

DOI 10.32782/NSER/2023-2-12
УДК 574.64

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ САМООЧИЩЕННЯ ВОДИ РІЧКИ ЕСМАНЬ У МЕЖАХ МІСТА ГЛУХІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ УКРАЇНИ

Коренева Інна Миколаївна

доктор педагогічних наук, професор,
декан факультету природничої і фізико-математичної освіти
Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка
ORCID ID: 0000-0002-1117-7624
Scopus author ID: 57416276500
Researcher ID: ABG-8484-2022

Водні екосистеми відіграють важливу роль у збереженні та підтриманні сприятливого для людини стану навколишнього середовища, а тому до важливих завдань української землевпорядної, економічної та юридичної науки стає напрацювання дієвих механізмів охорони земель водного фонду, збереження високої якості водних ресурсів.

Стаття висвітлює результати дослідження здатності до самоочищення річки Есмань на основі динаміки фітотоксичних властивостей води вздовж русла в межах урбоекосистеми міста Глухів. Екосистема міста чинить не аби який вплив на стан річкової води, це доводять показові досліді. Для контролю стану екосистеми річки Есмань було використано метод біотестування, сутність якого полягає у визначенні впливу речовин (як пригнічувального, так і стимулювального), у наявних досліджуваних пробах води на спеціально обрані організми у стандартних умовах із реєстрацією різноманітних морфометричних показників. У ставках міста вже почались зміни в якісному складі води, проте сама річка має великий потенціал щодо поліпшення якості води. Не дивлячись на каскад ставів, що розміщені на річці Есмань в межах міста (а саме вони спричиняють погіршення якості води, зростання її фітотоксичності), якість води річки Есмань відновлюється за містом і характеризується відсутністю фітотоксичних властивостей. Річка Есмань належить до малих річок України, проте відіграє значну роль у розвитку соціального середовища міста Глухова. Та надмірне й безвідповідальне користування біологічними ресурсами річки та її водою (відбір води на полив та інші господарсько-побутові потреби, використання води для миття автотранспорту, забруднення річки стічними стоками, вирубування прибережних насаджень та ін.) порушили її природний стан, гідрологічний режим, погіршили якість води, призвели до збіднення рослинного та тваринного світу водойми. Есмань міліє, замулюється, збільшується кількість донних відкладень в яких накопичуються важкі метали, пестициди та інші шкідливі речовини.

У статті також надано рекомендації щодо поліпшення стану водних ресурсів міста. Уважаємо, що залучення громадськості до оцінювання якості довкілля та налагодження двостороннього потоку екологічної інформації між керівним органом та громадою підвищить мотивацію з досягнення цілей сталого розвитку на локальному рівні, впливатиме на розробку стратегії сталого розвитку міста.

Ключові слова: самоочищення відкритих водойм, дослідження якості води, фітотоксичний ефект, участь громадськості в оцінювання якості довкілля.

Koreneva I. M. Study of the possibilities of self-purification of the water of the Esman river in the boundaries of Glukhiv, Sumy region, Ukraine

Water ecosystems play an important role in preserving and maintaining a favorable environment for humans, and therefore the development of effective mechanisms for the protection of water fund lands and the preservation of high-quality water resources is one of the important tasks of Ukrainian land management, economic and legal science.

The article highlights the results of the study of the self-purification ability of the Esman River based on the dynamics of phytotoxic properties of water along the channel within the urban ecosystem of the city of Glukhiv. The city's ecosystems have a significant impact on the state of river water, demonstrative experiments prove this. To control the state of the ecosystem of the Esman River, a biotesting method was used, the essence of which is to determine the effect of substances (both suppressive and stimulating) in the available investigated water samples on specially selected organisms under standard conditions with the registration of various morphometric indicators. In the ponds of the city, changes in the water quality composition have already begun, but the river itself has great potential for improving water quality. Despite the cascade of ponds located on the Esman River within the city limits (namely, they cause the deterioration of water quality, increasing its phytotoxicity), the water quality of the Esman River recovers outside the city and

is characterized by the absence of phytotoxic properties. The Esman River belongs to the small rivers of Ukraine, but it plays a significant role in the development of the social environment of the city of Hlukhiv. However, excessive and irresponsible use of the biological resources of the river and its water (withdrawal of water for irrigation and other economic and domestic needs, use of water for washing vehicles, pollution of the river with sewage, felling of riparian vegetation, etc.) disturbed its natural state, hydrological regime, worsened water quality, led to the impoverishment of the flora and fauna of the reservoir. Esman is becoming thinner, silting up, and the number of bottom sediments is increasing, in which heavy metals, pesticides and other harmful substances accumulate.

