ОХОРОНА ПРИРОДИ

УДК 574.64:57.083.3
https:// orcid.org/ 0000-0002-5090-6965
https:// orcid.org/ 0000-0002-9781-4267

ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ТОКСИЧНОСТІ РІЧКОВОЇ ГІДРОЕКОСИСТЕМИ У ОСІННЬО-ЗИМОВИЙ МЕЖЕННИЙ ПЕРІОД

О.О. Бєдункова, *к с.-г.н., доц*., В.О. Конончук, *магістр*

Національний університет водного господарства та природокористування
bedunkovaolga@mail.ru
vitya95@i.ua

Проведене біотестування компонентів річкової гідроекосистеми за цитофізіологічними процесами акваріумної водорості *Vallisneria* P. Micheli ex L. 1753 у осінньо-зимовий меженний період. З'ясовано, що динаміка токсичності поверхневих вод та водних витяжок з донних відкладів коливалась від 1 до 4 групи. Токсичність цільних донних відкладів не понижувалась нижче 2 групи, а у створах в межах урбанізованих територій мала переважно 3-4 групу. Виявлено тісний обернений кореляційний зв'язок між рівнями токсичності поверхневих вод річки із вмістом розчиненого у воді кисню (r=-0,807) та концентрацією нітритів (r=0,748). Рівні токсичності водних витяжок з донних відкладів проявляли середній зв'язок із показником ХСК (r=0,503) та помірний зв'язок із температурою поверхневих вод (r=0,388) і концентрацією нітритів (0,408). Сильний кореляційний зв'язок (r=0,770) проявляли рівні токсичності цільних донних відкладів із показником ХСК.

Ключові слова: поверхневі води, донні відклади, токсичність.

Factors of formation of toxic river hydroecosystems in autumn and winter low-water period. Biedunkova O.O., Kononchuk V.O. – In urban areas, a small river Ust'ja experiences a significant level of anthropogenic contamination. Series of biotesting were conducted according to cytophysiological processes by aquarium algae *Vallisneria* P. Micheli ex L. 1753. In autumn and winter, the level of toxicity of sediments in the middle of the river was shown to increase. The toxicity of surface water increased from its source to its mouth. The toxicity of surface water and water extracts of the sediment ranged from 1 to 4 groups. Toxicity solid sediment was not reduced below the 2nd group, and within urban areas was mainly in 3-4 groups. The close inverse correlation between the levels of toxicity of the surface of the river water containing dissolved oxygen (r = -0,807) and the concentration of nitrite (r = 0,748) was revealed. The levels of toxicity of aqueous extracts of sediments showed high connection with the chemical oxygen indicator consumption (r = 0,503), as well as a reasonable connection to the surface water temperature (r = 0,388) and the concentration of nitrite (r = 0,408). A strong correlation (r = 0,770) was set between the level of toxicity of whole sediment and chemical oxygen demand indicator.

Key words: surface water, bottom sediments, toxicity.

ВСТУП

Поверхневі води надзвичайно уразливі, оскільки інтегрують всі зміни навколишнього середовища та акумулюють більшу частину забруднюючих речовин, які потрапляють на територію водозбору. Тривалий вплив

http://doi.org/10.5281/zenodo.1109233

забруднюючих речовин призводить до структурно-функціональних перебудов гідроекосистем, які відрізняються від їх природних модифікацій і повернення до вихідного стану вже не відбувається. Для з'ясування ефектів комбінованих забруднень гідроекосистем виправданими є дослідження в умовах реального часу за показовими та відносно простими в технічному виконанні методами біотестування. Зокрема, високу інформативність забезпечує використання в якості тест-об'єктів водоростей різних систематичних груп [6, 8, 10], які завдяки фотосинтетичній функції є високочутливими до забруднення водного середовища [7, 9].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою наших досліджень був аналіз основних факторів формування токсичності гідроекосистеми малої річки Устя на ділянках, що зазнають антропогенного навантаження різної інтенсивності.

Річка Устя протікає по території Здолбунівського та Рівненського районів Рівненській області. Загальна довжина річки 68 км, площа водозбору 762 км^2. Залісненість 8%, заболоченість 0,2%. Річка має три притоки, загальною довжиною 56,2 км. Норма стоку річки становить 80,1 млн.м^3, стік маловодних років забезпеченістю 75% та 95% становить 54,3 та 32,0 млн.м^3 відповідно. Власний стік річки зарегульований помірно.

