

Составляющие притока солей в оз.Ялпуг учтены с осадками, ионным стоком малых рек, выдающихся в озеро, грунтовым притоком, стоком р Дунай. Составляющие оттока солей за пределы озера учтены с фильтрационным оттоком, водозабором для целей водоснабжения, орошением на территории Украины и Молдовы, сбросом озерных вод в р Дунай, аккумуляцией вод в прибрежных западинах береговой полосы. Содержание солей в водных массах озера Ялпуг в начале и в конце расчетного интервала времени (по месяцам) года, определено по данным ДГМО и гидрохимическим съемкам института УИОГВХ в 1985г и 1986г.

Зона наибольшей засоленности оз.Ялпуг расположена в его верховьях — у г Болграда, средняя — у с Косп, наименьшая при наполнении дунайской водой — у с Новонекрасовка. Атмосферные осадки, выпадающие на водную поверхность оз.Ялпуг, имеют в основном (на 67%) континентальное происхождение.

Анализ результатов расчета солевого баланса оз.Ялпуг по месяцам 1985г показал, что расчетные значения минерализации близки к наблюдаемым и изменялись от 1.5 г/л в начале июня и июля до 1.9 г/л — зимой (январь, февраль и начало марта). Из 321.3 млн.кг прихода солей за 1985г около половины (46%) поступило при наполнении водоема дунайской водой с марта по январь: 29% суммарного притока приходится на сток малых рек, выдающихся в верховья озера. Именно этим объясняется постоянное превышение минерализации воды у г.Болграда и водозаборов на оросительные системы Молдовы и Болградской оросительной системы Украины по сравнению с южной частью акватории озера. 47 млн кг приносят в оз.Ялпуг грунтовые воды, 32 млн.кг солей выпадает за год с атмосферными осадками.

В расходной части солевого баланса озера исключительную роль играет отток солей в период промывочных сбросов (с сентября по декабрь), когда из 570 млн.кг солей оттока на сброс приходится 378 млн.кг или 66%. С оросительными водами за поливной период (с апреля по сентябрь) уходит 28 млн.кг солей или 22% суммарного количества солей, выводимых за пределы озера.

Как показали наблюдения за химическим составом вод для водоснабжения, в 1985г подавалась вода повышенной минерализации — от 1.7 г/л до 2.3 г/л. Минерализация оросительных вод на водозаборах оросительных систем Украины изменялась в пределах 1.5-1.7 г/л, Молдовы — 1.7-1.8 г/л. Расчетные значения минерализации воды по месяцам 1986г также близки к наблюдаемым и изменялись от 1.78 г/л в начале зимы, постепенно уменьшаясь до 1.3 г/л под влиянием наполнения озера дунайской водой до отметок 2.6-2.9 МБС — в апреле-мае. Из 318.5 млн кг поступивших в озеро солей за 1986г около 38% (120 млн кг/год) приходится на приток солей с дунайской водой в период наполнения и 30% — на ионный сток малых рек. Минерализация оросительных вод на водозаборах оросительных систем Украины изменялась от 1.4 до 1.5 г/л, Молдовы — от 1.8 до 2.0 г/л.

Для улучшения экологического состояния оз. Ялпуг, необходимо:

1. Увеличить водообмен в озере, используя существующие протоки, каналы.
2. Предусмотреть строительство канала для сброса минерализованных озерных вод из северной части водохранилища Ялпуг, включая р.Ялпуг, р.Карасулак по восточному берегу озера в р Дунай.
3. Строительство канала и насосной станции для самоотечной или принудительной подачи воды из р Дунай в водохранилище Ялпуг по его западному (правому) берегу со сбросом выше с Владычень.