The article also provides recommendations for improving the state of the city's water resources. We believe that involving the public in assessing the quality of the environment and establishing a two-way flow of environmental information between the governing body and the community will increase motivation to achieve the goals of sustainable development at the local level, and will influence the development of the city's sustainable development strategy.

Key words: *self-purification of open water bodies, water quality research, phytotoxic effect, public participation in environmental quality assessment.*

Вступ. Охорона природи й раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід’ємна умова сталого розвитку України і світу в цілому. Природні ресурси безсумнівно виступають як базовий фактор національної економіки кожної країни, у тому числі й України. Проте зараз в нашій країні кількісна оцінка природних ресурсів (зокрема, наданих збитків внаслідок воєнних дій), у тому числі і водних, оцінка їхнього стану та використання, що є вихідними орієнтирами у формуванні національної стратегії сталого розвитку, потребують значного узагальнення та значного аналізу. Про це свідчать брак єдиної загальнодержавної методики кількісної і вартісної оцінки природних ресурсів та відсутність стратегічного планування у їхньому використанні [5].

Стратегічним і життєво важливим ресурсом в системі забезпечення сталого розвитку є водні ресурси. Адже водні ресурси – це національне багатство країни. Міжнародними документами, прийнятими Всесвітнім Водним Форумом у Гаазі 2000 року, міжнародною конференцією щодо прісної води у Бонні 2001 року та ін. документами ООН якість води визнано основним показником сталого розвитку суспільства, його безпеки й існування в цілому [4; 7]. Особливу увагу до забезпечення наявності та раціонального використання водних ресурсів міжнародною спільнотою було привернуто після прийняття ООН Цілей Сталого Розвитку (ЦСР) у вересні 2015 року [6].

У вересні 2017 року Україна представила свої адаптовані показники для досягнення 17 цілей сталого розвитку, серед яких завданням 6.3 Цілі № 6 для України є підвищення якості води та забезпечення раціонального використання водних ресурсів і санітарії для всіх [6].

Попри те, що Україна володіє великим водоресурсним потенціалом, він використовується вкрай нераціонально. Причиною цього є відсутність єдиної політики зі сталого використання природних ресурсів, застарілі технології очистки стічних

вод, низький рівень екологічної культури населення країни, пануюче уявлення про невичерпність водних ресурсів та їхню безмежну спроможність до відновлення, що дозволить у майбутньому користуватись цими ресурсами нашим нащадкам. Дослідження засвідчують, що в Україні є однією з найменш забезпечених водними ресурсами країн Європи, а проблема води є однією з найбільш гострих. Зважаючи на те, що наші річки є головними джерелами прісної води, то проблема їхньої охорони, раціонального використання водних ресурсів, попередження забруднення є дуже актуальною і потребує проведення постійного моніторингу за станом прісної води в річках. Особливої актуальності в цьому контексті набуває дослідження малих річок України (довжиною до 100 км) та їхніх притоків, що формують водний потенціал регіону, слугують джерелом для зрошення полів, водопою тварин, використовуються для технічних потреб, а також є унікальними рекреаційними зонами в межах населених пунктів. Більшість з них не входить до мережі державного екологічного моніторингу, проте зменшення стоку та збільшення забруднення цих річок у великій мірі впливає на стан великих рік України.

Дослідження малих річок, зокрема, річок центрального Побужжя, Запорізької області, Одещини, є досить актуальним, йому присвячені наукові праці таких дослідників як Берчак В.С., Гончаренко В.Г., Гончаренко Г.Є., Корнійчук Н.М., Макаревич Т.А., Смирнова В.Г., Совгіра С.В., Тімець О.В., Трифонов В.О., Чернищенко Л.Ю., Яцик А.В. та ін.

