ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 504.45

О. О. БЄДУНКОВА, В. О. КОНОНЧУК

Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, Рівне, 33028

ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ РІЧКИ УСТЯ МЕТОДОМ БІОТЕСТУВАННЯ

Проведено оцінку рівнів токсичності різних ділянок річки Устя методом біотестування з використанням акваріумної водорості *Vallisneria*. Виявлено зростання токсичності донних відкладів у середній частині, а поверхневих вод – від верхів'я до гирла. Найбільш несприятлива токсикологічна ситуація виявлена в межах міста Рівне.

Ключові слова: поверхневі води, донні відклади, токсичність, гідроекосистема

Інтегральну оцінку якості водного середовища дозволяють отримати методи біотестування, які все частіше використовуються не як доповнення до існуючої системи хіміко-аналітичного контролю води, а як засіб виявлення принципово нових характеристик та властивостей забруднення, що не можуть бути отримані іншими методами [1]. Забезпечення високої інформативності біотестування залежить від набору критеріїв діагностики, при чому, важливим питанням є їх собівартість і технічна простота спостережень за ефектами забруднень.

Під біотестом розуміють систему, або визначений набір взаємопов'язаних елементів, що складається з трьох основних частин: 1) тест-об'єкта, який підлягає відповідному впливу зі сторони експериментатора; 2) метода, або набору методів для реєстрації (фіксації) досліджуваної реакції або характеристики (тест-функції); 3) метода обробки одержаної інформації [2]. Вибір тест-організмів визначається їх розповсюдженістю, простотою утримання та культивування в лабораторії, низькою собівартістю, простотою методик спостережень. Однак, ні один з організмів не є універсальним та самим чутливим до всіх речовин у однаковій мірі [3]. Тому, при виборі тест-об'єкту необхідні знання не лише про стратегію життєвого циклу цього виду в цілому, а й про його здатність витримувати несприятливі умови на різних стадіях онтогенезу [4].

Залежно від цілей досліджень, тривалість експериментів варіює від декількох хвилин до декількох місяців. При цьому, ряд авторів [1-5] відмічають, що тест-функції, які використовуються при дослідженнях повинні давати чітку і точну реакцію на токсичний влив та мало залежати від тривалості експерименту. Як тест-реакції використовується широкий набір фізіолого-біохімічних показників гідробіонтів різних систематичних груп: морфологічні характеристики [2], показники росту [3], виживаність [4], інтенсивність фотосинтезу [5], цитогенетичні показники [6], аналіз ядерцевих біомаркерів [7].

При аналізі токсичності гідроекосистем високу чутливість та інформативність забезпечує використання як тест-об'єктів водоростей різних систематичних груп [3, 5]. Водорості є високочутливими до забруднення водного середовища завдяки фотосинтетичній функції [8], ураження якої різко зростає через порушення токсикантами метаболізму [8, 9].

Одним з найбільш чутливих показників життєздатності клітини є рух цитоплазми (циклоз) [8, 9]. Зміни рухливості цитоплазми пов'язують зі зміною проникності поверхневої мембрани до йонів, або інших токсичних сполук, які можуть бути активаторами або інгібіторами АТФ-ази і впливати на рівень АТФ у клітині. Вважається, що зміни внутрішньоклітинної концентрації АТФ, зумовлені дією ушкоджуючих агентів, впливають на організацію актиноподібних феламентів цитоплазми, що своєю чергою спричинює зміни в'язкості цитоплазми та швидкості її руху [9]. Прискорення або уповільнення швидкості циклозу залежить від більшості, навіть незначних факторів, що доводять вивчення впливу на клітину факторів фізичної та хімічної природи [10, 11], а також комбінованих ефектів електромагнітних випромінювань та дії іонізуючої радіації [12].

Метою роботи була токсикологічна оцінка води та донних відкладів річки Устя методом біотестування з використанням тест-об'єкту *Vallisneria (P.Micheli ex. L. 1753)* на ділянках гідроекосистеми, що зазнають антропогенного навантаження різної інтенсивності.

Матеріал і методи досліджень

Валіснерії вважаються невибагливими в утриманні акваріумними рослинами, що здатні витримувати достатньо значні коливання температури та рости як при природному, так і при штучному освітленні. Для спостереження за рухом цитоплазми в клітинах *Vallisneria* не потрібно виготовляти зрізи, оскільки тканини цих рослин складаються лише з кількох шарів клітин, кожний з яких можна мікроскопіювати, залишаючи їх на препараті у своєму природному середовищі.