УДК 597.554.3

Г.Б. Гуменюк

Тернопільський державний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, м. Тернопіль

ВМІСТ І МІГРАЦІЯ МІДІ, КОБАЛЬТУ, КАДМІЮ ТА СВИНЦЮ В ЕКОСИСТЕМІ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО СТАВУ

Важкі метали (ВМ) є однією з найбільш небезпечних хімічних забруднювачів поверхневих вод України. Їх поведінка в екосистемах є своєрідною, оскільки вони не піддаються деструкції на відміну від органічних речовин (ОР), а постійно присутні у водних екосистемах, змінюючи форму сполук, а, отже, реактивну здатність, біологічну активність та екологічну небезпечність. Їх фізико-хімічний стан змінюється в результаті процесів гідролізу, комплексоутворення, адсорбції, осаждення. Вказані процеси визначають міграційну рухливість ВМ, їх перерозподіл між основними компонентами водної екосистеми (вода, прибережний мул, ґрунти, водорості), біодоступність і токсичність для водних організмів. Домінування тих чи інших процесів залежить значною мірою від типу водойми, її гідрохімічного та гідрологічного режимів, біопродуктивності, сезонності і деяких інших характеристик [6].

Метою нашого дослідження було вивчення вмісту та особливостей перерозподілу *Cu*, *Co*, *Pb*, *Cd* у системі вода→прибережний мул→грунти→водорості та їх міграція по складових озерної екосистеми.

Матеріали та методи досліджень

Вміст *Cd*, *Co*, *Cu*, *Pb* у воді, прибережному мулі, ґрунтах та водоростях визначали, відбираючи їх зразки в 5 різних точках Тернопільського ставу 1 — біля міського пляжу, 2 — поблизу автомобільної дороги; 3 — біля заплави р Серет; 4 — низинна ділянка ставу (надходження техногенних викидів з стоком, з річкової води, з атмосферних опадів), 5 — в ділянках заболоченого схилу (постійне обводнення).

Воду відбирали з поверхневого горизонту озера. Проби прибережного мулу та водної рослинності відбирали на глибині до 50 см. Зразки ґрунту відбирали у приводних ділянках не далі 2 м від водного плеса. Проби висушували в термостаті при температурі 50 °С, розтирали в ступи до порошкоподібного стану і спалювали у суміші *HF* і *HClO₄*. Сухі залишки розчиняли в *HNO₃* і в отриманих нітратних розчинах визначали вміст важких металів методом атомно-абсорбційної спектроскопії на спектрофотометрі С-115 при відповідних довжинах хвиль, які відповідали максимуму поглинання кожного з досліджуваних металів. Статистичну обробку одержаних даних здійснювали за методом [4]. Концентрацію металів виражали в мкг на 1 кг сухої маси досліджуваних зразків.

Результати досліджень та їх обговорення

Вода

Відомо, що найбільш біодоступними є розчинені форми металів. При цьому токсичний вплив на гидробионти проявляють, головним чином, так звані вільні (гідратовані) іони ВМ, деякі їх гідроксокомплекси і метал-органічні сполуки [5].

До найбільш важливих процесів, що сприяють зниженню токсичності ВМ і тих, що відіграють істотну роль в самоочищенні водної маси, відносять адсорбцію іонів металів завислими частинами і комплексоутворення з участю розчинених органічних речовин (РОР).

Концентрація комплексних сполук *Cu*, *Co*, *Cd*, *Pb* залежить від багатьох факторів. Влітку (у липні) при максимальній температурі води настає період бурхливого розвитку фітопланктону і друге "цвітіння" води. Саме рослини є основними продуцентами ОР вуглеводів, білків, жирів, органічних кислот, вільних амінокислот, вітамінів та фізіологічно-активних речовин, які частково виділяються у воду і слугують лігандом для ВМ [1]. Тому у липні концентрація ВМ (*Pb*, *Co*) менша ніж у серпні. Винятком є тільки мідь. Цей метал, як відомо, відноситься до числа найбільш важливих біологічно-активних речовин, оскільки стимулює процес дихання, фотосинтезу і бере участь у синтезі вуглеводів. Тому можна передбачити, що протягом липня сполуки міді використалися водною біотою.

