

УДК 504:4 (043.3)

Клименко О. М., к.т.н., доцент, Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, Гроховська Ю. Р., к.с.-г.н., доцент, Шилейко Я. М., магістр
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ФІТОТОКСИЧНІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД р. УСТЯ В МЕЖАХ УРБООКОСИСТЕМИ м. РІВНЕ

Проаналізовано просторову динаміку показників фітотоксичності поверхневих вод р. Устя в межах урбоєкосистеми м. Рівне за різними тест-об'єктами.

Ключові слова: поверхневі води, річка Устя, фітотоксичність, урбо-екосистема.

Проведен анализ пространственной динамики показателей фитотоксичности поверхностных вод р. Устя в пределах урбоэкоистемы г. Ровно с помощью разных тест-объектов.

Ключевые слова: поверхностные воды, речка Устя, фитотоксичность, урбоэкоистема.

Indicators of spatial dynamics of Ustyia river surface water toxicity in borders of Rivne urboecosystem were analyzed in conditions of different test-objects application.

Keywords: surface water, toxicity, Ustyia river, urboecosystem.

Окремі гідроекосистеми Рівненської області нині трансформовані антропогенним впливом до такої міри, що екологічна якість поверхневих вод оцінюється III та IV класами, а стан водного середовища – як перехідний і поганий. При цьому найбільше страждають екосистеми малих річок, таких як р. Устя, які є безпосередніми приймачами зворотних, стічних та зливових вод урбоєкосистем. Такий антропогенний вплив спричинив не лише погіршення якості води, зміну біотичних угруповань та зменшення самоочисної здатності в умовах забруднення, а й поставив під загрозу розвиток народного господарства, знизив можливості виконання водними об'єктами рибогосподарських та рекреаційних функцій.

Аналіз останніх досліджень показав, що проблему погіршення якості поверхневих вод річок Рівненщини, й зокрема р. Устя, розглядали такі вчені, як Мольчак Я.О., Клименко М.О., Фесюк В.О., Залеський І.І. [5], Гроховська Ю.Р. [2], Прищепя А.М., Стецюк Л.М. [7], Бедункова.О.О., Статник І.І. та ін. В результаті досліджень було оцінено загальний екологічний стан басейну

р. Устя, якість води за різними методиками, було зроблено висновки про кризову гідроекологічну ситуацію, яка сформована в межах Здолбунівсько-Рівненської промислової агломерації. Проте детальних (дрібномасштабних) досліджень у межах окремих урбоєкосистем із відбором зразків води в проміжних створах не проводилося.

Методика досліджень. Дослідження проводилися в період 2009–2010 рр. Зразки річкової води відбиралися восени у бездощовий період, коли змив забруднювачів із поверхні водозбору не спотворює усталену екологічну ситуацію. Відбір зразків води проводили за допомогою батометра із глибини 0,3–0,4 м у фарватері річки згідно методики ISO 5667 – 6:1999. Фітотоксичність води визначали методом біотестування за методикою Горової А.І. та ін. [6]. Як тест-об'єкти використовували салат посівний (*Lactuca sativa* L.), редьку посівну (*Raphanus sativus* L.) та перець болгарський (*Capsicum annum* L.). Дослідні зразки відбиралися у різних створах річки, які приурочені до різних гідрогеологічних умов та різного рівня техногенного навантаження. Всі аналізи виконувалися в трикратній повторності. Статистична обробка результатів досліджень проведена за загальноприйнятими методиками [3].

Постановка завдання. Актуальність та наукова новизна результатів досліджень зумовлена незадовільним станом водних екосистем Рівненщини, зокрема належністю вод даної річки до IV класу якості. При цьому при проходженні р. Устя через м. Рівне відбувається суттєве погіршення якості поверхневих вод та екосистеми річки в цілому. Якщо виявити основні передумови та причини суттєвих змін стану екосистеми водотоку на такій екстремальній ділянці басейну як урбоєкосистема м. Рівне, то можна розробити досить дієвий науково обгрунтований проект оздоровлення річки. Оскільки токсичність будь-якого природного середовища, у тому числі і водного, формується багатьма сполуками органічної та неорганічної природи і залежить від взаємодії багатьох факторів, сукупний ефект дії яких оцінити досить складно, то методи біомоніторингу та біоіндикації у цьому випадку є одними із найдієвіших і точних. Наукова новизна результатів досліджень полягає у тому, що вперше детально досліджено та проаналізовано динаміку фітотоксичності поверхневих вод р. Устя в зоні урбоєкосистеми м. Рівне; подальшого розвитку набуло вивчення проблеми оцінки якості води і стану екосистеми цього водотоку.