Для оцінки токсичності поверхневих вод та донних відкладів малої річки Устя було використано цитофізіологічний метод за Сіренко-Смірновою [10], який зводиться до фіксації проходження хлоропластом однієї або кількох поділок окуляр-мікрометра та визначення швидкості руху цитоплазми як відношення величини відстані до числа секунд, за яке хлоропласт проходить цю відстань:

$$V = S / t ,$$

де: V – швидкість руху хлоропластів, ум. од./с; S – відстань, яку проходить хлоропласт, ум. од.; t – час, проходження хлоропластом певної відстані, с.

Методика має кількісний вираз за п'ятибальною шкалою визначення ступеня токсичності водного середовища (від нетоксичного до летального), який дає змогу градувати токсичність модельного середовища в межах п'яти груп (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала оцінки токсичної дії розчину за швидкістю руху цитоплазми [10]

Швидкість руху цитоплазми, % до контролю	Ступінь токсичності	Група токсичності
80-120	немає токсичності	I
50-80, 120-150	слабка токсичність	II
20-50, 150-180	середня токсичність	III
10-20, 180-250	висока токсичність	IV
0-10, більше 250	летальна токсичність	V

При проведенні біотестування за допомогою лабораторної культури акваріумної водорості *Vallisneria* використовували три схеми експерименту: 1 – тестування поверхневих вод річки, відібраних у контрольних створах за методикою [13]; 2 – тестування цільних донних відкладів, відібраних у відповідних створах за методикою [14]; 3 – тестування водних витяжок з донних відкладів, отриманих за методикою [15] (проби донних відкладів у співвідношенні "донні відклади – вода" 1:4 збовтували протягом 4 год., відстоювали 12 год. і використовували для аналізу зібраний надмуловий шар води). Як контроль використовували відстояну водопровідну воду.

Вибір контрольних створів відбору зразків поверхневих вод та донних відкладень р. Устя був обумовлений їх репрезентативністю, відповідно характеру антропогенного навантаження та необхідності проведення гідроекологічних оцінок: створ № 1 - західна околиця хутора

Івачків (верхів'я річки, природний фон); створ № 2 - нижче м. Здолбунів (вплив скиду стічних вод); контрольний створ № 3 - в межах міста Рівне, 100 м нижче дамби оз. Басів Кут (контрольний пункт нижче дамби Басівкутського водосховища); створ № 4 - в межах міста Рівне, в районі центрального міського ринку (вплив скиду стічних вод м. Рівне); створ № 5 - розширена ділянка в межах м. Рівне (вплив скиду стічних вод м. Рівне); створ № 6 – с. Оржів, 0,1 км вище впадіння в р. Горинь (контрольний пункт у гирлі).

Відбір зразків поверхневих вод та донних відкладів проводили у вересні 2015 р. Якісний склад донних відкладів у всіх контрольних створах характеризувався як мул темно-сірий або чорний із включеннями рослинних залишків.

Спостереження за швидкістю руху хлоропластів у клітинах лабораторної культури *Valisneria* проводили на базі кафедри екології НУВГП, за допомогою біологічного тринокулярного світлового мікроскопа Мікротон-400, окулярного гвинтового мікрометру МОВ-1, при загальному збільшенні об'єкта 8×40×15 разів та механічного секундоміра СОСпр-2б-2-010. Експозиція експерименту становила 60 хв. за температури приміщення 20°С та дотриманні однорідних умов освітлення. Частину рослини біля основи (де розташовані молоді клітини, що зберігають рух цитоплазми) розміщували у зразках поверхневих вод, водних витяжок та цільних донних відкладів кожного з контрольних створів у трикратній повторюваності. Як контроль використовували акваріумну воду, в якому вирощували тест-об'єкт. Визначення швидкості ротаційного руху хлоропластів проводили у 3-5 клітинах кожного зразка рослини.

Критерием достовірності отриманих результатів вважалось відхилення результату експерименту від контролю при довірчій ймовірності показників $P \leq 0,05$ (за критерієм Стьюдента) [16].

Результати досліджень та їх обговорення

Результати біотестування та оцінку впливу дослідних зразків поверхневих вод та донних відкладів р. Устя на швидкість руху хлоропластів тест-об'єкту *Vallisneria* представлено у табл. 2.