Кількість, при якому хімічні речовини стають дійсно небезпечними для навколишнього середовища, залежить не тільки від ступеня забруднення ними гідросфери або атмосфери, а також від хімічних особливостей цих інгредієнтів і від деталей їх біохімічного циклу. Для порівняння ступеня токсикологічного впливу хімічних інгредієнтів на різні організми користуються поняттям молярної токсичності, на якій засновано ряд токсичності,

відображає збільшення молярного кількості металу, необхідного для прояву ефекту токсичності при мінімальній молярній величиною, що відноситься до металу з найбільшою токсичністю.

Безперечно, що відкриті водойми мають певний запас стійкості і здатні до самоочищення. Саме за наявності в них угруповання організмів (у тому числі належного видового складу бактерій, одноклітинних, ракоподібних тощо) водойма здатна відновлювати свій стан, забезпечувати розпад речовин, забезпечувати споживання мінеральних сполук, синтезувати кисень та поглинати вуглекислий газ). Здатність до самоочищення водойм залежить від обсягів забруднювальних речовин та кількості детриту, що накопичений у водоймі.

Серед факторів самоочищення водойм науковці виділяють: гідравлічні, що пов'язані із зменшенням концентрації шкідливих речовин внаслідок розведення в воді; механічними способами очищення води є її відстоювання та осадження; хімічними – мінералізація, зокрема розщеплення складних сполук на більш прості; біологічні методи очищення є найдієвішими та забезпечують поглинання органічних забруднювачів, виділення у водне середовище антибіотичних сполук тощо. Найінтенсивніше очищення природних водойм здійснюється у разі високого вмісту кисню у воді, відтак стоячі водойми мають гірший потенціал природнього очищення.

Сучасні міста вносять здійснюють значний вплив на стан річок України, особливо це стосується малих річок [8]. Не винятком є вплив урбоекосемі міста Глухів на річку Есмань, на берегах якої він розташовується.

Історичні аспекти існування річки Есмань знаходимо в роботах місцевих істориків-краєзнавців Глухівщини. Зокрема, цікавою для нашого дослідження є історична інформація про антропогенний вплив на режим річки Есмань, створення на ній дамб та штучних водойм, що суттєво вплинуло на загальний стан досліджуваної водойми. Зокрема, істориком В. Белашовим встановлено, що у 1893 році ширина річки Есмань у межах Глухова сягала 140 м, і вона була судноплавною. Саме в той час Есмань в двох місцях її перегородили міцними греблями: перед хутором Білополівкою, де утворився став Скоропадського і напроти приліска Нова Гребля, де виник став Павлівка (у цей час вже існувала Чернеча Гребля, яка належала Успенському монастирю). Каскад з трьох ставків став важливим чинником містобудови Глухова XIX століття. Крім того, усередину багатьох кварталів передмість заходили озерця, затоки (р. Малотеча (Водотеча), р. Берізка) [1].

Проаналізуємо фізико-географічні та історичні аспекти розташування малої річки Есмань. Місто Глухів та Глухівський район лежить у зоні низовинного Полісся України, на лоні його чудового

строкатого ландшафту, що формувався впродовж тисячоліть у басейнах великих річок Десни і Сейму, навколо яких багато лісів, боліт, а в них риби, дичини, тощо. Більшість поселень Глухівського району на сході та півночі «прив'язані» до правого берега найбільшої нашої місцевої річки Клевень. Через весь Глухівський район з північного сходу на південний захід протікає її притока – невеличка річка Есмань. Верхів'я річки – болото біля села Лужки. Її русло завдовжки 69 км, майже вся річка протікає територією Глухівського району і біля села Ротівки, на Путивльщині, впадає в найбільшу річку нашого краю – Клевень. Проте за останні десятиліття спостерігаються негативні зміни в стані річки Есмань, що є головною водною артерією міста Глухова та Глухівського району. Поблизу річки хижачки винищили лісові насадження, через що порушився гідрологічний режим річки. Декілька десятиліть тому меліоратори осушили її верхів'я – болота в районі с. Лужки. Осушити верхів'я – згубити річку. Тепер місце витoku річки заросло бур'янами, рівень річки різко понизився, а її ширина в межах міста Глухова рідко перевищує 5-7 метрів. Попри все це Сумська область України вважається добре забезпеченою водними ресурсами. За даними відділу водних ресурсів обласного управління екоресурсів у Сумській області річки належать до басейну Дніпра і їх можна віднести до категорії чистих.