Сучасний хімічний склад поверхневих вод р. Устя суттєво змінюється на окремих ділянках – чітко виділяється частина водотоку від витоків до скиду стічних вод очисних споруд м. Рівне, та частина нижче скиду міських очисних споруд до гирла. Насамперед ця відмінність обумовлена різницею в типах поверхневих вод [4].

До скиду міських очисних споруд води відносяться до гідрокарбонатного типу зі змішаним катіонним складом. Води прісні, величина загальної мінералізації змінюється в незначних межах – 0,51-0,58 г/дм^3 і лише в правій притоці р. Устя в районі сіл Івачків та Копитків сягає 0,78 г/дм^3, що, можливо, пояснюється слабкою проточністю та замуленістю.

Після скиду з міських очисних споруд поверхневі води річки відносяться до хлоридно-гідрокарбонатного типу та характеризуються дещо підвищеною (на 0,1 г/дм^3), порівняно з вищеописаними, мінералізацією. Води мають нейтральну реакцію (рн=7,4-8,0) на всій течії, в межах міста реакція змінюється на слабо лужну (рн=8,48-8,62). Води помірно жорсткі (2,8-6,0 мг-екв/дм^3). Окислюваність складає 2,2-5,8 мгО$_2$/дм^3. Вміст загального заліза у водах річки та її приток змінюється в межах 0,2-1,0 мг/дм^3.

Серед аніонів переважне значення має гідрокарбонат-іон, вміст якого змінюється від 330-340 мг/дм^3 (середнє значення) від витоків до міських очисних споруд (МОС) до 370-375 мг/дм^3 після МОС, що складає від 80-87 до 68-77 %-екв.

Вміст сульфатів доволі сталий на всьому протязі ріки, його середній вміст становить 30-35 мг/дм^3 або 5-15% екв. Вміст хлоридів значно змінюється на зазначених ділянках: середній вміст на витоці складає 9,5 мг/дм^3, далі до м. Здолбунів збільшується до 16,1-23 мг/дм^3, від м. Здолбунів до МОС м. Рівне 31-35 мг/дм^3, після МОС 60-70 мг/дм^3.

Катіонний склад поверхневих вод відповідає водам фонової ділянки, тобто має змішаний склад з перевагою іонів магнію і кальцію. Лише в районі с. Новий Двір визначені води з перевагою іонів натрію. Вміст іонів кальцію змінюється в межах 8-81 мг/дм^3, магнію 16-66 мг/дм^3, натрію 14-113 мг/дм^3.

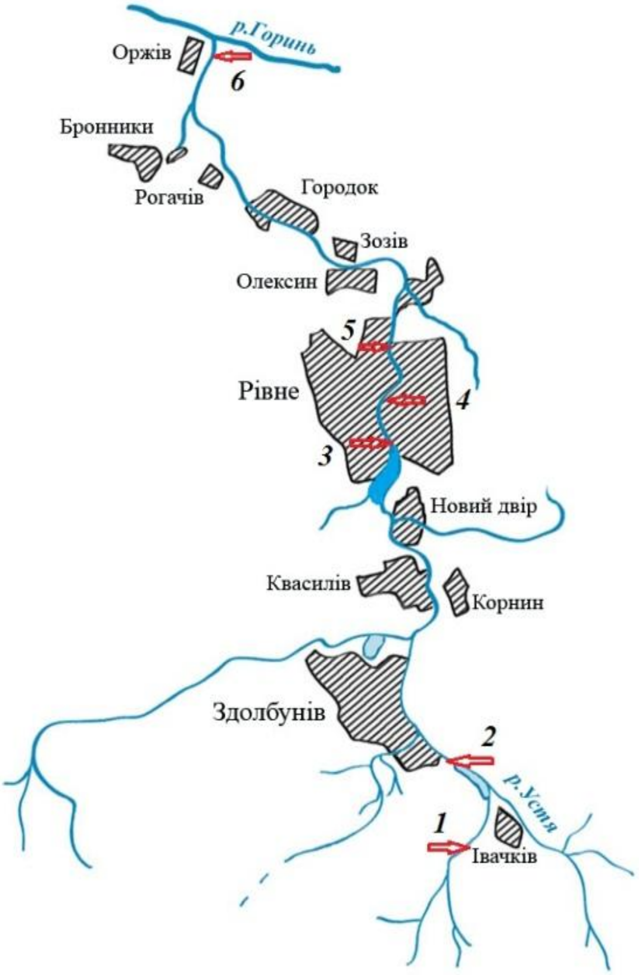
У верхній течії, в районах з інтенсивним веденням сільського господарства (с. Івачків, с. Вьюновщина, с. Корнин) концентрації іонів амонію сягають1,5 мг/дм^3, нітратів – 2,6-3,3 мг/дм^3, нітритів 0,5 мг/дм^3. В межах урбанізованих територій м. Здолбунів та м. Рівне, спостерігається зменшення вмісту азотних сполук, що свідчить про процес самоочищення вод, хоча в окремі роки, на даній ділянці водотоку фіксувались підвищені значення речовин азотної групи. Після МОС помітно збільшуються концентрації нітратів до 3,3-6,6 мг/дм^3, нітритів та амонію.

