

УДК:504.455.064.3

Горова А.І., Кулина С.Л (Україна, Дніпропетровськ)

БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМ В ЗОНІ ВПЛИВУ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОЇ ГРУПИ ШАХТ

Червоноградський гірничопромисловий район один із найбільших вугільних басейнів на Західній Україні з видобутку кам'яного вугілля. Більше 50 років на відносно невеликій площі у 180км² проводиться видобуток кам'яного вугілля. На сьогодні більшість шахт відпрацювала основну частину запасів і увійшла в стадію затухання.

Територія гірничовидобувного регіону знаходиться в межах басейну річки Вісла. Гідромережа регіону створена річкою Західний Буг та її лівими найбільшими притоками Ратою та Солокією, які знаходяться в зоні впливу гірничих підприємств, Центральної збагачувальної фабрики, водонакопичувачів, мулонакопичувачів, хвостосховищ це все є потенційним джерелом забруднення поверхневих водойм регіону.

Ріка Зх. Буг бере свій початок на Волинсько-Подільській височині. Від с. Устилуг ріка тече по кордону між Україною і Республікою Польща. В Польщі вода із Зх. Бугу використовується для господарсько-питних потреб. Середня швидкість течії 0,45-0,65 м/с. Під час повеней вода з ріки затоплює долини, що зумовлює змиття бруду з поверхні, фільтраційних вод з під породних териконів і шламонакопичувачів.

Ріка Рата – ліва притока Зх. Бугу, витікає з території Польщі поблизу м.Рава-Руська впадає у Зх. Буг між с. Межиріччя і м. Червоноградом. Загальна протяжність річки 67 км. Середня швидкість течії 0,26-0,71м/с. Ріка протікає через шахтні поля шахт «Відродження», «Межирічанська», «Великомостівська».

Ріка Солокія – ліва притока р. Зх. Буг, бере свій початок на території Польщі. Від м.Угніва до її впадання у м. Червонограді ріка тече у східному напрямку. Загальна довжина ріки 50км, швидкість течії 0,4-0,6 м/с. Ріка протікає в межах шахт «Степова», «Червоноградська» та по границях шахтних полів закритої шахти №1 «Червоноградська» та «Великомостівська».

Ситуація, яка склалася зі станом поверхневих водойм в регіоні викликає занепокоєння, оскільки згідно досліджень Санітарно-епідеміологічної служби міста вже протягом багатьох років в усіх пробах води, які відбираються, зокрема, з річок Рата та Зх. Буг спостерігається перевищення ГДК.

Тому, поверхневі водойми регіону потребують систематичного контролю не лише тому, що вони розташовані в зоні впливу гірничих підприємств, але і тому, що Зх. Буг – річка транскордонна, адже вона протікає не лише по території України але й Білорусії та Польщі. Це єдина річка України, яка впадає в Балтійське море, а третина населення польської столиці використовує цю воду для господарсько-питного споживання. Україна, згідно програми прикордонного співробітництва «Польща – Білорусь – Україна», зобов'язана контролювати за станом Західного Бугу та його притоками.

Контроль за станом довкілля у кожному з регіонів України і зокрема у Червоноградському гірничопромисловому районі проводиться, як правило, лише за допомогою фізико-хімічних аналізів, які визначають вміст окремих забруднювачів, що не завжди дає можливість якісно оцінити загальний вплив цих забруднювачів на живі організми, враховуючи людину [2].

Для моніторингу якості природних водойм та оцінки токсичності забруднюючих речовин у водоймах, окрім даних гідрохімічного аналізу для більш якісної оцінки, необхідні й біологічні показники. Останнім часом все більшого значення набувають методи прямої оцінки токсичності водного середовища за допомогою біоіндикаторів[1]. Особливості розвитку та фізіологія біоіндикаторів дозволяють виявити природні та антропогенні процеси й умови зміни середовища їх проживання. Біологічні індикатори підсумовують усі біологічні дані про навколишнє середовище і відображають його стан в цілому, оскільки дія токсичних речовин є поштовхом до різноманітних змін усередині екосистеми, компоненти якої тісно пов'язані один з одним. Крім того, біоіндикатори дають змогу оцінювати кумулятивні та віддалені ефекти дії токсикантів. В якості тест-об'єктів використовують тварини і рослини, але останні є більш дешевим біологічним ресурсом, менш вибагливими до середовища існування і живлення оскільки, наприклад, насіння вже в собі містить

достатню кількість поживних речовин. В дослідженнях досить широко використовують *Allium* сера L., *Arabidopsis thaliana* L., *Hordeum vulgare* L., *Vicia faba* L. та інші [1].

В багатьох випадках біомоніторинг технічно провести набагато простіше та дешевше, він не потребує спеціального забезпечення приладами, досить чутливий у порівнянні з хімічними аналізами і взагалі, використання біомоніторингу спрощує процес досліджень. Але, необхідно звернути увагу на те, що біоіндикаційні методи досліджень не замінюють хімічні та фізичні методи вимірювання параметрів довкілля, а лише повинні інтегрально доповнювати їх.