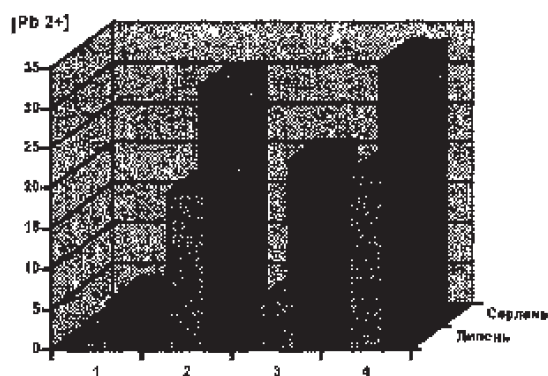


Рис 1 Вміст свинцю у воді (1), прибережному мулі (2) ґрунтах (3) та водоростях (4) Тернопільського ставу (2000 р.)

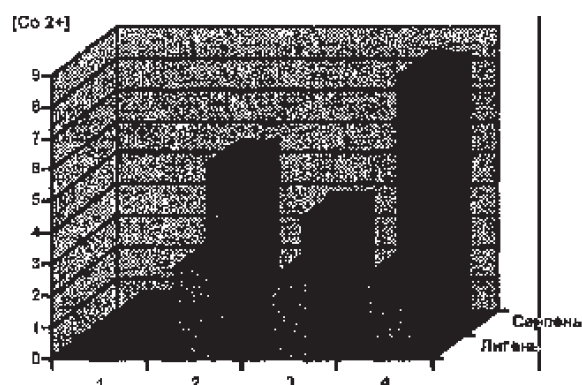


Рис 2 Вміст кобальту у воді (1), прибережному мулі (2) ґрунтах (3) та водоростях (4) Тернопільського ставу (2000 р.)

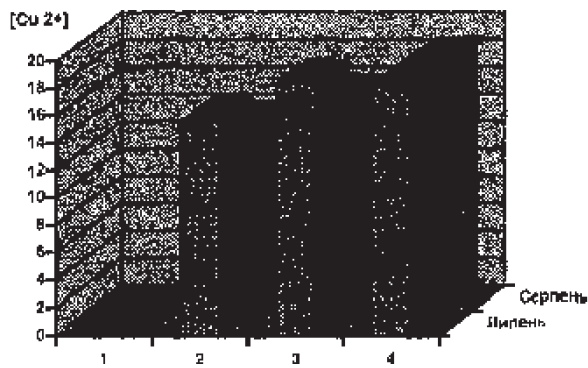


Рис.3 Вміст міді у воді (1), прибережному мулі (2), ґрунтах (3) та водоростях (4) Тернопільського ставу (2000 р.)

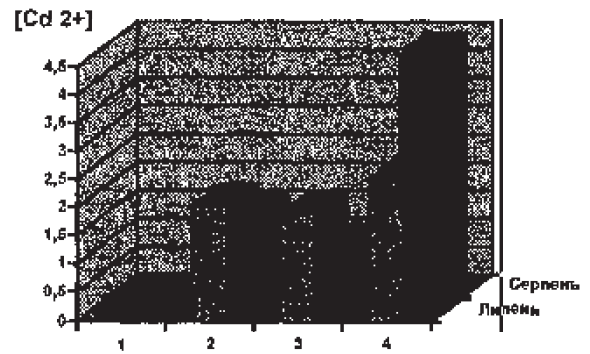


Рис.4 Вміст кадмію у воді (1) прибережному мулі (2) ґрунтах (3) та водоростях (4) Тернопільського ставу (2000 р.)

Кадмію у воді ми не виявили. Це можна пояснити тим, що кадмій є одним із найбільш рухливих елементів. Тому він легко акумулюється в інших елементах середовища, зокрема у водоростях.

