



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького
Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

doi:10.15421/nvlvet7920

ISSN 2519–2698 print
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 504.453 (043.3+628.356.1)

Дослідження якості води р. Зубра за допомогою біоіндикації та біотестів

О.М. Цвілинюк, У.М. Яринич, О.Я. Думич, Н.М. Джура, О.М. Савицька
tsvilya@gmail.com, oks_dum@ukr.net

Львівський національний університет ім. І. Франка,
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

Мала річка Зубра належить до басейну р. Дністер. Русло р. Зубра в межах міста Львова забруднюється побутовими стоками з каналізаційної мережі району. Для визначення якості води у р. Зубра застосовували біоіндикацію. Також застосовували фітотестування, а саме підбирали чутливий тест-об'єкт серед однорічних рослин, який би своїми показниками вказував на ступінь забруднення води річки Зубра. Для досліджень відбирали проби води з двох станцій: з головного русла річки Зубра, що виходить з-під землі та протікає відкритим колектором від перехрестя вулиць Хуторівка і Г. Хоткевича (місце відбору проб № 1) та у місці повороту головного русла від вулиці Хоткевича до села Зубра (місце відбору проб № 2). Річка Зубра на відрізку від вул. Хуторівка до лісопаркової зони в районі вул. Гната Хоткевича постійно забруднюється господарсько-фекальними стоками з каналізаційної мережі району. Дослідження якості води хімічними методами показали, що вміст аміаку, нітратів, хлоридів у досліджуваній точці № 2 децю вищий, ніж на виточці. Оцінка якості води за індексом видового багатства зоопланктону та ростовими показниками проростків ріпаку також свідчить, що комплексне забруднення води у річці Зубра в досліджуваній точці № 2 є вищим. Таким чином, індекс видового багатства зоопланктону може успішно використовуватися для біоіндикації, а проростки ріпаку озимого є вдалим об'єктом для фітотестування якості вод у водоймі.

Ключові слова: фітотестування, біоіндикація, планктон, якість води, індекс видового багатства, *Brassica napus*.

Исследование качества воды р.Зубра с помощью биоиндикации и биотестирования

О.Н. Цвилынюк, У.М. Ярыныч, О.Я. Думыч, Н.М. Джура, О.Н. Савицкая
tsvilya@gmail.com, oks_dum@ukr.net

Львовский национальный университет им. Ивана Франко,
ул. Грушевского, 4, г. Львов, 79005, Украина

Малая река Зубра относится к бассейну реки Днестр. Русло р. Зубра в пределах города Львов загрязняется бытовыми стоками из канализационной сети района. Для определения качества воды в р.Зубра применяли биоиндикацию. Также применяли фитотестирование, подбирали чувствительный тест-объект среди однолетних растений, который бы своим показателям указывал на степень загрязнения воды реки Зубра. Для исследований отбирали пробы воды на двух станциях: из главного русла реки Зубра, что выходит из-под земли и протекает открытым коллектором от перекрестка улиц Хуторивка и Г. Хоткевича (место отбора проб № 1) и в месте поворота главного русла от улицы Хоткевича в село Зубра (место отбора проб № 2). Река Зубра на отрезке от ул. Хуторивка к лесопарковой зоне в районе ул. Гната Хоткевича постоянно загрязняется хозяйственно-фекальными стоками из канализационной сети района. Исследование качества воды химическими методами показало, что содержание аммиака, нитратов, хлоридов в исследуемой точке № 2 несколько выше, чем на истоке. Оценка качества воды по индексу видового богатства зоопланктона и ростовыми показателями проростков рапса также свидетельствует, что комплексное загрязнение воды в реке Зубра в исследуемой точке № 2 выше. Таким образом индекс видового богатства зоопланктона может успешно использоваться для биоиндикации, а проростки рапса озимого является удачным объектом для фитотестування качества вод в водоеме.