Безпосереднє спостереження за станом гідроекосистеми та відбір зразків для токсикологічних аналізів проводили у 6 контрольних створах (рис. 1).

Відбір проб води та донних відкладів на контрольних створах проводили щомісяця від вересня до грудня 2015 р. згідно відповідних нормативних методик [1, 3]. Температуру води визначали безпосередньо у водоймі за допомогою лабораторного термометру. Вміст розчиненого у воді кисню, нітритів та показник хімічного споживання кисню (ХСК) визначали відразу після доставки проб в лабораторію, згідно відповідних методик [2].

При проведенні біотестування за допомогою лабораторної культури акваріумної водорості *Vallisneria* P. Micheli ex L. 1753 використовували три схеми експерименту: 1 – тестування поверхневих вод річки, відібраних у контрольних створах; 2 – тестування цільних донних відкладів, відібраних у відповідних створах; 3 – тестування водних витяжок з донних відкладів (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). В якості контролю використовували акваріумну воду, де культивувався тест-об’єкт *Vallisneria* P. Micheli ex L. 1753.

Спостереження за швидкістю ротаційного руху хлоропластів у клітинах лабораторної культури *Valisneria* P. Micheli ex L. 1753 проводили 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 згідно методики [9].



№ створу	Місце розміщення	Відстань від гирла, км	Обґрунтування необхідності токсикологічних досліджень
1	західна околиця с. Івачків	65	(верхів'я річки, природний фон)
2	нижче м. Здолбунів	40	вплив скиду стічних вод
3	в межах міста Рівне, 100 м нижче дамби оз. Басів Кут	25	контрольний пункт нижче дамби Басівкутського водосховища
4	в межах міста Рівне, в районі центрального міського ринку	19,5	вплив скиду каналізаційних стічних вод м. Рівне
5	розширена ділянка в межах м. Рівне, поблизу кафе "La Riva"	18	вплив скиду каналізаційних стічних вод м. Рівне
6	с. Оржів, поблизу впадіння в р. Горинь	0,1	контрольний пункт у гирлі

Рис. 1. Карта-схема розміщення контрольних створів токсикологічних спостережень на р. Устя

Частину рослини біля основи (де розташовані молоді клітини, що зберігають рух цитоплазми) експонували у зразках поверхневих вод, водних витяжок та цільних донних відкладів кожного з контрольних створів у трикратній повторюваності на світлі протягом 60 хв. за температури приміщення 20°С. Після закінчення експозиції з листків рослин виготовляли тимчасові препарати і спостерігали під світловим мікроскопом. Швидкість руху визначали за допомогою окуляр-мікрометра, фіксуючи час проходження хлоропластом однієї, або кількох поділок за допомогою секундоміра.

Прояв токсичної дії визначали за відношенням отриманих результатів біотестування дослідних зразків до контролю, згідно шкали [9]: перша – немає токсичності (80-120%); друга – слабка токсичність (50-80, 120-150%); третя – середня токсичність (20-50, 150-180%); четверта – висока токсичність (10-20,180-250%); п'ята – летальна токсичність (0-10, більше 250%).

Критерієм достовірності отриманих результатів вважалось відхилення результату експерименту від контролю при довірчій ймовірності показників

P≤0,05 (за критерієм Стьюдента). Кореляційні зв’язки між досліджуваними параметрами визначали в рамках програмного пакету Microsoft Excel 2010, згідно рекомендацій [5].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами наших спостережень, донні відклади річки представлені різними типами, у більшості з яких основу складає мулиста фракція. Виключенням є створ №6 (поблизу гирла – смт. Оржів), де донні відклади мають піщаний тип, що очевидно пов’язане із прискореною течією та зносом мулистої фракції у р. Горинь. Отже, замуленість річки є свідченням її незадовільного екологічного стану, проте, враховуючи здатність донних відкладів акумулювати значну частину забруднень, замуленість може розглядатись як своєрідний «фільтр» гідроекосистеми.