Об'єктом досліджень є процеси токсикації екосистеми р. Устя в межах урбоєкосистеми м. Рівне.

Предметом досліджень є показники фітотоксичності поверхневих вод р. Устя, антропогенні фактори забруднення та природні передумови акумуляції токсинів у екосистемі р. Устя на ділянці урбоєкосистеми м. Рівне.

Результати досліджень. Річка Устя – ліва притока р. Горинь (бас. Прип'яті), яка має загальну довжину 68 км і площу водозбору – 762 км². Річка розташована у південній частині Рівненщини у межах Волинської височини, протікає з півдня на північ в межах Рівненського та Здолбунівського районів.

До основних організованих джерел антропогенного забруднення басейну річки належать стоки з очисних споруд промислових і комунальних підприємств Здолбунівського і Рівненського районів (ПАТ «Волинь-цемент», ОДКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» та ін.), до неорганізованих – поверхневий стік із сільськогосподарських угідь та урбанізованих територій.

Водосховище Басів Кут розташоване на відстані 25 км від гирла (у межах урбоекосистеми м. Рівне); у складі водосховища функціонують гребля та русловий шлюз-регулятор.

У зв'язку із тим, що методики біотестування водних екосистем мають досить широкий спектр тест-об'єктів, то подаємо наукове обґрунтування обра-них нами.

Тест-об'єкти підбирали так, щоб насіння мало різну тривалість проростання з тим, щоб розмежувати вплив токсинів, котрі піддаються швидкому біохімічному окисненню та токсинів, період окиснення яких більш тривалий у часі. При цьому керувалися такими міркуваннями, що більшість неорганічних токсинів, котрі перебувають у воді мають найменший період окиснення, оскільки швидко гідролізують і не потребують для цього дії специфічних ферментів насіння, концентрація яких збільшується із часом. Органічні водорозчинні токсини мають триваліший період біохімічного окиснення. Крім того як тест-об'єкти обирали рослини із дрібним насінням, яке має незначний запас поживних речовин. Це зумовлено тим, що дрібнонасінний проросток не матиме запасу поживних речовин насінини і тому швидше почне споживати ці речовини із навколишнього середовища (зразка води). Саме за таких умов можна дослідити максимальну абсолютну різницю фітотоксичності різних зразків.

Отже, у ролі тест-об'єктів було обрано насіння: *Raphanus sativus* L. (найменша тривалість проростання), *Lactuca sativa* L. (середня тривалість проростання) та *Capsicum annum* L. (найбільша тривалість проростання). Як контроль використовували дистильовану воду, оскільки еталонного зразка річкової води не мали (попередніми дослідниками екологічного стану р. Устя встановлено, що у витоці якість води річки оцінюється мінімум II класом і тому еталоном бути не може).

На підставі набору тест-об'єктів та схеми постановки досліду, результати оцінки фітотоксичності можна інтерпретувати так: довжина кореня і пагона проростання є функцією від рівня сприятливості умов. Тому чим вищий рівень фітотоксичності, тим менша довжина проростання. При цьому слід звернути основну увагу на довжину кореня, оскільки саме цей орган визначає життєздатність паростка. Фітотоксичність поверхневих вод свідчить про рівень екзогенного та ендогенного надходження лабільних (легкорозчинних) токсинів у екосистему р. Устя. Результати проростання насіння *Capsicum annum* свідчать про загальний рівень фітотоксичності, тоді як результати проростання *Raphanus sativus* та *Lactuca sativa* – про рівень фітотоксичності,

спричинений лабільними токсинами неорганічних та легкогідролізованих органічних сполук.

Кількість та локалізація постійних контрольних створів на р. Устя визначені державними контролюючими організаціями (гідрометео-службою та екологічною інспекцією). Проте для проведення наших досліджень було обрано шість додаткових контрольних створів (рис. 1) та використано один постійний (в межах с. М.Олексин Рівненського р-ну, 1,3 км нижче скиду з очищених споруд РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал», 2 км нижче м. Рівне).

Умови створу № 1 є екологічно найбезпечнішими, оскільки це місце знаходиться в руслі р. Устя на околиці м. Рівне, за 1,2 км від автотраси Е-40. Ділянка річки рівнинна, течія – повільна, у прибережній зоні потужні зарості вищих водних рослин.