Citation:

Tsvilynyuk, O.N., Yarynyuch, U.M., Dumych, O.Y., Dzura, N.M., Savytska, O.N. (2017). The study of water quality of Zубра River using bioindication and biotesting. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(79), 100–104.

Ключевые слова: фитотестирование, биоиндикация, планктон, качество воды, индекс видового богатства, *Brassica napus*.

The study of water quality of Zubra River using bioindication and biotesting

O.N. Tsvilynyuk, U.M. Yarynyuch, O.Y. Dumych, N.M. Dzura, O.N. Savytska
tsvilya@gmail.com, oks_dum@ukr.net

*Ivan Franko National University of Lviv,
Hrushevsky str. 4, 79005, Lviv, Ukraine*

A small Zubra River belongs to the Dnieper river basin. A riverbed of the Zubra River within the city of Lviv is contaminated with household sewage from the sewage network of the district. Bioindication was used to determine the quality of Zubra river water. Besides, phytotesting was also used, in particular we were selecting a sensitive test-object among annual plants, which would indicate by their parameters the level of the Zubra River pollution. Water samples were taken at two stations: sampling place No 1 – from the main riverbed of the Zubra River, which flows out from under the ground and flows through open collector from an intersection of Khutorivka and Ghotkevych Streets and sampling place No 2 – at the turning point of the main riverbed from Khotkevych Street to the village of Zubra. The Zubra River on the section from Khutorivka Street to the forest-park area near the Hnat Hotkevych Street is constantly polluted by the household-fecal drains from the district sewage network. A research of water quality by chemical methods showed that the content of ammonia, nitrates, chlorides in sampling place No 2 is slightly higher than at the origins of the river. An assessment of water quality using an index of species richness by zooplankton and the growth parameters of rape sprouts indicate that complex pollution of the Zubra River water is higher on sampling point No 2. Thus, the index of species richness by zooplankton can be successfully used for bioindication, and winter rape sprouts can be considered a good object for phytotesting of water quality in a reservoir.

Key words: phytotesting, bioindication, plankton, water quality, species richness index, *Brassica napus*.

Вступ

Техногенні перетворення в житті малих річок розпочалися наприкінці XIX ст. паралельно із розвитком промисловості. Сьогодні більшість прісноводних ресурсів перебувають за дії урбанізації та великомашинобудівної індустріалізації. Розвиток проблем довкілля спричинився до появи нових ідей в царині моніторингу і оцінки стану водних екосистем (Romanenko and Ghukinskyu, 2003; Slavinskyi, 2006).

Вчені традиційно проводять хімічні аналізи та безпосередньо вимірюють фізичні параметри навколишнього середовища (наприклад, температуру, солоність, вміст поживних речовин, вміст полутантів, рівень освітленості і т.д.). Перспективним є використання біоти як біоіндикаторів для оцінки кумулятивного впливу як хімічних забрудників, так і зміни середовища існування з часом (Yalynskaya et. al., 2002; Khamar and Prokopiv, 2005; Holt and Miller, 2010).

Біоіндикація вже тривалий час застосовується для моніторингу екологічного стану водойм, а фітотестування – відносно новий напрямок. Для здійснення біоіндикації використовують живі організми, що мешкають безпосередньо в середовищі, яке досліджується, наприклад зоопланктон. А для фітотестування підбирають чутливі тест-об'єкти, які своїми тест-реакціями свідчать про стан середовища (Ananyeva and Davydov, 2009; Diduh, 2012). Тест-об'єктами зазвичай є однорічні рослини, які є дешеві, відносно швидко проростають із насіння, часто мають типову відповідну реакцію на хімічний вплив (Lisovitskaya and Terehova, 2010).

Мала річка Зубра належить до басейну Дністра. Витікає на території м. Львів у мікрорайоні Старий Сихів і протікає по території Пустомитівського та Миколаївського районів Львівської області. Русло р.

