [13]. Рівень вмісту важких металів у воді озер Шацького національного природного парку зростає, забруднення нафтопродуктами та синтетичними поверхневоактивними речовинами були на рівні 1996 року. Найсуттєвіші перевищення ГДК встановлені для Cu (100 % проб), Zn (100 % проб), Cr (70 % проб), Pb (50 % проб), Mn (40 % проб), Cd (20 % проб).

Таким чином, незаперечним є факт антропогенного забруднення акваторії Шацьких озер такими найнебезпечнішими токсикантами, як важкі метали. Високий вміст останніх у воді впродовж понад 10 років свідчить про те, що вони практично не вилучаються з гідроекосистеми або ж вилучаються надзвичайно повільно. В окремих озерах та їх ділянках зафіксовані такі перевищення ГДК_{рибогосп.}:

Пулемецьке (с. Пулемець) – вміст Cu перевищує ГДК у 22 рази, Zn – у 12, Cr – у 60, Mn – у 1,5 рази;

Пулемецьке (с. Пульмо) – вміст Cu перевищує ГДК у 27 разів, Zn – у 8, Pb – у 17, Cr – у 62 рази, тобто, на відміну від проби води, відібраної поблизу урочища Балаган, на акваторії біля с. Пульмо виявлено досить високий вміст Pb, що

свідчить про наявність стабільного і небезпечного джерела надходження цього токсиканта у воду озера;

Острів'янське (с. Острів'я) – вміст Cu, Zn та Pb перевищує ГДК для рибогосподарських водойм відповідно у 18, 14 та 7 разів, що також є серйозною небезпекою для життя гідробіонтів;

Перемут – вміст Cu вище ГДК у 52 рази, Zn – у 17, Pb – у 7 разів;

Луки – концентрація Cu вище за норму в 10 разів, Zn – у 19,5, Cd – у 2, Cr – у 2 рази;

Велике Чорне – вміст Cu перевищує ГДК у 14 разів, Zn – майже у 3 рази, що збігається з аналогічними даними, одержаними впродовж 1990-1992 рр.

В озерах Люцимер та Світязь проби відбиралися в двох точках, які сильно відрізнялися за вмістом важких металів:

Люцимер – у першій точці вміст міді більший в 46 разів, цинку – в 15, по кадмію – 3,5, свинцю – 13, хрому – 26 разів, тоді як у другій точці міді і цинку тільки відповідно в 25 та 6 разів, інші показники (Cd, Pb, Mn, Cr) були в межах норми;

Світязь – в першій точці ГДК було перевищено лише за Cu, Zn і Cr, відповідно у 18, 2 та 69 разів, тоді як в другій точці відповідно у 43, 9 і 15 разів, а Pb – у 27 разів.

Дослідження, проведені нами у 2009 році, виявили стабілізацію еколого-токсикологічної ситуації щодо забруднення води всіх озер системи Шацького НПП важкими металами. Їх вміст у воді не збільшився, а в деяких випадках, як наприклад, в оз. Люцимер, навіть незначно зменшився. Проте підтверджується і факт складного тривалого позбавлення водних екосистем від цих забруднювачів навіть впродовж двох десятиліть.

У 2009 році, порівняно з 90-ми роками ХХ ст. зафіксовано зниження рівня забруднення води озер нафтопродуктами та СПАР, зокрема аніоноактивними, чому посприяло, швидше за все, введення жорсткішого заповідного режиму. Забруднення ж катіоноактивними СПАР зросло, що свідчить про поширеність їх використання в комунальному господарстві населених пунктів та зношеність систем очищення комунальних вод. Дослідження вмісту СПАР у воді Шацьких озер показало значне забруднення води озера Чорне Велике катіоноактивними СПАР – 0,35 – 0,37 мг/дм³

(350 – 370 мкг/дм³), а аніоноактивними СПАР – значно нижчими за діючі ГДК рибогосподарські – 0,05 – 0,08 мг/дм³ (50 – 80 мкг/дм³). Найменш забруднене аніоноактивними СПАР оз. Люцимер (0,0063 мг/дм³).