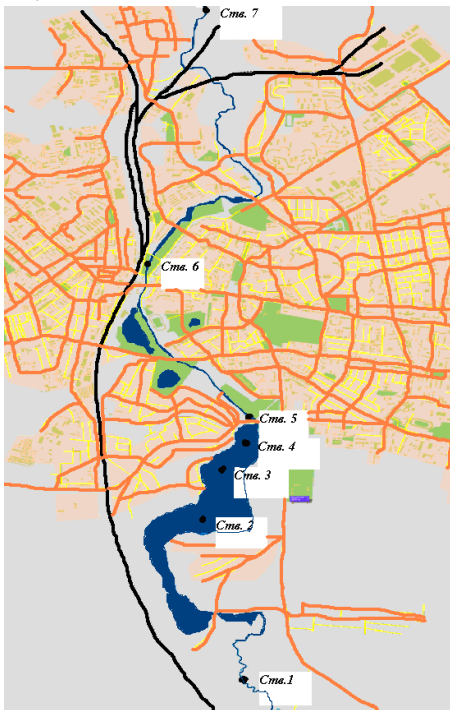


Рис. 1. Схема локалізації контрольних створів на р. Устя (за умовами досліджу)

Створ № 2 розташований у верхів'ї водосховища Басів Кут, в зоні щільної приватної забудови. Тут відбуваються масові неорганізовані скиди комунально-побутових стічних вод, оскільки відсутня централізована система каналізації. Швидкість течії – низька.

Створ № 3 розташований в межах водосховища Басів Кут (після проходження водотоку через сектор приватної забудови міста). Тут складаються

досить сприятливі умови для самоочищення води в густих заростях водної рослинності, яка виконує функції біоплато.

Створ № 4 також розташований в межах водосховища Басів Кут (у секторі міського пляжу) на відстані 0,5 км вище нижнього б'єфу водосховища, неподалік від автодоріг (на відстані 0,5 та 0,6 км).

Створ № 5 розташований у нижньому б'єфі водосховища – після водоскиду у р. Устя з водосховища Басів Кут (500 м нижче скиду). Тут швидка течія, посилена аерація води, складаються загалом сприятливі умови для окиснення токсичних органічних сполук. Проте тут є забруднення водотоку важкими металами, оскільки в цьому місці розташований міст через річку, а перша надзаплавна тераса має стрімкий ухил.

Створ № 6 розташований на виході р. Устя за межі міста (вище скиду стічних вод з очисних споруд РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал»). Тут несприятливі гідрогеологічні умови та високий рівень техногенного навантаження за рахунок скидів стічних вод, стрімкого поверхневого стоку з урбанізованих територій та осідання токсинів від викидів автотранспорту.

Створ № 7 розташований 2 км нижче м. Рівне в межах с. М.Олексин Рівненського р-ну, 1,3 км нижче скиду з очисних споруд РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал», і є фіксованим створом гідрометеослужби та екологічної інспекції. Осереднені результати аналізів фітотоксичності поверхневих вод р. Устя (2009-2010 рр.) (рис. 2) показали, що індекс фітотоксичності (Іфт) має від'ємні значення у всіх створах спостережень за тест-об'єктом *Lactuca sativa* (від -1,43 (ств.1) до -0,71 (ств. 2), за тест-об'єктом *Raphanus sativus* – додатні значення (від 0,23 у ств. 5, до 0,79 у ств. 6). Індекс фітотоксичності за *Capsicum annuum* коливається від -0,30 (ств. 4) до 0,42 (ств. 1).

Пояснимо результати досліджень. Від'ємні значення індексу фітотоксичності зумовлені тим, що для контролю використовували дистильовану воду, а згідно методики [6] потрібно брати воду у еталонному створі водотоку (ним, як правило, є витік річки, якщо там вода І-го класу якості). У дистильованій воді немає необхідних насінню елементів мінерального живлення, тому довжина кореня проростання тут менша, ніж для річкової води. Проте це не зменшує цінності отриманих результатів, оскільки метою досліджень був аналіз впливу урбоекосистеми м. Рівне на динаміку токсичності поверхневих вод. Отже, чим менші значення індексу фітотоксичності, тим менший рівень токсичності поверхневих.

Отже, на тест-об'єкті *Lactuca sativa* було встановлено, що найнижча фітотоксичність поверхневих вод р. Устя – у створі 1 (Іфт=-1,43); до створу 2 показник зростає на 50% (має максимум Іфт=-0,71), що зумовлено сукупним впливом забруднюючих речовин у складі неорганізованих скидів стічних вод від приватного сектору мікрорайону Новий Двір.