Зубра в межах міста Львова від вул. Хуторівка до лісопаркової зони «Зубра» в районі вул. Гната Хоткевича забруднюється побутовими стоками з каналізаційної мережі району. В окремих випадках обсяг господарських стоків може бути більшим, ніж об'єм власного стоку річки. Оцінка рівня забруднення ріки є однією зі складових екологічного моніторингу м. Львова (Zvit pro rezultaty monitorynhu..., 2016).

Метою роботи було: визначити рівень біотоксичності води річки Зубри на території м. Львова за допомогою вищих рослин і планктонних організмів. Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- проаналізувати видовий склад зоопланктону;
- підібрати чутливий тест-об'єкт серед однорічних рослин, який би своїми показниками вказував на ступінь забруднення води річки Зубра.

Матеріал і методи досліджень

Для досліджень відбирали проби води з головного русла річки Зубра, що виходить з-під землі і протікає відкритим колектором від перехрестя вулиць Хуторівка і Г. Хоткевича (місце відбору проб № 1) та у місці повороту головного русла від вулиці Хоткевича до села Зубра (місце відбору проб № 2) (рис. 1). Річка Зубра на відрізьку від вул. Хуторівка до лісопаркової зони в районі вул. Гната Хоткевича постійно забруднюється господарськофекальними стоками з каналізаційної мережі району.

У жовтні 2016 р. воду з місць відбору № 1 і № 2 було подано на аналіз в хімбакалаторію «Львівводоканалу». Вода відбиралася при температурі повітря 5 °С для хімічного та біологічних аналізів. Температура води у місці відбору проб №1 становила 12 °С, а у місці № 2 – 14 °С.



Рис. 1 Місце відбору проб води № 2

У процесі пошуку чутливих тест-об'єктів для оцінки токсичності води пророщували насіння різних видів рослин – соняшника однорічного (*Helianthus annuus* L.), ріпаку озимого (*Brassica napus* L.), огірка звичайного (*Cucumis sativus* L.) у чашках Петрі у 5-ти повторностях на воді, що відібрана з точок № 1 і № 2 русла річки Зубри. Через 7 діб рослини обережно виймали з чашок Петрі, вимірювали довжину кореня і висоту пагона проростків. Отримані показники виражали у відсотках щодо контролю.

Камеральне опрацювання проб зоопланктону та визначення структурних показників популяцій зоопланктону проводили згідно із загальноприйнятими у гідробіології методиками (Manuilova, 1964; Kutikova, 1970; Monchenko, 1973; Abakymov, 1983; Arsan et al., 2006).

Розрахунок індексу видового багатства (індексу Маргалефа) проводили за формулою:

$$D = \frac{(S - 1)}{\ln * n}$$

S – число видів,

Довжина осьових органів 7-ми денних рослин тест-об'єктів, пророщених на воді з досліджуваних біотопів р. Зубра (у % відносно контролю)

Тест-об'єкти	Місце відбору проб № 1		Місце відбору проб № 2	
	Довжина кореня	Висота пагона	Довжина кореня	Висота пагона
<i>Helianthus annuus</i> L.	117,8 ± 3,4	123,0 ± 7,1	136,2 ± 7,1	224,5 ± 30,5
<i>Brassica napus</i> L.	118,7 ± 5,1	107,1 ± 4,6	108,5 ± 3,7	88,5 ± 2,2
<i>Cucumis sativus</i> L.	104,4 ± 7,2	99,4 ± 6,5	136,8 ± 8,7	105,5 ± 6,4

Індикація стану водойми базується на розумінні того, що водні екосистеми демонструють відповідну реакцію на зовнішні подразники антропогенного походження на всіх трофічних рівнях, кожен з яких має репаративні властивості стосовно нижчих рівнів. Тобто зміни, які відбуваються на нижчих трофічних рівнях, не впливають на їхнє функціонування, але у випадках, коли інтенсивність зовнішнього впливу перевищує «бар'єрний опір» водній екосистемі, можуть спостерігатися істотні порушення на всіх рівнях організації (Slavinskiy, 2006).

