

С.М. МАДЖД., кандидат технічних наук
Національний авіаційний університет

ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ГРУНТОВИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЯХ, ПРИЛЕГЛИХ ДО ОБ'ЄКТІВ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

*Визначено вплив авіатранспортних процесів на токсичність та генотоксичність ґрунтових вод. Застосовано інтегральний показник токсичності для визначення якісних характеристик ґрунтових вод. Методами біотестування проведена якісна оцінка токсичності води з криниць поблизу авіапідприємств та здійснено аналіз на генотоксичність проб ґрунтових вод на основі оцінки апікальної меристеми клітин корінців *Allium* сера.*

Ключові слова: токсичність; генотоксичність; біотестування; ґрунтові води; екологічна безпека авіапідприємств.

*Определено влияние авиатранспортных процессов на токсичность и генотоксичность грунтовых вод. Применен интегральный показатель токсичности для определения качественных характеристик грунтовых вод. Методами биотестирования проведена качественная оценка токсичности воды из колодцев вблизи авиапредприятий и осуществлен анализ на генотоксичность проб грунтовых вод на основе оценки апикальной меристемы клеток корешков *Allium* сера.*

Ключевые слова: токсичность; генотоксичность; биотестирования; грунтовые воды; экологическая безопасность авиапредприятия.

*The influence of air transport processes on toxicness and genotoxicity of groundwater is defined. Used integral toxicity index for determination the quality characteristics of groundwater. The biotesting methods are conduct the quality estimation of the toxicness of water from wells near the airlines and genotoxicity analysis of groundwater samples based on the estimation of apical meristem cells of roots of *Allium cepa* is realized.*

Keywords: toxicness; genotoxicity; biotestings groundwater; ecological safety of airlines.

Вступ

Забруднення підземних вод впливає на їх токсичність та на мікробіологічні показники. Бактеріологічна забрудненість водоносного шару може поширюватись на значну територію від джерела забруднення у горизонтальному напрямку [1].

Для визначення якісних характеристик природних вод широко використовується інтегральний показник токсичності. Це обумовлено тим, що результати хімічного аналізу, які проводяться за допомогою складного аналітичного обладнання, в багатьох випадках, не дозволяють оцінити справжню небезпеку тих чи інших забруднювачів, прогнозувати наслідки їхньої дії на живі організми та навколишнє середовище [2, 3].

Підвищення ефективності охорони водного середовища від забруднення значною мірою пов'язано із своєчасним проведенням якісного аналізу для оцінки складу та властивостей стічних вод. Одним із сучасних методів контролю є біотестування. При моніторингових дослідженнях докільця все більшого значення набуває саме цей метод [4] біологічної діагностики.

Біотестування – експериментальне визначення токсичності середовища, що базується на реакції тест-об'єктів на забруднення за зміною життєво важливих функцій [4].

Цей метод діагностики докільця дозволяє формувати диференційовані та інтегральні уявлення про організми та середовища їх існування і, цим самим, має визначальну значимість [5].

Аналіз досліджень і публікацій

Реакція живих організмів дозволяє оцінити антропогенний вплив на середовище існування, в показниках, які мають біологічну основу. Чинники, що впливають на докільця, інколи сильно модифікуються факторами живої і неживої природи, і їх остаточний вплив не завжди легко з'ясувати. Біологічні методи дають чітку інтегральну картину, щодо навіть тих забруднювачів, які можуть лишитися поза увагою вимірювальних приладів [4,5]. Тому ряд авторів віддає перевагу біологічному методу контролю стану докільця над хімічними та фізико-хімічними [1,3-6].

Встановлення якісних характеристик компонентів докільця за допомогою методів фізико-хімічного аналізу являє одну із основних проблем екологічного моніторингу [7]. Хімічні та фізико-хімічні методи забезпечують ідентифікацію та кількісне визначення вмісту токсикантів в компонентах докільця, але не дозволяють оцінити сумарну дію токсикантів на живі організми, як біологічно активних речовин. Це змушує шукати інші мало затратні методи контролю стану компонентів докільця [8]. В цьому випадку безперечною перевагою мають біологічні методи. Вони дозволяють оцінити вплив забруднюючих речовин на живі організми в залежності від дози і тривалості їх впливу, включаючи і транслокацію по ланцюгу живлення [8-10].

Переваги застосування методу біотестування полягають у ефективності, низькій собівартості проведення експериментів, відносно малій тривалості дослідів, простоті культивування тест-об'єктів. За рахунок цього способи біологічної оцінки стану природних компонентів набувають все більшого значення [11].

Цілі роботи: визначення токсичності та генотоксичності питної води в криницях, розміщених поблизу авіапідприємств, за допомогою біологічних методів досліджень.