Таблиця 2

Швидкість руху хлоропластів та ступінь токсичності дослідних зразків р. Устя

Показники біотестування у схемах експерименту		Контрольні створи					
		1	2	3	4	5	6
Вода	швидкість руху, % до контролю	80,56±1,85	111,97±19,04	41,74±9,89	54,76±4,12	73,33±7,69	181,48±26,1
	ступінь токсичності	немає токсичності	немає токсичності	слабка токсичність	слабка токсичність	слабка токсичність	висока токсичність
Водні витяжки донних відкладів	швидкість руху, % до контролю	237,50±28,14	187,81±40,52	13,81±2,65	67,94±11,48	125,0±16,67	191,64±18,34
	ступінь токсичності	висока токсичність	висока токсичність	висока токсичність	слабка токсичність	слабка токсичність	висока токсичність
Цільні донні відклади	швидкість руху, % до контролю	128,29±7,18	198,63±17,39	14,36±2,43	18,68±3,61	26,79±2,06	137,70±19,75
	ступінь токсичності	слабка токсичність	висока токсичність	висока токсичність	висока токсичність	середня токсичність	слабка токсичність

Так, в ході експерименту вода річки Устя чинила слабку токсичність у створах, що знаходяться в межах м. Рівне. При цьому, середня швидкість руху хлоропластів валіснерії становила у третьому створі 0,10 ум.од./с (41,74±9,89% щодо контролю), у четвертому створі 0,14 ум.од./с (54,76±% щодо контролю) та 0,18 ум.од./с (73,33±7,69% щодо контролю) у п'ятому створі. Висока токсичність води була відмічена у створі № 6, де середня швидкість

руху хлоропластів валіснерії була 0,45 ум.од./с, що становило 181,48±26,1% щодо контролю. У створах №1 та №2, де середня швидкість руху хлоропластів була відповідно 0,20 та 0,27 ум.од./с, токсичність води не проявлялась, що підтверджує порівняння цих значень з контрольним – 80,56±1,85% та 111,97±19,04%. Аналіз отриманих результатів дозволяє стверджувати, що в період літньо-осінньої межені поверхневі води річки мають слабку токсичність в межах гідроекосистеми, що зазнає антропогенного впливу стічних вод м. Рівне та високу токсичність поблизу гирла річки, що очевидно зумовлює вплив стічних вод в межах смт Оржів.

Водні витяжки з донних відкладів мали високу токсичність у створі № 1 – середня швидкість руху хлоропластів 0,59 ум.од./с (237,5±28,14% щодо контролю), у створі № 2 – 0,47 ум.од./с (187,81±40,52%), у створі № 3 – 0,03 ум.од./с (13,81±2,65%) та у створі № 6 – 0,48 ум.од./с (191,64±18,34%). У створах № 4 та № 5 водні витяжки з донних відкладів мали слабку токсичність, відповідно 0,17 ум.од./с (67,94±11,48%) та 0,31 ум.од./с (125±16,67%). Припускаємо, що зростання рівнів токсичності у водних витяжках з донних відкладів, порівняно токсичністю поверхневих вод річки Устя, пов'язано з акумуляцією забруднень у мулистих фракціях донних відкладів та їх переході у розчин при приготуванні витяжок. Це свідчить про потенційну небезпеку надходження забруднень до поверхневих вод річки при виникненні певних обставин (механічне порушення відкладів, зміна pH поверхневих вод, прискорення течії річки внаслідок підняття рівня води у повінь тощо).

Цільні донні відклади при біотестуванні проявляли токсичність на рівні слабкої у контрольних створах № 1 та № 6, відповідно, середня швидкість руху хлоропластів становила 0,32 ум.од./с (128,29±7,18% щодо контролю) та 0,34 ум.од./с (137,7±19,75%). Висока токсичність була зафіксована у створі №2, при середній швидкості руху хлоропластів 0,47 ум.од./с (198,63±17,39% щодо контролю), у створі № 3 – 0,03 ум.од./с (14,36±2,43%) та створі № 4 – 0,05 ум.од./с (18,68±3,61%). Середнім виявився рівень токсичності у створі № 5 – швидкість руху хлоропластів 0,07 ум.од./с (26,79±2,06% щодо контролю). Очевидно, що підвищені рівні токсичності донних відкладів на антропогенно навантажених ділянках гідроекосистеми є результатом осадження і накопичення забруднюючих речовин. Слабка токсичність у першому створі обумовлена відсутністю надходження стічних вод. І хоча якісний склад донних відкладів на цій ділянці (поблизу витоку) містить значну мулисту фракцію, адсорбція токсичних забруднень не відбувається. Слабка токсичність донних відкладів у створі № 6, де одночасно відмічався високий рівень токсичності поверхневих вод, на нашу думку, є результатом виносу основної маси забруднень із внутрішнім стоком води до р. Горинь. Адже, у цьому створі відмічаються щодо високі рівні води та більша швидкість течії, порівняно з рештою контрольних створів. Припускаємо, що саме особливості гідрологічного режиму даної ділянки гідроекосистеми, унеможливлюють активну сорбцію забруднень поверхневих вод мулистою фракцією донних відкладів.