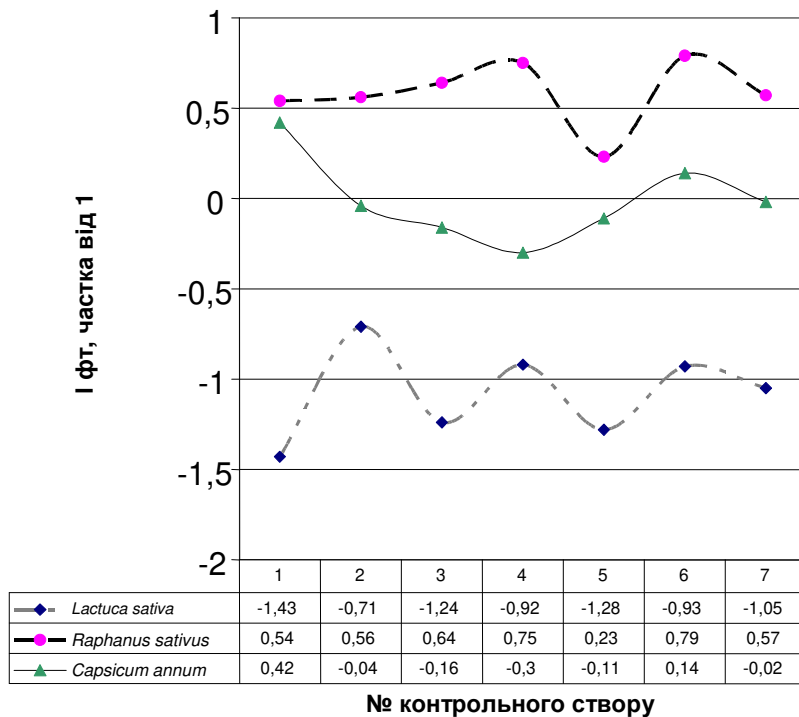


Рис. 2. Просторова динаміка фітотоксичності поверхневих вод р. Устя

Lactuca sativa:
 $Sx=3,82\%$, $HIP=0,16$ I фт;

Raphanus sativus:
 $Sx=3,99\%$, $HIP=0,10$ I фт;

Capsicum annum:
 $Sx=4,83\%$, $HIP=0,09$ I фт.

У ств. 3 фітотоксичність поверхневих вод зменшується відносно попереднього створу на 75%, що є результатом процесів самоочищення вод в межах водосховища Басів Кут на ділянці природного біоплато протяжністю близько 2,0 км та низьким рівнем техногенного навантаження (з правого боку першої надзаплавної тераси відсутня забудова, автошляхи розташовані на значній відстані).

У ств. 4 фітотоксичність поверхневих вод р. Устя зростає відносно попереднього створу на 26%, але більша відносно ств. 1 на 35%, що є наслідками рекреаційного впливу міського пляжу та викидів автотранспорту на прилягаючих автодорогах по вул. Черновола та Басівкутській.

У ств. 5 фітотоксичність знову зменшується відносно попереднього створу на 39%, але більша відносно ств. 1 на 10%. Це є наслідком процесів інтенсивної аерації та окиснення органічних токсичних сполук у місці водоскиду водосховища Басів Кут.

У ств. 6 фітотоксичність зростає на 27% відносно ств. 5 (Іфт=-1,28) і наближається до показників ств. 4, що є наслідком скидів зливових вод та потужного впливу викидів автотранспорту в межах міста, через яке протікає річка від ств. 5 до ств. 6.

У останньому ств.7 (за межами урбоекоситеми м. Рівне) фітотоксичність поверхневих вод зменшується відносно попереднього створу на 13%, але перевищує показники ств. 1 на 27%. На ділянці між ств. 6 та ств.7 розташований скид стічних вод РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал», лише після якого створюються певні умови для самоочищення забруднених вод річки.

Індекс фітотоксичності за тест-об'єктом *Raphanus sativus* в цілому показує у 3-4 рази вищий рівень фітотоксичності поверхневих вод р. Устя відносно показників *Lactuca sativa*. Оскільки швидкість проростання насіння *Raphanus sativus* є найбільшою, а запас поживних речовин у ньому – найвищим, то цей такі результати пояснюються дією легкогідролізованих неорганічних сполук, максимум надходження яких якраз і приурочений до ств. 4 та ств. 6, де Іфт має найбільші значення (0,75 та 0,79), які перевищують показники ств.1 на 39% та 46% відповідно.