Отже, сучасний стан малих річок Сумщини, зокрема, річки Есмань, не став об'єктом детальної уваги науковців, саме тому наше дослідження присвячено збору та аналізу первинних даних щодо стану досліджуваної річки в межах урбоекосемі міста Глухова, зокрема рівню фітотоксичності води на різних ділянках річки в межах міста.

Матеріали та методи. Для контролю стану екосистеми річки Есмань було використано метод біотестування, сутність якого полягає у визначенні впливу речовин (як пригнічувального, так і стимулювального) у наявних досліджуваних пробах води на спеціально обрані тест-організми у стандартних умовах із реєстрацією різноманітних морфометричних показників. Цей метод широко використовується для контролю якості природних і токсичності стічних вод, під час проведення екологічної експертизи нових технологій очищення стоків, для обґрунтування нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих компонентів та ін. Крім того, цей метод є одним із найдоступніших та наочних методів, що дозволяє дати якісну оцінку досліджуваним зразкам води.

У якості біоіндикаторів нами було використано рослини – найбільш зручні індикатори забруднення навколишнього середовища, оскільки вони є початковими ланками трофічних ланцюгів і відіграють головну роль у поглинанні різного роду забруднювачів. Унаслідок цього, за допомогою

рослин можна достатньо точно оцінити екологічну ситуацію на досліджуваній території.

Для визначення наявності чи відсутності фітотоксичних властивостей у досліджуваних зразках води було використано методику оцінки токсичності водних джерел за допомогою ростового тесту на плаваючих дисках [2]. У якості біосистем, фізіологічні функції яких тісно корелюють зі ступенем фітотоксичності води річки Есмань було обрано рослини озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.). Спостереження за реакцією цих тест-організмів дало нам інформацію про якість води та дозволило порівняти встановлений рівень якості на різних ділянках річки в межах міста.

У процесі проведення дослідження фітотоксичності проб води за цим методом ростового тесту в лабораторні склянки було налито досліджувані проби води в об'ємі 250 мл. Насіння озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) (по 20-25 насінин) пророщували на спеціальних плаваючих кільцях з пінопласту, обтягнутих марлею. Протягом двох тижнів здійснювали фіксацію таких параметрів як час появи сходів і їх кількість (кожну добу); довжину надземної частини проростків та їх приріст (кожну добу); загальну кількість пророслих насінин (на кінець експерименту); морфологічні особливості рослин (раннє пожовтіння, особливості розвитку кореневої системи та ін. Дослідження проводили у трьох повтореннях. Контрольним субстратом для вирощування була кип'ячена вода з артезіанських свердловин міського водогону (рис. 1).

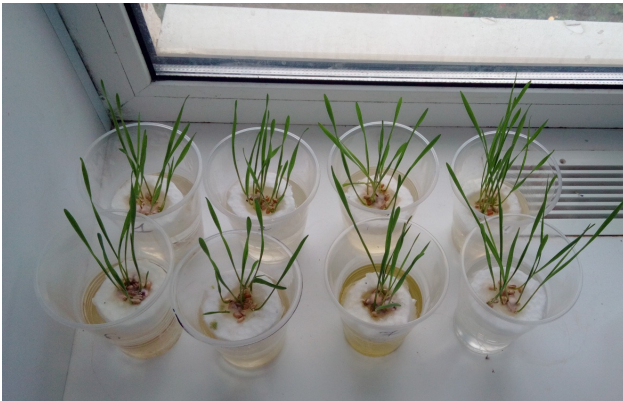


Рис. 1. Приклад вирощування на плаваючий дисках: чотирнадцятий день досліду

Після завершення дослідження були здійснені виміри довжини кореневої та стеблової частини рослин, визначено суху масу десяти найбільш типових паростків кожної досліджуваної групи.