Прибережний мул

Прибережний мул (донні відклади) – це найбільш консервативний компонент водних екосистем, в якому відображаються основні фізико-хімічні і біологічні внутрішньоводні процеси. Визначальну роль в процесі міграції металів відіграє здатність зв'язування ВМ з твердими субстратами прибережного мулу.

Прибережний мул за вмістом свинцю і кобальту та міді і кадмію відрізняється. Слід відмітити, що свинець і кадмій мають певну спорідненість до утворення комплексів з неорганічними лігандами та заломарганцевими оксидами [2], кількість яких у серпні значно зростає, а концентрація заліза становить 0,17 мг/л. Крім того, свинець має здатність однаково зв'язуватись з ОР різної молекулярної маси аутохтонним і аллохтонним гумусом [2], тоді як кадмій, в основному зв'язується з аутохтонним гумусом (фітопланктонним), найбільша кількість якого виявлена нами у липні.

Значна участь оксидів заліза і марганцю в зв'язуванні свинцю і кадмію дозволяє припустити, що у відновних умовах можливе їх часткове вивільнення і перехід в інші фази [2], що спостерігається у серпні.

Ґрунт

Ґрунт є відкритою підлеглою геохімічною ландшафту, яка пов'язана потоками речовин і енергії з приземною атмосферою, з сукупністю нижчих і вищих рослин і тварин, поверхневими і підземними водами. Ґрунт безпосередньо впливає на забруднення харчового ланцюга [3].

Як відомо, свинець і мідь утворюють стабільніші комплекси порівняно з кобальтом і кадмієм, що пояснює їх високу концентрацію в ґрунтах. Встановлено, що видуговування свинцю з ґрунту майже не проходить. Він мігрує в основному в бікарбонатній формі, а також в складі органічних комплексів. Зниження концентрації кадмію у ґрунтах в серпні можна пояснити вимиванням цього металу у поверхневі води ставу та акумуляцією водною рослинністю. Більшість дослідників вважає, що кадмій володіє досить високою міграційною здатністю, особливо в межах рН = 5-9.

Концентрація міді дещо знижується в серпні. Значна частина цього металу знаходиться у вигляді гуматних і фульватних комплексних сполук з домінуванням останніх. За даними інших дослідників при значному забрудненні (в нашому випадку кадмієм) гумінові кислоти перетворюються у фульвокислоти, комплекси з якими характеризуються певною мішністю. В результаті зміни рН та окисно-відновної ситуації такі комплекси легко розкладаються. Тільки цим і можливо пояснити міграцію міді у ґрунтах, в цілому, досить малорухливого елемента. Аналогічне явище має місце і в прибережному мулі [5].

Водорості

Інтенсивність надходження ВМ в клітини водоростей різноманітна і залежить від багатьох факторів, в тому числі від біологічних особливостей водорості і виду металу та сезонних характеристик води. Як видно з результатів наших досліджень, концентрація досліджуваних металів у водоростях різко знижується у серпні. В цей період відбувається активна вегетація синьо-зелених (*Anabaena*, *Microcystis*, *Oscillatoria*) та зелених (*Scenedesmus*, *Pediastrum*) водоростей, що приводить до "пвітіння води". При цьому відбувається підвищення рН (рН = 7,6). В таких умовах при зниженні редокс-потенціалу метали

виступають як активні комплексоутворювачі з органічними речовинами, утворюючи добре розчинні у воді хелати. Хелатні форми *Cu*, *Co*, *Pb* найбільше засвоюються рослинами [7].

Концентрація кадмію у серпні вища, ніж у липні. Адсорбція кадмію швидкозростаючими молодими культурами в цілому слабша, ніж старими (найбільше таких у серпні).

Висновки

1. Досліджено вміст та міграційну здатність міді, кобальту, кадмію та свинцю в складових водної екосистеми — вода, прибережний мул, ґрунти, водорості протягом липня та серпня.