Дані отримані за результатами біотестування свідчать, що у вересні 2015р. виражений вплив на цитофізіологічні процеси акваріумної водорості *Vallisneria* P. Micheli ex L. 1753 чинили водні витяжки донних відкладів та цільні донні відклади річки Устя (табл. 1).

Таблиця 1

Швидкість ротаційного руху хлоропластів *Valisneria* P. Micheli ex L. 1753 та ступінь токсичності гідроекосистеми р. Устя у вересні 2015 року (P≤0,05)

Показники біотестування в схемах експерименту		Контрольні створи					
		1	2	3	4	5	6
Вода	% 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	немає	слабка	слабка	слабка	висока
Водні витяжки	% 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	висока	висока	слабка	слабка	висока
Цільні донні відклади	% 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	висока	висока	висока	середня	слабка

Підвищення рівня токсичності донних відкладів спостерігалось у середній частині гідроекосистеми, а токсичність поверхневих вод зростала від її верхів’я до гирла. Загальна токсикологічна ситуація є найбільш несприятливою у створі № 3 (в межах міста Рівне, 100 м нижче дамби водосховища Басів Кут) – «висока токсичність».

У жовтні 2015 р. вода річки Устя була позбавлена токсичності на витоці та в гирлі. На урбанізованих ділянках, у створах №№2-4 швидкість руху хлоропластів валіснерії відносно контролю, засвідчила «середній» рівень токсичності води. На розширеній ділянці в межах міста Рівне вода проявляла «слабку» токсичність (табл. 2).

Таблиця 2

Швидкість ротаційного руху хлоропластів *Valisneria* P. Micheli ex L. 1753 та ступінь токсичності гідроекосистеми р. Устя у жовтні 2015 року (P≤0,05)

Показники біотестування у схемах експерименту		Контрольні створи					
		1	2	3	4	5	6
Вода	% до контролю	107,79±3,77	23,72±0,69	31,23±2,24	34,75±3,71	52,81±2,86	84,38±17,74
	ступінь токсичності	немає	середня	середня	середня	слабка	немає
Водні витяжки	% до контролю	111,48±7,19	24,66±0,49	47,23±5,69	42,11±4,00	31,13±1,96	20,33±1,80
	ступінь токсичності	немає	середня	середня	середня	середня	середня
Цільні донні відклади	% до контролю	122,57±5,82	26,97±0,51	39,98±2,59	48,92±3,57	25,89±0,93	20,85±1,59
	ступінь токсичності	слабка	середня	середня	середня	середня	середня

Водні витяжки донних відкладів проявляли «середню» токсичність у всіх дослідних створах, за виключенням витоку річки, де токсичність витяжок була відсутня. Середні рівні токсичності були виявлені і у цільних донних відкладів у всіх контрольних створах, за винятком витоку річки, де токсичність відкладів була «слабкою».

Таким чином, у жовтні 2015 р. відбулось вирівнювання рівнів токсичності води, водних витяжок з донних відкладів та цільних донних відкладів у створах в межах м. Рівне та м. Здолбунів. На розширеній ділянці річки в межах м. Рівне, на витоці та в гирлі токсичність поверхневих вод мала помітно нижчі рівні відносно донних відкладів та їх водних витяжок.

У листопаді 2015 р. була виявлена «висока» токсичність поверхневих вод річки у створах №4 та №6. Вода не чинила токсичності у створах №2 та №5, була «слабкою» на витоці, та «середньою» у створі №3 (табл. 3).

Водні витяжки з донних відкладів мали «високу» токсичність у створах №2 та №6, «середню» у створі №4, «слабку» у створах №3 та №5, та позбавлені токсичності на витоці (у створі №1). Цільні донні відклади мали «високу» токсичність у створах № 1, 2, 4, «середню» у створі №5 та «слабку» у створі №3. У грудні 2015 р. не було зафіксовано «високої» токсичності в жодному контрольному створі. Токсичність поверхневих вод та водних витяжок з донних відкладів була переважно «середньою», а у створах №2 та №5 – «слабкою» (табл. 4).