Математична обробка була здійснена за визначеною методикою [2], що передбачала обчислення середнього арифметичного показників довжини коренів та надземної частини, його помилки, визначення значення дисперсії та досто-

вірності різниці середніх арифметичних значень (за критерієм Стьюдента-Фішера). Фітотоксичний ефект було визначено за такими параметрами як довжина стеблової та кореневої частин рослин, суха маса рослин, а також було встановлено середнє його значення з отриманих показників.

Після отримання результатів фітотоксичності води різних ділянок річки Есмань в межах міста Глухів було здійснено порівняння результатів дослідження для встановлення відмінностей фітотоксичності води.

Результати. У процесі дослідження фітотоксичності річкової води було відібрано сім проб води по ходу русла річки Есмань на різній відстані в межах міста Глухова:

- проба № 1 була взята біля дачного кооперативу «Родничок» – перед проходження річки містом,
- проба № 2 взята після ставу «Озеро Родіонівське» – невеликої штучної водойми в приватному секторі міста поблизу ферми;
- проба № 3 взята після ставу «Озеро Скопадське», яке розміщено практично в центральній частині міста і є чудовою рекреаційною зоною для місцевого населення в літній період, розміщено в безпосередній близькості до автошляху державного значення;
- проба № 4 – біля мосту «Кришталевий місток» – місця впадіння притоки Есмані – річки Чернеча, що є багатою на підземні джерела;
- проба № 5 – взята біля Веригинського мосту – місця, що відчуває значний вплив автотранспорту, що перетинає міст,
- проба № 6 взята після ставу «Оз. Павлівське», що є найбільшою водоймою міста з великою рекреаційною зоною, розташованою в межах приватного сектора міста,
- проба № 7 взята на «Гусячому пляжі», що власне розміщений поза межами міста, проте після впадіння в Есмань води з очисних споруд міста (рис. 2).

Температура повітря +18С°. Всі проби відібрані в один час та в один день.

Результати проведеного дослідження засвідчили, що в пробах води № 1, № 4, № 7 фітотоксичний ефект практично відсутній і якість досліджуваної води не відрізняється за показниками від контрольного зразка. В пробах води № 2, № 3, № 5, № 6 фітотоксичний ефект спостерігається, якість води суттєво різниться від контрольного зразка (див. табл. 1., рис. 3.). Підвищення рівня фітотоксичного ефекту води спостерігається в місцях взяття проб після штучних водойм міста – ставів Родіонівське, Скоропадське, Павлівське.

Річка – це джерело питної води, акумулятор вологи, середовище існування риби, водоплавних птахів, деяких хутряних звірів. Це – джерело здоров'я і естетичної насолоди. На жаль,