Метою дослідження було проведення оцінки токсичності стану поверхневих водоем в Червоноградському гірничопромисловому районі за допомогою ростового тесту з використанням тест-об'єкту *Allium* сера L.

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктами досліджень були найбільші притоки річки Зх. Буг які є потенційними його забруднювачами – Солокія та Рата, оскільки вони знаходяться в зоні впливу Червоноградської групи шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну.

В основному точки відбору проб води обиралися з врахуванням створів гідрометричних вимірювань і прив'язувалися до тих, на яких вже раніше проводилися гідрологічні і гідрохімічні вимірювання, а також були обрані додаткові.

Характеристика точок відбору проб води з річок приведені в таблиці 1.

Спостереження за станом поверхневих водоем проводилися двічі на рік весною та восени протягом 2007-2008 рр. Проби води відбиралися протягом одного дня, що дозволило провести порівняння результатів у різних точках спостереження. У якості контролю нами було обрано точки відбору проб води, які розташовані вище за течією і знаходяться поза зоною впливу гірничих підприємств.

Для проведення біотестування поверхневих водоем, які знаходяться в зоні впливу гірничих підприємств, нами був обраний ростовий тест з використанням тест-об'єкту *Allium* сера L. Цей тест оцінює лише водорозчинні компоненти досліджуваного зразку води. Він є простим у проведенні і чутливим щодо визначення загальної токсичності води. Показником токсичності виступає пригнічення росту коренів *Allium* сера L., оскільки встановлено, що ріст корінців пригнічується при більш низьких концентраціях токсиканту, ніж проростання рослин.

Таблиця 1

Характеристика точок відбору проб води у річках Рата, Солокія

№	Назва річки	Характеристика точки відбору проб води
1	2	3
1	р. Рата	11 – с. Заболоття, характеризує стан ріки на вході в Червоноградський гірничопромисловий регіон – контроль;
		21 - с. Сілець (в зоні впливу шахт «Зарічна» та «Візейська »)
		31 – с. Сілець (в зоні впливу ЦЗФ)
		41- хвостосховище ЦЗФ
2	р.Солокія	12 – розташована на відстані 1,5 км до шахти «Степова» - контроль;
		22 – розташована в зоні промплощадки шахти Степова на відстані 500м
		32 – розташована на відстані 2 км на Пд. від шахти «Червоноградська»
		42 – розташована у місці впадання річки у Зх. Буг

Для аналізу використовувалися 12 цибулин звичайної цибулі *Allium* сера L. розміром в діаметрі 1,5 см. Для підготовки цибулин до експерименту неочищені цибулини були зібрані у банку з чистою водою. Далі кожен цибулину гострим ножом очистили від зовнішньої луски. Для кожного досліджуваного варіанту були підготовлені по 12 пробірок на штативі з водою яка досліджується і на кожен з пробірок розташували по одній цибулині таким чином, щоб дещо торкалося рідини в пробірці. Кожну добу воду в пробірках міняли на нову. Після двох діб експерименту з кожного варіанту були відкинуті по 2 цибулини з особливо короткими корінцями. Тривалість експерименту 96 годин. Після закінчення досліду визначили довжину всіх 10 пучків коренів для кожного варіанту та обчислили середній показник довжини коренів 10 цибулин при цьому відкинувши довжину особливо коротких або довгих корінців, а також середнє значення кількості корінців на цибулинці. В подальшому за результати досліджень обчислили помилку середнього арифметичного та визначили коефіцієнт Стюдента.

Фітотоксичний ефект визначається у відсотках щодо маси рослин, довжини кореневої або стеблової системи, кількості ушкоджених рослин або кількості сходів. Виходячи з кількості рослинної маси, що утворилася, фітотоксичний ефект розраховується за формулою:

$$\Phi E = \frac{M_o - M_x}{M_o} \cdot 100, \% \quad (1)$$

де M_o — маса або ростові показники рослин у пробірках з контрольною водою;

M_x — маса або ростові показники рослин у пробірках з досліджуваною водою.

Для визначення токсичності поверхневих водойм за ростовим тестом біоіндикатора *Allium* *sepa* L. пропонується наступна шкала рівнів токсичності (табл. 2).

Таблиця 2

Шкала оцінки рівнів токсичності води

Рівні пригнічення ростових процесів (фітотоксичний ефект),%	Рівень токсичності
0-20	Відсутня або слабка токсичність
20,1 – 40	Середня
40,1 – 60	Вище за середній
60,1 – 80	Висока
80,1 - 100	Максимальна

Результати досліджень. Результати досліджень стану зміни морфологічних показників фітоіндикатора- *Allium* *sepa* L. за період з 2007-2008 рр. наведені в табл.3.