Результати проведеного біотестування дозволили встановити групи токсичності дослідних зразків у контрольних створах р. Устя (рис. 1).

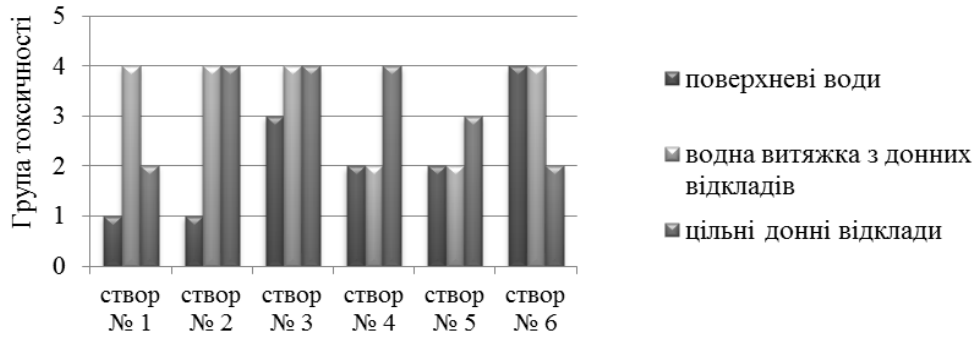


Рис. 1. Прояв токсичності дослідних зразків р. Устя за результатами біотестування

З рисунку 1 видно, що токсичність цільних донних відкладів та їх водних витяжок сягали 4 групи і були значно вищими порівняно з токсичністю поверхневих вод, за винятком контрольного створу № 6. Пояснення цьому, наведене вище, необхідно доповнити також припущенням, що токсичність гідроекосистеми може змінюватись залежно і від таких факторів як температура поверхневих вод та інтенсивність продукційно-деструкційних процесів. Це свідчить про необхідність продовження досліджень з метою відстеження формування токсичності гідроекосистеми на різних ділянках у різні сезони року.

Висновки

Виявлено, що у період літньо-осінньої межені 2015 р. виражений вплив на цитофізіологічні процеси акваріумної водорості *Vallisneria* чинили водні витяжки донних відкладів та цільні донні відклади річки Устя. Підвищення рівня токсичності донних відкладів спостерігається у середній частині гідроекосистеми, а токсичність поверхневих вод зростає від її верхів'я до гирла. Загальна токсикологічна ситуація є найбільш несприятливою у створі № 3 (в межах міста Рівне, 100 м нижче дамби оз. Басів Кут) – «висока токсичність».

Відчутні за короткий період часу зміни швидкості руху хлоропластів у дослідних зразках порівняно з контролем, свідчать, що клітини *Vallisneria* чутливо реагують на присутність токсикантів. Враховуючи простоту культивування рослини та показовість її цитофізіологічних змін, цей спосіб біотестування може бути рекомендований для інтегральної оцінки токсичності гідроекосистем.