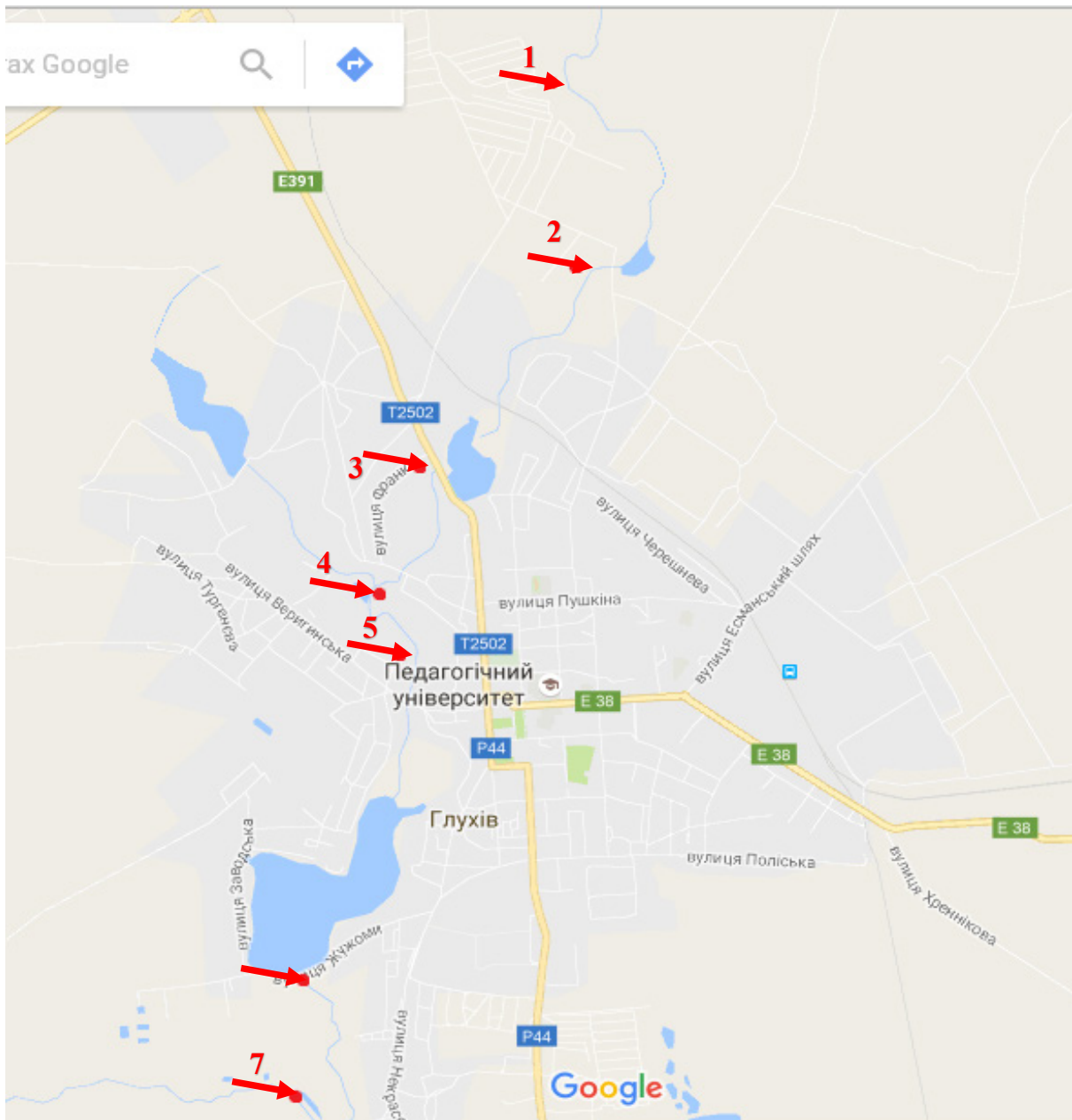


Рис. 2. Карта міста Глухів та місця взяття проб

по-різному ставляться глухівчани до Есмані, чого лише не зустрінеш в її колись кришталевих водах: колеса, пляшки, залізничка, сміття, цеглу, ганчір'я.

Аналізуючи отримані результати, можемо зробити висновок, що вода в річці Есмань має значні фітотоксичні властивості, які властиві місцевим ставам. Отже, місто Глухів здійснює неабиякий вплив на зміну якості води у бік погіршення річки Есмань: стоки від приватних садиб, механічне забруднення води, сільськогосподарська обробка земель, що належать до природоохоронної зони водойми, вплив автотранспорту та ін. Явне підвищення рівня токсичності спостерігається в місцях взяття проб після ставів «Озеро Родионівське» (проба № 2), «Озеро

Скоропадське» (проба № 3), «Озеро Павлівське» (проба № 6). Дослідження засвідчило, що річка Есмань має велику потужність до самоочищення на тих ділянках, які знаходяться поза межами місцевих штучних водойм, а самі місцеві стави є суттєвими накопичувачами токсинів, що осідають в намулі та спричинюють погіршення якості води і підвищення її фітотоксичності. Тому доцільно продовжувати спостереження за сезонними змінами токсичних властивостей води, для попередження можливої екологічної катастрофи, визначати якісний склад забруднювачів водойм. Такі дослідження можуть дати інформацію для розробки заходів зі сталого управління водними ресурсами міста.