Таблиця 3

Швидкість ротаційного руху хлоропластів *Valisneria* P. Micheli ex L. 1753 та ступінь токсичності гідроекосистеми р. Устя у листопаді 2015 року (P≤0,05)

Показники біотестування у схемах експерименту		Контрольні створи					
		1	2	3	4	5	6
Вода	% до контролю	56,15±7,50	111,24±6,63	153,5±29,84	228,91±35,50	118,51±9,53	223,57±30,01
	ступінь токсичності	слабка	немає	середня	висока	немає	висока
Водні витяжки	% до контролю	96,46±5,84	217,01±8,77	148,5±15,09	170,33±13,14	123,41±8,34	195,54±17,36
	ступінь токсичності	немає	висока	слабка	середня	слабка	висока
Цільні донні відклади	% до контролю	180,58±14,73	223,81±37,69	127,34±12,56	205,81±7,89	151,46±6,03	123,30±3,14
	ступінь токсичності	висока	висока	слабка	висока	середня	слабка

Таблиця 4

Швидкість ротаційного руху хлоропластів *Valisneria* P. Micheli ex L. 1753 та ступінь токсичності гідроекосистеми р. Устя у грудні 2015 року (P≤0,05)

Показники біотестування у схемах експерименту		Контрольні створи					
		1	2	3	4	5	6
Вода	% до контролю	141,10±11,06	72,87±2,53	47,9±1,61	166,79±17,66	74,4±19,84	162,04±7,09
	ступінь токсичності	слабка	слабка	середня	середня	слабка	середня
Водні витяжки	% до контролю	30,06±2,53	128,16±5,99	155,86±24,52	178,83±27,74	123,43±15,04	152,76±13,56
	ступінь токсичності	середня	слабка	середня	середня	слабка	середня
Цільні донні відклади	% до контролю	68,13±6,14	161,38±8,82	177,18±16,81	124,40±12,4	122,40±6,94	173,63±19,11
	ступінь токсичності	слабка	середня	середня	слабка	слабка	середня

Цільні донні відклади мали «середню» токсичність у створах №2, №3 та № 6, «слабку» у створах №1 та №4, №5.

Отже, групи токсичності компонентів гідроекосистеми у грудні 2015 виявились відносно врівноваженими в межах ІІ-ІІІ груп.

Припускаємо, що в цьому місяці, внаслідок відсутності температурної стратифікації води фізико-хімічні процеси відбуваються з приблизно однаковою інтенсивністю у всіх компонентах гідроекосистеми.

Для відстеження часової динаміки рівнів токсичності гідроекосистеми в окремих створах були побудовані площинні діаграми (рис. 2).