Початкові зміни, які відбуваються у водоймі внаслідок антропогенного впливу, можуть проявлятися

ln – натуральний логарифм числа особин.

Результати та їх обговорення

Фітотестування стану водойми показало, що у проростків ріпаку озимого, вирощеного на воді з досліджуваної точки № 2 відбувалося пригнічення росту пагона на 12%, а довжина кореня була практично на рівні контролю (табл. 1).

Висота пагона рослин огірка звичайного, що вирости на воді з досліджуваних точок № 1 і № 2 були на одному рівні, а корінь стимулювався водою з точки № 2 на 36%.

Довжина осьових органів рослин соняшника однорічного зростала в умовах росту проростків на воді з точок № 1 і № 2, причому на воді з точки № 2 в значній мірі, що може свідчити про насичення цих вод біогенними елементами. Це також свідчить про високу стійкість рослин соняшника до токсичних складових побутових стоків.

Таблиця 1

не відразу. При антропогенній деградації водойм виділяють 6 фаз: рівноважну, антропогенно-напружену, кризову, катастрофічну, фазу розвитку надзвичайно екологічної ситуації та екологічний колапс. Покращення екологічного стану водних систем, які перебувають на перших трьох стадіях, відбувається після припинення антропогенного впливу. Відновлення гідроекосистеми, яка перебуває у 4-й та 5-й фазах, потребує значних зусиль. Водойма, яка досягла 6-ї фази, відновленню не підлягає. Для запобігання незворотних процесів у водоймах необхідно вчасно виявити деградацію гідроекосистеми та взяти

термінових заходів щодо ліквідації причин її виникнення.

У воді досліджуваної річки Зубра на витоці було виявлено 11 таксономічних одиниць нижчих безхребетних: серед зоопланктону – коловерток *Polyarthra vulgaris*, *Brachionus calyciflorus*, безпанцирних коловерток (*Rotifera*), гіллястовусих раків *Daphnia pulex*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, веслоногого рака *Cyclops strenuus* та його копеподити і науплії (*Nauplii*), серед бентосу – представників нематод (*Nematoda*), поліхет (*Polychaeta*).

У воді, яка містить стоки каналізаційного колектора, виявили значно менше гідробіонтів: гіллястовусого рака *Daphnia pulex*, безпанцирні коловертки (*Rotifera*), науплії (*Nauplii*), нематоди (*Nematoda*), поліхети (*Polychaeta*) (табл. 2).

Розвиток зоопланктону оцінювали за чисельністю та індексом видового багатства (індекс Маргалєфа). Кількісні показники розвитку зоопланктону є невисокими, що цілком зрозуміло з огляду на рівень навантаження річки стоками, і знаходилися у межах 2075–1275 екз./м³. За чисельністю переважали коловертки та гіллястовусі раки.

Таблиця 2

Кількісні показники розвитку гідробіонтів у досліджуваних біотопах р. Зубра

Станція відбору	Види	Сапробність	Чисельність, екз./м ³	Видове багатство
	ЗООПЛАНКТОН			
Місце відбору проб № 1	Родина <i>Synchaetidae</i> <i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	β	50	1,31
	Родина <i>Brachionidae</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas	β-α	150	
	Безпанцирні коловертки (<i>Rotifera</i>)		125	
	Родина <i>Daphniidae</i> <i>Daphnia pulex</i> Leydig	α	875	
	Родина <i>Chydoridae</i> <i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	β-о	125	
	Родина <i>Bosminidae</i> <i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller)	о-β	50	
	Родина <i>Cyclopidae</i> <i>Cyclops strenuus</i> Fischer	β-α	150	
	Копеподити		125	
	Науплії (<i>Nauplii</i>)		150	
	БЕНТОС			
	Нематоди (<i>Nematoda</i>)		50	
	Поліхети (<i>Polychaeta</i>)		225	
		Σ = 2075		
	ЗООПЛАНКТОН			
Місце відбору проб № 2	Родина <i>Daphniidae</i> <i>Daphnia pulex</i> Leydig	β-α	50	0,56
	Безпанцирні Коловертки (<i>Rotifera</i>)		975	
	Науплії (<i>Nauplii</i>)		75	
	БЕНТОС			
	Нематоди (<i>Nematoda</i>)		125	
	Поліхети (<i>Polychaeta</i>)		50	
		Σ = 1275		