2. Зростання вмісту ВМ у складових середовища така: *липень* — для *Cu*, вода < прибережний мул < ґрунти > водорості, для *Pb*, *Cd*, *Co* вода < прибережний мул > ґрунти < водорості; *серпень* — для *Cu*: вода < прибережний мул < ґрунти < водорості, для *Pb*, *Cd*, *Co* вода < прибережний мул > ґрунти < водорості

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Андрієнко І. Л., Цюпович С. Ю., Головки О. Ф. Озер вода дива — К.: Урожай, 1990 — 132 с.
- 2 Белокопы В. М., Цахидина Р. П. Формы нахождения тяжелых металлов в донных отложениях водохранилищ Днепра // Гидробиол журн. — 1990 — Т. 26, № 2 — С. 83–89.
- 3 Козуля Г. В. Особенности поведения техногенных элементов у грунтов разных ориентаций долинных ландшафтов средней течи реки Сив. Донець. Автореф. дис. канд. географ. наук — Харків, 1999 — 18 с.
- 4 Лавин В. Г. Биометрия — М.: Высшая школа, 1980 — 343 с.
- 5 Линник П. Н. Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции // Гидробиол журн. — 1999 — Т. 35, № 1 — С. 22–41.
- 6 Линник П. Н., Искра И. В. Роль растворенных органических веществ в миграции никеля, свинца и кадмия в водохранилищах Днепра // Водные ресурсы — 1997 — Т. 24, № 4 — С. 494–502.
- 7 Яценко Н. С., Лопотун А. Г. Накопление микроэлементов и тяжелых металлов в растениях рыбных прудов // Гидробиол журн. — 1993 — Т. 23, № 2 — С. 40–45.

УДК 597.504.4.054

Ю.М. Забитівський

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів

ФУНКЦІОНАЛЬНА АКТИВНІСТЬ КАРБОГІДРАЗ ЦЬОГОРІЧОК КОРОПІВ ЛЮБІНСЬКОГО ВНУТРІШНЬОПОРІДНОГО ТИПУ ПРИ ІНТОКСИКАЦІЇ СВИНЦЕМ

Забруднення ставів свинцем навіть в малих кількостях становить загрозу для гідробіотів [5]. Риби, як представники найвищої ланки трофічного ланцюга гідробіоценозу, а також як єдині хребетні організми з порівняно великим генераційним циклом, є важливим об'єктом токсикологічних досліджень. Відомо, що активність карбогідраз риб володіє високою варіабельністю протягом сезонних та добових циклів [4,2]. Цікавістю викликає динаміка активності карбогідраз в потенційно токсичному середовищі.

Матеріалом для досліджень послужили 20 цьогорічок лускатого коропа любінського внутрішньопорідного типу. Риби втримувалися в акваріумах з розчином свинцю концентрацією 0, 2 мг/л, що відповідало двом ГДК [3]. Досліджувалась активність карбогідраз, які приймають участь в мембранному та порожнинному травленні. В першому випадку фермент-активний препарат отримували шляхом солубілізації вивернутого відрізка ділянки кишківника в 1% розчині крохмалю та 0,01% Тригону X-100 на розчині Рінгера протягом 5, 30 та 60 хв. В другому — завдяки перфузії розчином Рінгера кожної, умовно вибраної, ділянки кишківника.

Активність карбогідраз знаходили за кількістю гідролізованої глюкози за хвилину, яка припала на міліграм білка в реакційній суміші (мкг глюкози \times мг \times хв⁻¹, дані в тексті — у. о.). Кількість глюкози визначали ортотолуїдиновим методом [6]. Результати дослідів опрацьовані методами варіаційної статистики [1].

За даними спостережень активність ферментів під впливом свинцю копавалась в досить широких межах: мембранного траалейна — 30, 23 — 391,46, а порожнинного 18,83 — 82,57 у. о. (табл. 1, 2)