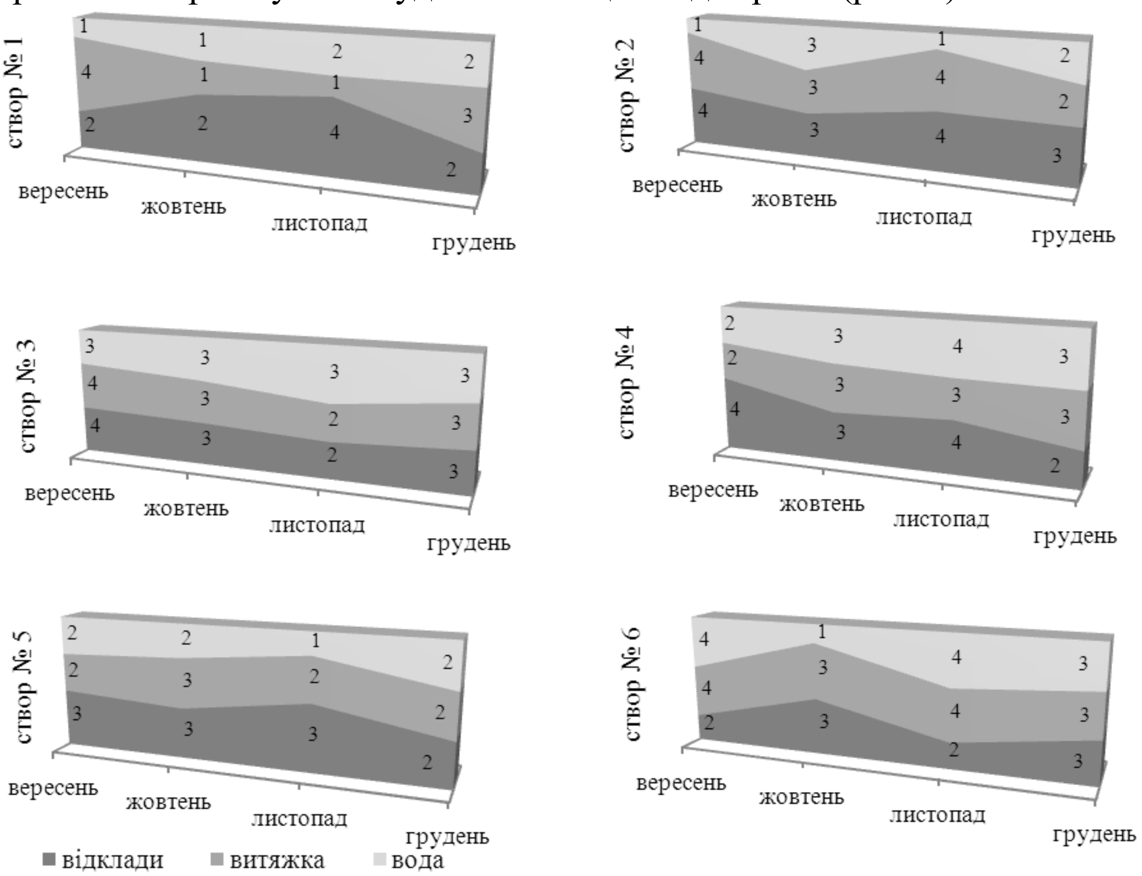


Рис. 2. Динаміка груп токсичності компонентів гідроекосистеми р.Устя за період досліджень у контрольних створах спостережень

Таким чином, найбільш сталою в період досліджень була токсичність цільних донних відкладів, яка не понижувалась нижче другої групи, а у створах в межах урбанізованих територій мала переважно 3-4 групу. Динаміка токсичності поверхневих вод від 1 до 4 групи свідчить про реакцію гідроекосистеми на сумісну дію джерел забруднень та місцевих сезонних змін. Достатньо динамічною виявилась і токсичність водних витяжок з донних відкладів (1-4 групи), які, як відомо, фізично та хімічно обєднують мінеральну та органічну фракції у єдину систему, завдяки якій і відбувається перенесення та перерозподіл алохтонних та автохтонних речовин, у тому числі і токсичних компонентів.

З метою відстеження окремих факторів формування рівнів токсичності гідроекосистеми р. Устя, нами було проведено визначення деяких фізико-хімічних параметрів якості води, які згідно літературних даних лишаються на сьогодні невід'ємною частиною екологічної оцінки якості поверхневих вод, її критеріальною базою.

Так, за досліджуваний період було відмічено зниження температури води з 12ºС до 4ºС. Серед контрольних створів найвищі середні значення температури були характерні для створів в межах м. Здолбунів та м. Рівне (рис. 3 (а)).

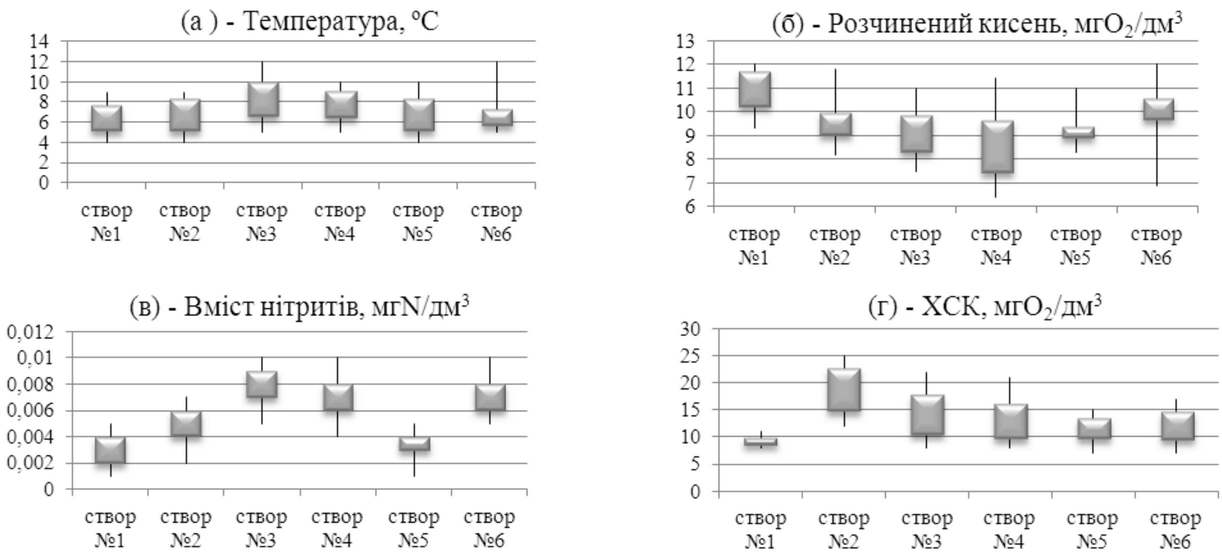


Рис. 3. Коливання фізико-хімічних параметрів якості поверхневих вод у контрольних створах спостережень р. Устя за період досліджень