1. *Біотестування* у природоохоронній практиці / Технічний комітет зі стандартизації ТК 82 "Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання ресурсів України". — Київ, 1997. — 240 с.
2. *Брагинский Л. П.* Теоретические аспекты проблем «нормы и патологии» в водной токсикологии / Л. П. Брагинский // Теоретические вопросы водной токсикологии: Мат-лы 3-го сов.-амер. симпоз. – – Л.: Наука, 1981. — С. 29—40.
3. *Веселов Е. А.* Патологические функциональные и морфологические изменения у пресноводных беспозвоночных и рыб под влиянием интоксикации / Е. А. Веселов // Норма и патология в водной токсикологии. — Байкальск, 1977. — С. 111—114.
4. *Вєялкіна Н. М.* Використання клітинних біомаркерів рослинних і тваринних тест-організмів для оцінки токсичності води: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спеціальність 03.00.16 -Екологія / Н. М. Вєялкіна. — Київ, 2011. — 20 с.
5. *ГОСТ* 17.1.5.01-80. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. — Введ. 1980-06-24. — М.: Изд-во стандартов, 1980. — 5 с.
6. *ДСТУ* 4107-2002 (ISO 5667-16:1998, MOD) Якість води. Відбір проб. Частина 16. Настанови з біотестування. — Київ: Держспоживстандарт України, 2003. — 38 с.
7. *Котовщиков А. В.* Оценка экологического состояния реки Оби в районе г. Барнаула на основе пигментных характеристик фитопланктона / А. В. Котовщиков, Т. В. Кириллова, Е. И. Третьякова // Мир науки, культуры, образования. — 2010. — № 1 (20).
8. *Майстренко В. Н.* Экологический мониторинг суперэкотоксикантов / В. Н. Майстренко, Р. З. Хамитов, Г. К. Будников. — М.: Химия, 1996. — 320 с.
9. *Мусієнко М. М.* Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. — К.: Вища школа, 1995. — 503 с.
10. *Проскурина И. К.* Эколого-биохимические исследования в модельной водной экосистеме / И. К. Проскурина, Е. К. Гусева, А. Е. Агапова // Ярославский педагогический вестник. — 2003. — № 2 (35). — С. 1—5.
11. *РД* 52.24.635-2002. Методические указания. Проведение наблюдений за токсикологическим загрязнением донных отложений в пресноводных экосистемах на основе биотестирования. — Спб.: Гидрометеоиздат, 2003. — 28 с.
12. *Смирнова Н. Н.* Цитофизиологический метод експрес-оценки токсичности природних вод / Н. Н. Смирнова, Л. А. Сиренко // Гибробиол. Журн. — 1993. — 29, № 4. — С. 95—101.
13. *Тордія Н. В.* Дослідження швидкості руху цитоплазми як цитофізіологічний метод в радіобіологічному експерименті / Н. В. Тордія, Д. М. Гродзинський // Цитология и генетика. — 2004. — 38, № 1. — С. 63—71.
14. *Филенко О. Ф.* Взаимосвязь биотестиования с нормированием и токсикологическим контролем загрязнения водоемов / О. Ф. Филенко // Водные ресурсы. — 1985. — № 3. — С. 130—134.

15. *Филенко О. Ф.* Биотестирование: возможности иперспективы использования в контроле поверхностных вод / О. Ф. Филенко. — Л.: Гидрометиоиздат, 1989. — С. 185—193.
16. *Черкашин С. А.* Биотестирование: терминология, задачи, основные требования и применение в рыбохозяйственной токсикологии / С. А. Черкашин // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. — 2001. — Том 128. — С. 1020—1035.

О. А. Бедункова, В. А. Конончук
Национальный университет водного хозяйства и природопользования

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕЧКИ УСТЬЯ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Проведена оценка уровней токсичности различных участков речки Устья методом биотестирования с использованием аквариумной водоросли *Vallisneria.* Отмечено возрастание уровня токсичности донных отложений от уровня «слабо токсичные» в истоке до уровня «высоко токсичные» в средней части речки. Поверхностные воды в верховье реки не проявили токсического действия на тест-обьект, а в устье реки характеризовались как «высоко токсичные». Наиболее неблагоприятная токсикологическая ситуация оказалась в пределах города Ровно. Использованный способ биотестирования может быть рекомендован для интегральной оценки токсичности гидроэкосистем перед проведением аналитического контроля химической природы загрязнений.

Ключевые слова: поверхностные воды, донные отложения, токсичность, гидроэкосистема

O. O. Biedunkova, V. O. Kononchuk
National University of Water Management and Nature Resources Use, Ukraine

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF SURFACE WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE RIVER USTIA BY THE BIOASSAY METHOD

The author provides the toxicological evaluation results for the ecosystem of the Ustia River flowing through the territory of Zdolbuniv and Rivne districts of Rivne region. Due to a great number of natural and anthropogenic factors the river has some signs of degradation which are particularly acute in the urban areas of the watercourse. The researcher has observed the hydro-ecosystem conditions and conducted sampling for the tests in 6 control sections experiencing different levels of the anthropogenic load during the 2015 summer-autumn low-water period: site #1 – western outskirts of Ivachkiv village (upper river, natural background) site #2 – below the town of Zdolbuniv (impact of the wastewater discharge); control site #3 – within the town of Rivne, 100 metres below the dam of the Basiv Kut Lake (a control point is located below the Basiv Kut reservoir dam); site #4 – within the town of Rivne, near the central local market (impact of Rivne's wastewater discharge); site #5 – the expanded area within the town of Rivne, near "La Riva" cafe (impact of Rivne's wastewater discharge); site #6 – Orzhiv village, 0.1 km above the confluence into the Horyn River (a control point in the river mouth).