У 2009 році вміст загальних фенолів у воді оз. Чорне Велике становив 76,2 мкг/дм³, оз. Люцимер – 58,8, оз. Світязь – 38,9 мкг/дм³, що перевищує ГДК у десятки разів. Неоднорідність у розподілі фенольних сполук свідчить про те, що основна маса цих речовин утворюється за рахунок життєдіяльності бактерій та продуктів прижиттєвого виділення, відмирання і розкладання гідробіонтів, в першу чергу фітопланктону. У цей час у воді різко зростає концентрація різноманітних органічних речовин, у тому числі і фенольних сполук. З настанням осені рівень фенольних сполук у воді знижується у 1,7 раза, що пов'язано із затуханням біохімічних процесів внаслідок сезонного зниження температури. Це дозволяє припустити, що основна маса фенольних сполук у воді озер має природне походження.

Важливі дані одержали щодо негативного впливу таких пріоритетних токсикантів, як важкі метали, на функціональні показники біоти Шацьких озер, і в першу чергу на рибу, що може бути використано при розробці критеріїв оцінки токсичності водного середовища за реакцією біоти в біомоніторингу.

За результатами багаторічних досліджень [3; 4] встановлено, що важкі метали, які надходять до організму гідробіонтів у концентраціях, що вищі від норми забезпечення чи адаптивної валентності, спричиняють увімкнення механізмів компенсації ушкодження від їх негативного впливу на перебіг фізіологічних процесів, які полягають в інтенсифікації виведення, метаболічних перетворень та перерозподілу серед неактивних тканин. Останній механізм детоксикації є потенційно небезпечним, оскільки призводить до накопичення токсичних речовин в органах і тканинах, зокрема в енергомістких тканинах, запаси поживних речовин яких використовуються в екстремальних ситуаціях та в критичні періоди життєвого циклу гідробіонтів.

Мобілізація таких забруднених енергетичних ресурсів організму провокує активізацію і викид у кров'яне русло акумульованих токсичних речовин і спричиняє

гостре отруєння та масову загибель водних живих ресурсів від кумулятивних токсикозів. Крім того, за порушення фізіологічної норми рівня важких металів в органах і тканинах можлива конкуренція їх за реакційні групи й каталітичні центри в макромолекулах, та порушення структури останніх та їх функцій.

Токсичні ефекти важких металів реалізуються переважно за конкурентним механізмом з іншими металами. Відома конкуренція таких металів: Ni – із Ca, Mg, Fe, Cu²⁺, Zn²⁺; Cr – із Fe, Mn²⁺, Co²⁺, Cu²⁺; Mo – із W, Cu²⁺, Pb²⁺; Mn – із Mg, Zn; Co – із Fe; Cu – із Zn, Mn, Ni; Zn – із Mn²⁺, Co²⁺, Cu²⁺, Cd²⁺; Cd – із Ca, Cu²⁺, Zn²⁺. Особливу загрозу несуть ртуть, свинець, кадмій, кобальт, нікель, цинк, олово, мідь, молібден, ванадій [6; 7].

Результати досліджень вмісту важких металів у м'язах риб деяких Шацьких озер [11] показані в табл. 3. Аналіз одержаних результатів показав, що найвищий ступінь акумуляції кадмію в м'язовій тканині спостерігається для судака (0,99 – 1,02 мг/кг) в озері Велике Чорне, свинцю – для карася сріблястого (0,76 – 1,18 мг/кг). Мідь накопичується практично всіма дослідженими видами риб, проте найбільше вугром європейським (2,44 мг/кг) в оз. Люцимер. Найвищий рівень акумуляції цинку характерний для карася сріблястого (19,90 – 24,65 мг/кг) в оз. Велике Чорне та вугра європейського (21,64 мг/кг) в оз. Люцимер. Марганець практично не накопичується рибами в м'язовій тканині, що свідчить про його високу функціональну активність. Максимальне накопичення хрому спостерігалось для вугра європейського (0,57 – 0,61 мг/кг) в озерах Люцимер і Пулемецьке.

Високий вміст заліза в м'язовій тканині практично всіх видів риб в усіх досліджуваних озерах відображає гідрохімічний режим цих водойм, для якого характерним є підвищена концентрація цього елемента, проте не виявляється чіткої закономірності накопичення заліза в жодному виді риб.