Вміст розчиненого у воді кисню не перевищував 12 мгО$_2$/дм^3 та не спадав нижче 6,4 мгО$_2$/дм^3 (рис. 3 (б)). Середні значення виявились найгіршими у створі №4 (район центрального ринку м. Рівне). Найкращі середні значення вмісту розчиненого кисню у воді р. Устя фіксувались впродовж періоду досліджень у створі №1 (на витоці). У решті створів середні значення вмісту кисню знаходились приблизно на одному рівні, з деяким підвищенням у створі №6 (гирло річки), що очевидно пов'язано із прискоренням течії води на даній ділянці гідроекосистеми.

Вміст нітритів у воді річки мав помітно різке зростання у створах №3 та №4 (рис. 3 (в)). У цілому для річки за період досліджень вміст нітритів у воді не перевищував 0,01 мг/дм^3. Мінімальні концентрації були зафіксовані у створах №1 та №4 на рівні 0,001 мг/дм^3.

Середні значення показника хімічного споживання кисню (ХСК) виявились найвищими у створі №2 – після скидів очисних споруд м. Здолбунів (рис. 3 (г)). Далі за течією він дещо знижувався, однак фонового рівня (на витоці) вже не досягав. Підвищення ХСК у створі в межах м. Здолбунів свідчить про накопичення органічних речовин у воді річки. Подальше незначне пониження показника після Басівкутського водосховища, очевидно, є результатом самоочищення. Проте, збереження підвищених значень ХСК далі за течією свідчить про порушення структурно-функціональних зв'язків у гідроекосистемі.

З метою встановлення залежностей фізико-хімічних показників якості води та рівнів токсичності компонентів гідроекосистеми, ми скористались методом кореляційних плеяд. Всього було проаналізовано 21 пара отриманих в ході досліджень параметрів токсикологічної оцінки р. Устя. При цьому, загальна кількість спостережень становила: фізико-хімічні параметри якості води – 92, рівні токсичності компонентів гідроекосистеми – 72. Для зручності представлення результатів у вигляді кореляційної матриці кожному з аналізованих параметрів було надано вигляд функції (табл. 5).

Таблиця 5

Перелік параметрів, які було використано для аналізу кореляційних залежностей

Найменування параметрів	Од. вимірювань	Номер функції
Температура поверхневих вод	^oC	X_1
Вміст розчиненого у воді кисню	$мгO_2/дм^3$	X_2
Концентрація нітритів у воді	$мгN/дм^3$	X_3
Показник хімічного споживання кисню у воді (ХСК)	$мгO_2/дм^3$	X_4
Рівень токсичності за результатами цитофізіологічного методу біотестування:		
- поверхневі води	група	X_5
- водні витяжки донних відкладів	група	X_6
- донні відклади	група	X_7

Результати встановлених попарних залежностей між наведеними функціями (параметрами) виражені за допомогою коефіцієнта Пірсона (r) представлено у вигляді кореляційної матриці (табл. 6).

Аналіз отриманих кореляційних залежностей дозволяє відзначити тісний зв'язок між рівнями токсичності поверхневих вод річки із вмістом розчиненого у воді кисню (r =-0,807) та концентрацією нітритів (r = 0,748). Рівні токсичності водних витяжок з донних відкладів проявляли середній зв'язок із показником ХСК (r = 0,503) та помірний зв'язок із температурою поверхневих вод (r = 0,388) і концентрацією нітритів (0,408). Рівні токсичності цільних донних відкладів із показником ХСК проявляли сильний кореляційний зв'язок (r = 0,770). Помірним виявився зв'язок рівнів токсичності цільних донних відкладів із вмістом розчиненого у воді кисню (r = 0,318) та помірним оберненим із рівнями токсичності поверхневих вод (r = -0,373).