Таблиця 1

Значення фітотоксичного ефекту для різних параметрів дослідження

Параметр	Значення % для проб							
	Контроль	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
ФЕ (за висотою рослин)	0	15,0	2,82	57	22,5	28,2	39,0	2,82
ФЕ (за довжиною коренів)	0	0	33,6	77,9	0,56	3,38	48,0	2,82
ФЕ (за сухою масою)	0	15,0	7,0	28,9	34,0	13,0	15,0	21,0
ФЕ _{ср}	0	10,0	15,0	54,6	18,8	14,7	34	8,8

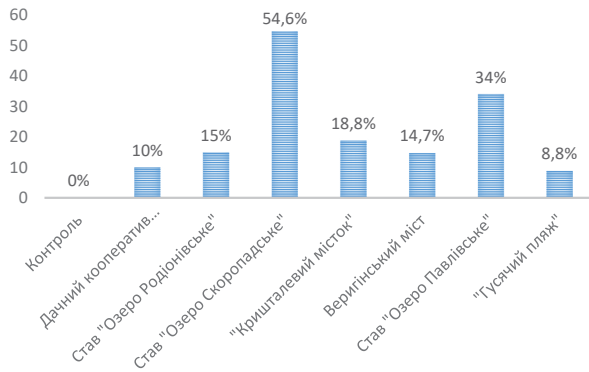


Рис. 3. Середнє значення фітотоксичного ефекту досліджуваних проб води, у %

Річка Есмань належить до малих річок України, проте відіграє значну роль у розвитку соціального середовища міста Глухова. Та надмірне й безвідповідальне користування біологічними ресурсами річки та її водою (відбір води на полив та інші господарсько-побутові потреби, використання води для миття автотранспорту, забруднення річки стічними стоками, вирубування прибережних насаджень та ін.) порушили її природний стан, гідрологічний режим, погіршили якість води, призвели до збіднення рослинного та тваринного світу водойми. Есмань міліє, замулюється, збільшується кількість донних відкладень в яких накопичуються важкі метали, пестициди та інші шкідливі речовини.

Для сталого розвитку міста та відродження і збереження чудової рекреаційної зони – річки Есмань та створених на ній ставів студентами факультету природничої і фізико-математичної освіти було запропоновано органам місцевого самоврядування для захисту річки Есмань спрямувати у таких напрямках:

- здійснення суворого контролю та дотриманням природоохоронного законодавства щодо будівництва та сільськогосподарського використання прибережних ділянок;

- проведення санітарного моніторингу стану річки та визначення факторів погіршення екологічного стану водойми;

- за результатами досліджень здійснення на науковій основі розробки заходів з видалення/зменшення впливу джерел погіршення екологічного стану річки,

- впровадження та використання принципу «забруднювач – платить»;

- відтворення рибних запасів на основі наукового обґрунтування заходів;

- запобігання антропогенній, водній та вітрової ерозії у долині річки шляхом насадження деревної рослинності (дерев та чагарників) уздовж берегів долини;

- пошук та збереження джерел живлення водойм, їхня охорона.

Таким чином, залучення до оцінювання якості довкілля громадськості, зокрема, студентства в межах організації індивідуальних дослідницьких завдань дозволило:

- по-перше, розпочати формування доказової бази прийняття рішень місцевою владою на основі моніторингових досліджень якості води у малій річці Есмань, що має важливе значення для міста;

- по-друге, налагодити партнерство та обернені зв'язки між владою та громадою міста й розробити рекомендації, що дозволять покращити стан водойм нашого міста,

- по-третє, інформування населення щодо результатів проведеного дослідження якості поверхневих вод міста, сприятиме розвитку екологічної складової сталості міської екосистеми, а залучення до цих заходів широкого кола громадськості дасть можливість покращити соціальну сталість міста шляхом залучення громадян до вирішення важливих соціально-екологічних питань громади, формування у них відповідальності за стан довкілля перед майбутніми поколіннями, та навичок сталого природо-користування;

- по-четверте, організація, проведення таких досліджень студентами, висвітлення ними результатів власних досліджень у засобах масової інформації спрямо розвитку дослідницької та комунікативної компетентності майбутніх учителів біології.