In order to evaluate the toxicity of surface water and bottom sediments of the Ustia River the author used a cytophysiological method that records chloroplasts passing one or more divisions of the ocular micrometre and determines the speed of the cytoplasm as the ratio of the distance to the number of seconds during which the chloroplast covers this distance. Biotests were performed using of a test facility *Vallisneria* (R.Micheli ex. L. 1753). The researcher determined the rotary motion speed in 3-5 cells of each plant sample. Reliability criteria of the results were established as the deviation of the experimental data from control indices at a confidence interval $R \leq 0{,}05$ (by Student's t-test).

In the research period river surface waters were non-toxic (group 1) in the areas near the discharge and within the town of Zdolbuniv. There was poor water toxicity (group 2) in the areas of the hydro-ecosystem that undergo the human impact of Rivne's wastewater. On the contrary, surface waters of the river mouth (group 4) demonstrated high toxicity.

Aqueous samples from bottom sediments have high toxicity (group 4) in all areas except the two alignments within the town of Rivne, where the toxicity of samples was weak (group 2). It is

obvious that the increase of toxicity levels in aqueous samples from bottom sediments compared to surface waters toxicity of the Ustia River is directly linked to the accumulation of contaminants in the silt fractions of bottom sediments and their transition into the solution while sampling. This fact demonstrates the potential danger of pollution to the flow of surface waters of the river in certain circumstances (mechanical abuse of sediments, pH change in surface waters, acceleration of the river flow as a result of flood raising water levels etc.).

The toxicity of bottom sediments was medium and high (groups 3-4) at the hydro-ecosystem sites with substantial anthropogenic pressure resulting from the deposition and accumulation of pollutants. The weak toxicity of bottom sediments (group 2) in headwater is driven by the lack of wastewater. Although the qualitative composition of the sediments in this area (near the discharge) contains large silt fraction, there is no adsorption of toxic contamination. The research has also discovered the weak toxicity of sediments in the river mouth where the analysis has also indicated high levels of toxicity in surface waters. In our opinion, this is a result of the pollution bulk removal together with the internal water flow towards the Horyn River. After all, this site is marked by relatively high levels of water and greater flow rate compared to the rest of the control sections. We assume that those peculiarities of the hydrological regime specific for this site of the hydro-ecosystem make the active sorption of pollutants of surface waters, in particular, by silt fraction of bottom sediments impossible.

Thus, we observed the increase of the toxicity of bottom sediments in the middle part of the hydro-ecosystem. At the same time the toxicity of surface waters increases from headwaters to the mouth. The general toxicological situation is the most unfavourable in the site located in the town of Rivne (100 m below the dam of the Basiv Kut Lake): it demonstrates "high toxicity". Therefore, the toxicity of the whole bottom sediments and their water extracts reached the level of "high toxicity" and these indices were significantly higher compared to the toxicity of surface water. The only exception was the site in the mouth of the river. The explanation, mentioned above, can be further supplemented by an assumption that the toxicity of the hydro-ecosystem may also vary depending on such factors as surface water temperature and the intensity of production-destruction processes.

The changes of the chloroplast speed which were tangible in the short period of time in experimental samples compared to the control data indicate that the *Vallisneria* cells are sensitive to the presence of toxins. Taking to consideration the ease of the plant cultivation and the representativeness of its cytophysiological changes, the biotesting method used in the experiment can be recommended for the integrated assessment of the hydro-ecosystem toxicity that should justify the necessity for an analytical control in order to determine the chemical nature of the pollution.

Keywords: surface water, bottom sediments, toxicity, hydroecosystems

Рекомендує до друку
В. З. Курант

Надійшла 26.10.2015

УДК 574.24

Н. О. КРАСУЦЬКА, Ю. С. ІВАСЮК

Інститут гідробіології НАН України
пр-т. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210

СЕЗОННІ ТА ТЕМПЕРАТУРО-ЗАЛЕЖНІ ЗМІНИ У СИСТЕМІ «МОЛЮСК *VIVIPARUS VIVIPARUS* – ТРЕМАТОДА *CERCARIA PUGNAX*»

Представлені дані з сезонної динаміки зараження молюсків *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda) спороцистами та церкаріями трематоди *Cercaria pugnax* La Valette (Digenea: Lecithodendriidae).