Дані досліджень та їх обчислення вказують на достовірну інгібуючу дію токсичних речовин у всіх відібраних пробах води на ростові процеси коренів фітоіндикатора відносно контролю. Встановлено, що ростові процеси коренів *Allium* *sepa* L. пригнічені в усіх точках спостереження для річок Рата та Солокія, це дозволяє стверджувати, що досліджувані проби води поверхневих водойм, які знаходяться в зоні впливу гірничих підприємств мають токсичні властивості.

Таблиця 3

Зміни морфологічних показників фітоіндикатора- *Allium* *sepa* L. за період з 2007-2008 рр.

№	Назва річки	№ точок відбору проби води з водойм	Довжина кореневої системи, см (середнє за 2 роки)	коефіцієнт Стьюдента (середнє за 2 роки)
1	2	3	4	5
1	р.Солокія	11 - контроль	3,96 ± 0,07	-
		21	3,09 ± 0,1	10,74
		31	2,89 ± 0,12	9,92
		41	2,75 ± 0,11	9,71
середнє по річці Солокія			2,91 ± 0,11	10,12
2	р.Рата	12 - контроль	3,93 ± 0,07	-
		22	2,77 ± 0,1	9,93
		32	2,63 ± 0,1	10,74
		42	2,58 ± 0,11	10,46
середнє по річці Рата			2,66 ± 0,1	10,4

Найбільші пригнічення ростових процесів у пробах води з р.Рата спостерігалися в точках 31 та 41, які розташовані в зоні дії ЦЗФ та її хвостосховища, і відповідно склали 33% та 34% відносно контролю. Щодо точки 21, яка розташована в зоні дії шахт «Візейська» та «Зарічна» цей показник дещо кращий, оскільки пригнічення у коренів *Allium* *sepa* L. спостерігалися лише на 30%.

Проби води відібрані з р.Солокії за токсичними властивостям у порівнянні з р. Ратою мали кращі показники. Пригнічення ростових процесів фітоіндикатора в пробах води 22 та 32 становили 22% та 27% відповідно. Найбільші процеси пригнічення коренів *Allium* *sepa* L. спостерігаються у пробі 42, яка відбиралася в місці впадання цієї річки в Зх. Буг і відповідно склали 30%. Це пояснюється тим, що від точок спостереження 32 до 42 річка протікає в межах м.Червоноград

(приватний сектор з відсутнім централізованим водовідведенням), де і відбувається подальше її забруднення вже побутовими стоками.

Щодо середніх значень відібраних проб по річках, в цілому, то найбільші рівні пригнічення на ростові процеси фітоіндикатора спостерігалися на пробах води з річки Рата – 32,3%, а дещо менші для р.Солокії – 26,5%.

Необхідно також зауважити, що токсичні властивості у пробах води викликали не лише пригнічення ростових процесів у коренів *Allium* сера L., але і вплинули на кількість корінців на цибулинах у порівнянні з контролем. Середні значення кількості корінців на цибулинах по точках спостереження приведені в табл.4.

Таблиця 4

Середні значення кількості корінців на біоіндикаторі *Allium* сера L.

№	№ точок відбору проби води з водойм	Кількість корінців на біоіндикаторі <i>Allium</i> сера L.(середнє для 10 дослідних цибулин)
1	контроль р.Солокія	21
	середнє по р. Солокії	15
2	контроль р.Рата	18
	середнє по р. Рата	13

Результати встановленої токсичності поверхневих водойм в зоні гірничих підприємств Червоноградського гірничопромислового регіону наведені в табл.5.

Таблиця 5

Рівні токсичності поверхневих водойм річок Рата та Солокія (середні значення)

Назва річки	Величина фітотоксичного ефекту (середнє значення по точках відбору проб), %	Рівень токсичності
середнє по р. Солокія	36,1	Середній
середнє по р. Рата	48,9	Вище за середній

Розраховані значення фітотоксичного ефекту (середні значення) для всіх точок спостереження річок Солокії і Рати визначили рівень токсичності цих водойм, як «середній» та «вище за середній», відповідно.

Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що найбільші притоки річки Зх. Бугу – Солокія та Рата, які знаходяться в зоні впливу гірничих підприємств, мають «середній» та «вище середній» рівні токсичності. Пригнічення ростових процесів спостерігалися не лише на корінцях досліджуваних біоіндикаторів *Allium* сера L., але й на кількості корінців в цибулинах. Забруднення р.Солокії в регіоні зумовлено не лише впливом гірничих підприємств, але і іншими джерелами забруднення, зокрема побутовими стоками. Води р.Рати мають вищий рівень токсичності, оскільки на них впливає більша кількість гірничих підприємств регіону.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузьмич В.Н., Соколова С.А., Крайнокова А.Н. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов/ Москва: РЭФИА, НИА – Природа. 2002. – 118 с.
2. Мэннинг У.Д., Федер У.А., Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 144 с.