Сапробіологічний статус виявлених зоопланктонів р. Зубра характеризує їх як гідробіонтів, які є витривалими до органічного забруднення водойми, зокрема *Daphnia pulex* (α-мезосапроб), *Cyclops strenuus* (β-α-мезосапроб), *Brachionus calyciflorus* (β-α-мезосапроб). Стан витоку ріки Зубра згідно з результатами відібраних проб є сприятливішим для розвитку зоопланктонів, аніж ділянка ріки біля колектору каналізаційних стоків, про що свідчить кількість виявлених таксономічних одиниць гідробіонтів (табл. 2). На витоках кількісно переважала альфа-мезосапроб *Daphnia pulex*, у колекторі домінувала безпанцирна коловертка. Індекс видового багатства Маргалєфа на обох станціях склав відповідно 1,31 та 0,56, підтверджуючи таким чином вищезазначене.

Отримані результати реакції живих організмів на досліджувані проби води треба порівняти з результатами хімічного аналізу води, щоб зробити висновок

про придатність досліджуваних організмів для оцінки якості води. Серед хімічних характеристик особливо важливим є вміст біогенних елементів, які визначають трофічний статус та сапробність водойм. Наявність у водоймах токсичних речовин зумовлюватиме пригнічувальний вплив на розвиток гідробіонтів (Yalynskaaya et al., 2002; Khamar and Prokopiv, 2005).

Дані лабораторних досліджень якості води у річці Зубра наведено в таблиці 3. Вміст забруднюючих речовин в обох точках відбору не перевищує норм за ГОСТу питтєвої води.

Вміст аміаку, нітратів, хлоридів в досліджуваній точці № 2 дещо вищий, ніж на витоці, що свідчить про потрапляння у воду стоків побутової каналізації. Дослідження якості води за індексом видового багатства зоопланктону та ростовими показниками проростків ріпаку також свідчить, що комплексне забруднення води у річці Зубра в досліджуваній точці № 2 є вищим.

Вміст забруднюючих речовин у воді річки Зубра

Інградієнти	Норма за ГОСТом 287482, вода питтєва	Місце відбору проб № 1	Місце відбору проб № 2
Запах, бали	не > 2	1	1
Реакція середовища (рН)	6,0–9,0	7,55	7,6
Кольоровість в градусах	не > 20°	15°	15°
Мутність (в мг/дм ³)	не > 15 мг/дм ³	1,0	1,1
Аміак (в мг/дм ³)	не гостується	0,7	1,3
Нітрити (в мг/дм ³)	не гостується	0,01	0,01
Нітрати (в мг/дм ³)	не > 45,0 мг/дм ³	2,21	2,88
Залізо загальне (в мг/дм ³)	не > 0,3 мг/дм ³	0,50	0,55
Твердість загальна (в молях/дм ³)	не > 7,0 моль/дм ³	3,85	3,5
Лужність (в молях/дм ³)	не > 7,0 моль/дм ³	3,3	3,2
Хлориди (в мг/дм ³)	не > 350,0 мг/дм ³	12,5	17,5
Залишковий хлор (в мг/дм ³)	0,3–0,5 мг/дм ³	–	–
Характер осаду		піщаний	землистий
Окисність М ₂ О ₂ /л	не > 5,0 М ₂ О ₂ /л	6,4	6,8

Висновки

1. Тест-об'єктом для визначення сумарної якості води у р. Зубра можуть слугувати рослини ріпаку озимого (*B. parus*).

2. Біоіндикатором якості води може бути видовий склад зоопланктону ріки Зубра, який характеризує значне органічне забруднення досліджуваних ділянок водойми.