Таблиця 6

Кореляційні залежності* фізико-хімічних параметрів якості води р. Устя та рівнів токсичності компонентів гідроекосистеми за період досліджень

Функції	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	-						
X_2	0,611	-					
X_3	0,133	-0,606	-				
X_4	0,527	0,270	0,133	-			
X_5	0,195	-0,807	0,748	-0,167	-		
X_6	0,388	-0,076	0,408	0,503	0,218	-	
X_7	0,273	0,318	0,046	0,770	-0,373	0,192	-

**Примітка: сильна (тісна) кореляція - 0,7 < r < 1; середня кореляція - 0,5 < r < 0,7; помірна кореляція - 0,3 < r < 0,5; слабка кореляція - 0,2 < r < 0,3; відсутність кореляції – r < 0,19.*

ВИСНОВКИ

На фоні незмінної присутності забруднюючих компонентів на урбанізованих ділянках та особливостях гідрологічного режиму р. Устя в осінньо-зимовий меженний період відмічалось:

- підвищення рівня токсичності донних відкладів у середній частині гідроекосистеми та зростання токсичності поверхневих вод від її верхів'я до гирла. Зокрема, токсичність поверхневих вод та водних витяжок з донних відкладів коливалась від 1 до 4 групи. Токсичність цільних донних відкладів не понижувалась нижче 2 групи, а у створах в межах урбанізованих територій мала переважно 3-4 групу;

- найвищі середні значення температури в межах м. Здолбунів і м. Рівне; відносно сприятливий кисневий режим вздовж водотоку; підвищений вміст нітритів, за виключенням витоку та ділянки в межах м. Рівне; різке зростання хімічного споживання кисню після скидів очисних споруд м. Здолбунів із наступним пониженням, однак без досягнення фонових значень.

Застосування кореляційного аналізу дозволило віднести кисневий та нітритний режими до основних факторів формування токсичності поверхневих вод, а показник ХСК до основного фактора формування токсичності донних відкладів р. Устя.

Динамічний характер прояву досліджуваних параметрів екологічного стану річки відображує флуктуаційні зміни гідроекосистеми, а отже може бути свідченням відносної збалансованості самоочисних процесів у період осінньо-зимової межені. Однак, збереження екологічного стану річки можливе при суворому дотриманні нормативних значень вмісту азоту нітритів та показників органічного забруднення, а розширення списку контрольованих показників дозволить розробити ефективні методи коректування токсичності при врахуванні регіональних особливостей гідроекосистеми.

Література

1. 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.
2. Драчев С.М. Приемы санитарного изучения водоемов. Гос. изд-во мед. лит-ры «МЕДГИЗ». Москва, 1960. 355 с.
3. ДСТУ 4107-2002 (ISO 5667-16:1998, MOD) Якість води. Відбір проб. Частина 16. Настанови з біотестування. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 38 с.
4. Клименко М.О., Мельник В.Й. Екологічні нормативи якості води річок Рівненської області: методологія, результати. Вісник Рівненського державного технічного університету: Зб. наук. пр.-Рівне. 2000. Випуск 4(6). С. 30–36.
5. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel – 2 изд. перераб. и доп. К.: 2001, Морион. 408 с.
6. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Экологический мониторинг суперэкотоксикантов. М.: Химия, 1996. 320 с.
7. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. К.: Вища шк., 1995. 503 с.
8. Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометиоиздат, 1991. 312 с.
9. Смирнова Н.Н., Сиренко Л.А. Цитофизиологический метод експрес-оценки токсичности природних вод. Гибробиол. Журн. 1993. Т. 29. № 4. С. 95–101.
10. Филенко О.Ф., Михеева И.В. Основы водной токсикологи. М.: Колос, 2007. 144 с.

Факторы формирования токсичности речной гидроэкосистемы в осенне-зимний меженный период. Бедункова О.А., Конончук В.А. – Значительный уровень антропогенной нагрузки на малую реку Устья проявляется в неизменном присутствии загрязняющих компонентов на урбанизированных участках гидроэкосистемы. Проведенное биотестирования (по цитофизиологическим процессам аквариумной водоросли *Vallisneria* P. Micheli ex L. 1753) в осенне-зимний период выявило повышение уровня токсичности донных отложений в средней части реки. Токсичность поверхностных вод возростала от ее истока до устья. Временная динамика токсичности поверхностных вод и водных вытяжек из донных отложений колебалась от 1 до 4 группы. Токсичность цельных донных отложений не понижалась ниже 2 группы, а в пределах урбанизированных территорий имела преимущественно 3-4 группу. Выявлена тесная обратная корреляционная связь между уровнями токсичности поверхностных вод реки с содержанием растворенного в воде кислорода (r = -0,807) и концентрацией нитритов (r = 0,748). Уровни токсичности водных вытяжек из донных отложений проявляли среднюю связь с показателем ХПК (r = 0,503), а также умеренную связь с температурой поверхностных вод (r = 0,388) и концентрацией нитритов (0,408). Сильная корреляционная связь (r=0,770) установлена между уровнем токсичности цельных донных отложений и показателем ХПК.

Ключевые слова: поверхностные воды, донные отложения, токсичность