3. Вміст важких металів у м'язах різних видів риб Шацьких озер, мг/кг сирової маси, $M \pm m$ [11]

Види риб	Cd	Pb	Cu	Zn	Mn	Fe	Cr
<i>Оз. Велике Чорне</i>							
Лящ	0,97±	0,45±	1,02±	11,90±	0,94±	23,69±	0,08±

	0,06	0,03	0,05	0,14	0,09	0,39	0,02
Лящ	0,35± 0,11	0,70± 0,14	1,32± 0,02	10,84± 0,18	0,69± 0,05	18,91± 0,21	0,14± 0,02
Лящ	0,89± 0,08	0,68± 0,05	0,83± 0,04	11,22± 0,10	0,94± 0,04	14,40± 0,28	0,07± 0,02
Карась сріблястий	0,78± 0,04	0,76± 0,06	1,39± 0,02	19,90± 0,14	0,73± 0,04	14,40± 0,28	0,20± 0,03
Карась сріблястий	0,79± 0,03	1,18± 0,06	1,22± 0,04	24,65± 0,18	0,61± 0,05	32,64± 0,52	0,18± 0,02
Карась сріблястий	0,80± 0,03	1,17± 0,41	0,95± 0,05	23,62± 0,22	0,85± 0,07	11,54± 0,32	0,14± 0,02
Судак	0,99± 0,06	0,55± 0,05	0,92± 0,08	13,82± 0,14	0,38± 0,03	20,64± 0,31	0,17± 0,02
Судак	1,02± 0,04	0,84± 0,04	0,81± 0,05	9,28± 0,22	0,81± 0,05	11,62± 0,25	0,17± 0,02
Судак	1,00± 0,03	0,28± 0,02	1,04± 0,03	16,86± 0,14	0,79± 0,07	38,89± 0,88	0,22± 0,02
Оз. Люцимер							
Вугор європейський	0,84± 0,02	0,20± 0,06	2,44± 0,05	21,64± 0,22	0,66± 0,10	26,95± 0,65	0,57± 0,04
Оз. Пулемцьке							
Вугор європейський	0,94± 0,04	0,19± 0,04	1,09± 0,02	16,62± 0,17	0,66± 0,04	46,69± 1,34	0,61± 0,07

Лімітуючою ланкою для оцінки еколого-токсикологічної ситуації у водоймах є види-макроконцентратори, які здатні накопичувати токсиканти інтенсивніше за інших. Дослідженнями, проведеними на Шацьких озерах, встановлено, що видом-монітором для них може бути карликовий сомик *Ictalurus nebulosus* L. [12]. Одержані результати свідчать про значне забруднення цього виду багатьма важкими металами (табл. 4).

4. Вміст важких металів в органах і тканинах карликового сомика (*Ictalurus nebulosus* L.) в озерах Шацького НПП, $M \pm m$, $n = 6-10$, мг/кг сирової маси [12]

Органи і тканини	Cd	Pb	Cu	Zn	Mn	Fe
Оз. Люцимер						
М'язи	2,01 ±0,15	7,49 ±0,66	16,83 ±0,31	90,40 ±2,15	13,43 ±0,95	279,63 ±1,52
Зябра	1,93 ±0,10	8,21 ±1,09	12,13 ±2,03	19,12 ±1,00	6,01 ±0,56	247,12 ±12,85

Печінка	2,15 ±0,33	15,60 ±1,76	19,17 ±2,05	20,81 ±3,72	10,40 ±1,47	387,48 ±5,18
Оз. Луки – Перемут						
М'язи	4,84 ±0,32	16,11 ±2,60	29,05 ±1,40	142,21 ±7,15	18,71 ±3,19	342,55 ±29,11
Зябра	1,05 ±0,22	9,01 ±3,07	21,75 ±2,11	23,61 ±0,45	6,20 ±0,59	301,11 ±3,99
Печінка	1,12 ±0,09	13,42 ±3,11	61,75 ±2,81	42,12 ±3,00	15,11 ±1,06	487,09 ±12,90
Оз. Пулемецьке						
М'язи	3,39 ±0,30	1,12 ±0,17	6,39 ±0,79	91,29 ±3,25	8,72 ±1,77	179,33 ±12,03
Зябра	2,51 ±0,40	6,47 ±0,39	13,43 ±1,15	16,57 ±0,86	6,87 ±0,12	175,42 ±1,49
Печінка	4,32 ±0,32	9,42 ±1,11	10,04 ±0,90	20,00 ±2,87	5,72 ±0,12	201,33 ±21,94
Оз. Чорне Велике						
М'язи	4,39 ±0,20	11,47 ±0,69	12,43 ±0,18	139,12 ±3,54	13,43 ±0,23	149,63 ±4,12
Зябра	1,52 ±0,21	4,40 ±0,19	13,73 ±2,71	21,17 ±2,20	3,01 ±0,40	177,12 ±5,15
Печінка	2,09 ±0,40	9,18 ±0,19	20,93 ±1,77	17,30 ±0,60	4,52 ±0,15	129,03 ±4,11