Індекс фітотоксичності поверхневих вод р. Устя за тест-об'єктом *Capsicum annuum* коливався у межах від -0,30 (ств. 4) до 0,42 (ств. 1). Такі показники свідчать про те, що в районі міського пляжу (ств. 4) – мінімальна концентрація важкогідролізованих сполук, котрі містять токсини. При цьому їх концентрація зменшується плавно від ств. 1 до ств. 4 у 1,7 рази. Така ситуація може бути зумовлена тим, що у ств. 1 спостерігається вплив важких металів від скидів та викидів у атмосферу ПАТ «Волинь-цемент», а також від викидів автотранспорту з автотраси Е-40.

Загалом на рис. 2 слід виділити розбіжності динаміки Іфт різних тест-об'єктів за створами відбору зразків поверхневих вод. Усі криві мають синусоїдоподібний характер і хід кривої на ділянці ств. 5 – ств. 7 співпадає за усі-

ма тест-об'єктами, що свідчить про рівномірне співвідношення між процесами надходження-нейтралізації токсинів у поверхневих водах р. Устя. проте на ділянці ств. 1 – ств. 5 характер ходу кривих суттєво відрізняється. Тому подаємо пояснення екстремумів на цій ділянці. Так, екстремумом мінімуму за тест-об'єктом *Raphanus sativus* є ств. 5 ($I_{фт} = 0,23$), тоді як за тест-об'єктом *Lactuca sativa* – ств. 1 ($I_{фт} = -1,43$). У ств. 5 посилена аерація річкових вод після водоскиду, тому тут переважають процеси окиснення токсичних сполук переважно неорганічної природи. У ств. 1 уповільнена течія річки, значна біомаса угруповань вищої водної рослинності, тому тут переважають процеси біохімічної нейтралізації та сидементації токсичних сполук переважно органічної природи.

Висновки. 1. Результати аналізу загальної фітотоксичності поверхневих вод р. Устя за трьома тест-об'єктами показали, що в цілому при проходженні річки через урбоекоситему м. Рівне від ств. 1 до ств. 6 (в районі залізничного вокзалу) концентрація легкогідролізованих та важкогідролізованих токсичних сполук зростає від 35% (за *Lactuca sativa*) до 67% (за *Capsicum annum*).

2. Фітотоксичність поверхневих вод р. Устя, зумовлена легкогідролізованими токсичними сполуками неорганічної природи (за *Raphanus sativus*) в цілому у 3-4 рази вища відносно фітотоксичності, спричиненої легкогідролізованими токсичними сполуками органічної природи (за *Lactuca sativa*).

3. При дослідженні фітотоксичності поверхневих вод з метою розмежування впливу токсинів та елементів мінерального живлення рослин, як контроль №1 доцільно застосовувати зразки поверхневих вод еталонного створу, а як контроль № 2 – дистильовану воду. У разі відсутності еталонного зразка води, контроль № 1 можна замінити зразком нехлорованої.

1. ISO 5667 – 6:1999. Качество воды. Отбор проб. Часть 6. Руководство по отбору проб из рек и водных потоков. – 1999. 2. Гроховська Ю. Р. Вищі водні рослини і моніторинг якості поверхневих вод (на прикладі річок Устя та Замчисько) / Ю. Р. Гроховська // Вісник УДАВГ. – Рівне, 1998. – Вип. 1. 3. Доспехов Б. П. Методика полевого опыта / Б. П. Доспехов. – М. : Колос, 1973. – 322 с. 4. Единые критерии качества вод. СЕВ. – М., 1982. – 72 с. 5. Рівне: природа, господарство та екологічні проблеми / [Я. О. Мольчак, М. О. Клименко, В. О. Фесюк, І. І. Залеський]. – Рівне, 2007. – 314 с. 6. Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів: методичні рекомендації / А. І. Горова, С. А. Риженко, Т. В. Скворцова та ін.: відповід. ред. : А. М. Пономаренко, С. А. Омельчук [видання офіційне]. – К. : 2007. – 36 с. 7. Стецюк Л. М. Оцінювання стану водних екосистем за показниками біотестування : автореф. дис. канд. с.-г. наук : 03.00.16 / Л. М. Стецюк; Житомир. нац. агрокол. ун-т. – Житомир, 2010. – 20 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Вознюк С. Т. (НУВГП)