Література:

1. Белашов В. І. Глухів – столиця гетьманської і Лівобережної України. Глухів. 1996. 145 с.
2. Водні ресурси на рубежі ХХІ ст.: проблеми раціонального використання, охорони та відтворення / За ред. акад. УЕАН, д.е.н., професора М.А. Хвесика. К.: РВПС України НАН України, 2005. 460 с.
3. Горова А.І, Павличенко А.В., Борисовська О.О., Грунтова В. Ю., Деменко О.В. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Дніпропетровськ: НГУ. 2004. С. 7-15.
4. Кольченко Н.С. Дослідження токсичних властивостей річки Есмань. *Всеукраїнський збірник наукових праць студентів, Альманах QN*. Суми, 2017. Випуск 7. С. 21-24.
5. Кушнір Л. Л. Природні ресурси України як фактор сталого розвитку національної економіки. *Економічний простір : Збірник наукових праць*. № 72. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2013. С. 273–288.
6. Цілі сталого розвитку 2016-2030. URL: <http://www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku-tysiacholittia/tsili-staloho-rozvytku> (дата звернення: 19.11.2017 р.).
7. Хвесик М.А. Водні ресурси на рубежі ХХІ ст.: проблеми раціонального використання, охорони та відтворення. Київ, 2005. 460 с.
8. Цьось, О., Музиченко, О., Боярин, М., Бедункова, О. Вплив урбосистеми міста Ковеля на якість води річки Турія. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2021, № 4. С. 62–67. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-4-9>

References:

1. Bielashov, V. I. (1996). Hlukhiv – stolytsia hetmanskoï i Livoberezhnoi Ukrainy [Glukhiv is the capital of Hetman and Left Bank Ukraine]. [in Ukrainian]
2. Vodni resursy na rubezhi KhKhI st.: problemy ratsionalnoho vykorystannia, okhorony ta vidtvorennia [Water resources at the turn of the 21st century: problems of rational use, protection and reproduction]. (2005). RVPS Ukraine NAN Ukraine. [in Ukrainian]
3. Horova A.I, Pavlychenko A.V., Borysovska O.O., Hrunтова V. Yu., Demenko O.V. (2004). Bioindykatsiia. Metodychni rekomendatsii do vykonannia laboratornykh robit. [Bioindication. Methodical recommendations for performing laboratory work] NHU. [in Ukrainian]
4. Kolchenko N.S. (2017). Doslidzhennia toksychnykh vlastyvostei richky Esman. Vseukrainskyi zbirnyk naukovykh prats studentiv, Almanakh QN. [Study of the toxic properties of the Esman River. All-Ukrainian collection of scientific works of students, Almanac QN]. 21–24. [in Ukrainian]
5. Kushnir, L. L. (2013). Pryrodni resursy Ukrainy yak faktor staloho rozvytku natsionalnoi ekonomiky. Ekonomichnyi prostir : Zbirnyk naukovykh prats. [Natural resources of Ukraine as a factor of sustainable development of the national economy. Economic space: Collection of scientific works], (72), 273–288. [in Ukrainian]
6. Goals of sustainable development 2016-2030. URL: <http://www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku-tysiacholittia/tsili-staloho-rozvytku>. [in Ukrainian]
7. Khvesyk, M. (2005). Vodni resursy na rubezhi KhKhI st.: problemy ratsionalnoho vykorystannia, okhorony ta vidtvorennia [Water resources at the turn of the 21st century: problems of rational use, protection and reproduction]. Kyiv. [in Ukrainian]
8. Tsos, O., Muzychenko, O., Boiaryn, M., Biedunkova, O. (2021). Vplyv urbosystemy mista Kovelii na yakist vody richky Turiia. Problemy khimii ta staloho rozvytku [The influence of the urban system of the city of Kovel on the water quality of the Turiya River. Problems of chemistry and sustainable development], (4), 62–67. <https://doi.org/10.32782/pcsd-2021-4-9>. [in Ukrainian]