Висновки та пропозиції

1. Шацькі озера потерпають від комплексного забруднення. Пріоритетними забруднювачами у більшості озер системи є важкі метали, в першу чергу мідь, цинк та свинець, нафтопродукти і синтетичні поверхнево-активні речовини. Відзначається високий рівень забруднення вод озер фенольними сполуками, основна маса яких утворюється в самих озерах за рахунок розбалансування продукційно-деструкційних процесів в органічній речовині.

2. Основними джерелами забруднення є меліоративні та осушувальні роботи на сільськогосподарських угіддях за досить інтенсивного використання останніх для виробництва сільськогосподарської продукції. Озера зазнають величезного рекреаційного навантаження за рахунок інтенсивного їх використання

для санаторно-курортних цілей. Потужним джерелом забруднення є недоочищені комунальні стоки населених пунктів та глобальні процеси забруднення атмосфери.

3. Від 40-х років минулого століття до 2000 року спостерігається стійка тенденція наростання забруднення води озер важкими металами. Зростає забруднення аніоноактивними СПАР, знижується катіоноактивними СПАР, на одному рівні фіксується забруднення нафтопродуктами. З початку XXI століття еколого-токсикологічна ситуація на водоймах Шацького НПП стабілізується.

4. Здатність окремих видів риб накопичувати токсичні речовини, зокрема важкі метали, в тканинах організму доцільно використовувати для моніторингу еколого-токсикологічної ситуації у водоймах та застосовувати рівні накопичення токсикантів у тканинах і органах для оцінки відгуку біосистем на дію забрудників.

5. Вміст важких металів у м'язах риб Шацьких озер відображає токсикологічну ситуацію на досліджуваних водоймах. Найвищий ступінь акумуляції кадмію у м'язовій тканині спостерігається в судака (0,99 – 1,02 мг/кг), свинцю та цинку – в карася сріблястого (відповідно 0,76 – 1,18 і 19,90 – 24,65 мг/кг) в озері Велике Чорне, міді – у вугра європейського (2,44 мг/кг) в оз. Люцимер та хрому – у вугра європейського (0,57 – 0,61 мг/кг) в озерах Люцимер і Пулемецьке. Марганець практично не накопичується рибами в м'язовій тканині.

Список літератури

1. Євтушенко М.Ю. Підсумки трьохрічних досліджень вмісту важких металів в компонентах озерних екосистем Шацького національного природного парку. / М.Ю. Євтушенко, Ю.М. Ситник, Н.М. Осадча // Національні парки в системі екологічного моніторингу. – Світязь, 1993. – С. 33 – 35.

2. Комаровский Ф.Я. Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде: миграции, накопление, токсичность для гидробионтов (обзор) / Ф.Я. Комаровский, Л.Р. Полищук // Гидробиологический журнал. – 1981. – Т. 17, № 5. – С. 71 – 83.

3. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб / В.И. Лукьяненко – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 216 с.