3. Забруднення р. Зубра призводять до зменшення видового багатства гідробіонтів.

У перспективі моніторинг стану ріки Зубра за допомогою методів біоіндикації та біотестування дозволить простежити динаміку рівня забруднення водних шляхів м. Львова з метою фіксації найбільш несприятливих періодів для даної водної екосистеми. Це дасть можливість вжити превентивних заходів щодо забруднення річки Зубра.

Бібліографічні посилання

- Abakymov, V.A. (1983). Rukovodstvo po metodam hidrobiologicheskoho analiza poverhnostnyh vod i donnyh otlozheniy. L.: Hidrometeoizdat (in Russian).
- Ananyeva, U.S., Davydov, A.S. (2009). Ekologicheskaya otsenka vozdeistviya osadkov stochnyh vod na pochvu po phytotestirivaniyu. Vestnik Altaiskoho gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (in Russian).
- Arsan, O.M., Davydov, O.A., Dyachenko, T.M. (2006). Metody hidroekologichnyh doslidgen poverhnevnyh vod. K.: LOHOS (in Ukrainian).
- Zvit pro rezultaty monitorynhu pryrodnoho dovkillya Lvivshchyny za I pivrichchya 2016 r. (2016). Rezhym dostupu: http://ekologia.lviv.ua/images/files/zvit/monit_piv2016.pd (in Ukrainian).
- Diduh, Ya.P. (2012). Osnovy bioindykatsii. K.: Naukova dumka (in Ukrainian).
- Kutikova, L.A. (1970). Kolovratki phauny SSSR. M.: Nauka (in Russian).
- Lisovitskaya, O.V., Terehova, V.A. (2010). Phytotestirovaniye: osnovnyye podhody, problemy

laboratornoho metoda I sovremennyye resheniya. Doklady po ekologicheskomu pochvovedeniyu (in Russian).

- Manuilova, V.Ph. (1964). Venvistousyye rachki (Cladocera) phauny SSSR L.: Nauka (in Russian).
- Monchenko, V.I. (1973). Phauna Ukrainy. Tsyklopy. K.: Naukova dumka (in Ukrainian).
- Romanenko, V.D., Ghukinsky, V.N. (2003). Aktualnyye problemy I dostigheniya ukrainskoi hidroecologii v oblasti ekologicheskoi otsenki sostoyaniya poverhnostnyh vodnyh obyektov. Hidrobiol. Ghurnal (in Russian).
- Slavinskiy, D.A. (2006). Zakonomernosti krizisnyh etapov razvitiya ecosystem na primere dinamiki strukturno-funktsionalnyh izmeneniy: avtoreph. dis. na soiskaniye uch. stepeni kand.biol. nauk: spets. 03.00.16 – «ecologya» (in Russian).
- Khamar, I.S., Prokopiv, A.I. (2005). Bioindykatsiyni metody vstanovlennya ekologichnoho stanu ta yakosti vody ozera PISOCHNE Shatskoho natsionalnoho pryrodnoho parku. Nauk.zap. Ternopilskoho nats.ped. ins-tu im. Volodymyra Gnatyuka. Ser.: Biolohiya (in Ukrainian).
- Yalynskaya, N.S., Oleksiv, I.N., Andrushchysyn, O.P., Dumych, O.Ya., Edynak, O.P., Savitskaya, O.N. Zabytivskyy, Yu.M. (2002). Hidrobiologicheskkiye indykatory toksiphikatsyyi prudov Zapadnoho regiona Ukrainy. Hidrobiol.zhurnal (in Russian).
- Holt, E.A., Miller, S.W. (2010). Bioindicators: using organisms to measure environmental impacts nature education. Available from: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310>
- Kaza, M. (2007). Toxicity assessment of water samples from rivers in Central Poland using a battery of micro-biotests – a pilot study. 16(1), 81–89.

Received 18.09.2017

Received in revised form 13.10.2017

Accepted 23.10.2017