4. Лукьяненко В.И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии / В.И. Лукьяненко – М.: Агропромиздат, 1987. – 237 с.
5. Львович М.В. Загальна характеристика Шацького національного природного парку / М.В. Львович, А.А. Горун // Шацький національний природний парк. Наукові дослідження 1983 – 1993 рр. – Світязь, 1994. – С.4 – 20.
6. Морозов Н.П. Переходные и тяжелые металлы в промысловой ихтиофауне океанических, морских и пресных вод / Н.П. Морозов, С.А. Петухов // Рыбное хозяйство. – 1977. – № 5. – С. 11 – 13.
7. Морозов Н.П. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. На примере микроэлементов группы металлов / Н.П. Морозов, С.А. Петухов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
8. Осадча Н.М. Ступінь закомплексованості міді у воді Шацьких озер / Н.М. Осадча, Ю.М. Ситник, М.Ю. Євтушенко // Екологічні аспекти осушувальних меліорацій в Україні. Тези доповідей конференції. – К.: Знання, 1992. – С. 120 – 121.
9. Перевозников М.А. Экотоксикологический мониторинг загрязнения водоемов / М.А. Перевозников, А.М. Пономаренко // Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК». Международная научно-практическая конференция. – М.: ВНИИРХ, 2007. – С. 408-411.
10. Ровинский Ф. Состояние и информационные возможности системы комплексного фоновый мониторинга в регионе восточно-европейских стран членов СЭВ / Ф. Ровинский, В. Петрухин, Ю. Черханов, А. Ярнатовский // Проблемы фоновый мониторинга состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – Вып. 6. – С. 5-20.
11. Ситник Ю.М. Важкі метали у промислових видах риб Шацького поозер'я / Ю.А. Ситник // Рибне господарство. – 1994. – Вып. 48. – С. 79 – 84.
12. Ситник Ю.М. Важкі метали в промислових видах риб Шацького поозер'я: карликовий сомик (*Ictalurus nebulosus* Lesueur, 1819) / Ю.М. Ситник, П.Г. Шевченко, Н.В. Олексієнко // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. В. Гнатюка. – Серія: Біологія. – 2008. – № 2 (36). – С. 108 – 116.

13. Ситник Ю. Концентрація важких металів у воді озер Шацького національного парку (1990 – 2001 рр.) / Ю. Ситник, Н. Осадча, Д. Засєкін, П. Шевченко // *Озера та штучні водойми України: сучасний стан й антропогенні зміни: Матер. Наук. Практ. Конф., 22-24 травня 2008 р. – Луцьк: РВВ «Вежа»; 2008. – С.212 -215.*

14. Тимченко В.М. Гидрологические исследования водных экосистем Украины / В.М. Тимченко, Б.И. Новиков // *Гидробиологический журнал. – 1990. – Т. 26, № 3. – С. 100 – 111.*

15. Ялынская Н.С. Гидробиологический очерк озер Шацкой группы Волынской области (предварительное сообщение) / Н.С. Ялынская // *Труды УкрНИИПРХ. – 1949. – № 6. – С. 133-157.*

Токсикологические проблемы Шацких озер. Евтушенко Н.Ю., Дудник С.В., Глебова Ю.А.

Приведены результаты исследования эколого-токсикологической ситуации на Шацких озерах на протяжении длительного времени. Установлена стойкая тенденция ее ухудшения от 40-50 гг. прошлого века до нашего времени. Доказано, что водоемы Шацкого национального природного парка страдают от комплексного загрязнения в результате осуществления мелиоративных и осушительных работ на сельскохозяйственных угодьях, рекреационной нагрузки и загрязнения недоочищенными или неочищенными стоками коммунальной сети прибрежных населенных пунктов. Приоритетными загрязнителями в большинстве Шацких озер выступают тяжелые металлы, в первую очередь медь, цинк и свинец, нефтепродукты и синтетические поверхностно-активные вещества. Фиксируется значительный уровень загрязнения вод озер фенольными соединениями. Приоритетные токсиканты накапливаются в компонентах биоты водоемов, особенно в тканях рыб, которые являются конечным звеном трофических цепей, за счет чего последние могут быть использованы для биомониторинга эколого-токсикологического состояния этих озер.

Шацкие озера, эколого-токсикологический статус водоемов, источники токсичного загрязнения, приоритетные токсиканты, биомониторинг.

Toxicological problems of the Shatsk lakes.

Jevtushenko M., Dudnyk S., Glebova U.

The results of research of ecological-toxicological situation on the Shatsk lakes during great while are presented. The steady trend of its worsening is set from 40-50 the last century to our time. It is proven that the reservoirs of the Shatsky State Natural National Park suffer from complex contamination as a result of melioration and drainage works on agricultural lands, recreation loading and pollution of badly cleared sewages or unrefined sewage of communal network of coastal settlements. Heavy metals, above all things copper, zinc and lead, petroleum products and synthetic surfactants, come in most Shatsk lakes. The considerable level of contamination of waters of lakes is fixed by phenolic compounds. Priority toxicants accumulate in the components of biota of reservoirs, especially in fish tissue. Fish is the final link in trophic chains, and can be used for biomonitoring of the ecological and toxicological state of these lakes.

The Shatsk lakes, ecological-toxicological status of reservoirs, sources of toxic pollution, priority toxicants, biomonitoring.