Якісна характеристика ґрунтових вод біологічними методами досліджень

В ході роботи аналізувалася якість води п'яти питних криниць на відстані 20 м, 250 м, 500 м, 1000 м, 1500 м від авіапідприємств в зоні впливу авіатранспортних процесів.

Проби ґрунтових вод відбирались згідно встановленим вимогам ГОСТ 24902–81 [2] до відбору проб ґрунтових вод. Відбір проб для аналізу води повинен забезпечувати максимальне збереження природного складу досліджуваної води та виключати випадкове забруднення.

В кожну криницю на глибину залягання ґрунтових вод опускали пробовідбірник, заповнювали його водою і підіймали вгору.

Для визначення токсичності ґрунтових вод використовували синхронізовану генетично однорідну культуру дафній (*Daphnia magna*) та рослинні фітотести насіння посівного салату (*Lactuca sativa*).

Токсикологічні дослідження проб питної води з криниць, які знаходяться поблизу авіапідприємств, представлені в табл.1.

Таблиця 1

Результати біотестування ґрунтових вод в зоні впливу авіатранспортних процесів, $M \pm m$; $n = 12$

Відстань від аеропорту, м	Вплив на тест-об'єкти			
	<i>Daphnia magna</i> , смертність за 48 год, екз.	Висновок про токсичність проби	<i>Lactuca sativa</i> , пригнічення росту корінців відносно контролю, мм	Висновок про токсичність проби
20	23,0±0,4	нетоксична	21,0±0,5	Нетоксична
250	21,0±0,4	нетоксична	27,0±0,6	Слабо-токсична
500	20,0±0,5	нетоксична	18,0±0,3	Нетоксична
1000	14,0±0,2	нетоксична	15,0±0,2	Нетоксична
1500	17,0±0,3	нетоксична	20,0±0,5	Нетоксична
Контроль	0,0	нетоксична	0,0	Нетоксична

На основі аналізу реакції дафній можна стверджувати, що питна вода, відібрана з колодязів в зоні впливу авіатранспортних процесів, є не токсична.

Результати біотестування води на салаті посівному також свідчать про відсутність токсичності, окрім проби, яка відібрана в колодязі на відстані 250 м. В цій точці воду можна охарактеризувати як слабо токсичну.

Переконавшись, що питна вода не є токсична автор вважала за необхідне провести оцінку апікальної меристеми клітин корінців *Allium cepa* [6] для встановлення генотоксичності.

Генотоксичність – це токсичний вплив будь-яких зовнішніх чинників на генетичний апарат клітини. Якщо ці порушення передаються нащадкам, то вони називаються мутаціями.

Аналіз на генотоксичність дозволяє чітко та швидко визначити мутагенну дію хімікалій.

Генотоксичний вплив фіксується мікроядерним аналізом, це – аберації (втрата частини хромосоми) та анеугенез (втрата цілої хромосоми). Мікроядра утворюються внаслідок розриву ДНК та гістонових білків або веретена поділу. Подальша доля клітин, в яких утворилися мікроядра, може бути такою: клітина припиняє розвиток; клітина ділиться й надалі; клітина апоптоує (самознищується). Якщо мікроядро утворене ядерцеутворюючою хромосоною, то в ньому виникає ядерце.

В ході досліджень була здійснена оцінка мітотичної активності клітин, а також частки порушень клітинних поділів (утворення мікроядер).

Для досліджень проб на генотоксичність із зафіксованих корінців цибулі готували тимчасові препарати за стандартною методикою [6] та за рекомендаціями [3,4]. На кожному препараті підраховували кількість нормальних та аномальних клітинних поділів (мітозів) та визначали мітотичний індекс і кількість мікроядер згідно формул [6]:

$$MI = Nm/Cn \cdot 100; \quad (1)$$

$$MЯ = Nmn/Cn \cdot 100, \quad (2)$$

де MI – мітотичний індекс, %; MЯ – мікроядра, %; Nm – кількість мітозів на Cn клітин; MЯ – середня кількість мікроядер на 1000 клітин; Nmn – кількість клітин з мікроядром; Cn – загальна кількість проглянутих клітин.

Цитологічні препарати, що були приготовані за стандартними цитологічними методами, далі аналізували під світловим мікроскопом при збільшенні у 1000 разів під імерсійним об'єктивом.

З кожного препарату підраховували близько тисячі клітин, визначали мітотичний індекс, підраховували кількість клітин з мікроядрами, відмічали кількість клітин з іншими патологіями мітозу. Результати оцінки мітотичної активності клітин епікальної меристеми корінців цибулі для встановлення порушень клітинного поділу представлена на рис.1.

Збільшення числа клітин з мікроядрами та з патологіями ділення, як правило, супроводжується пригніченням мітотичної активності. Результати аналізу суттєво залежать від природи мутагену та об'єкту дослідження. Результати визначення кількості клітин з мікроядрами та мітотичного індексу представлені в табл.2.

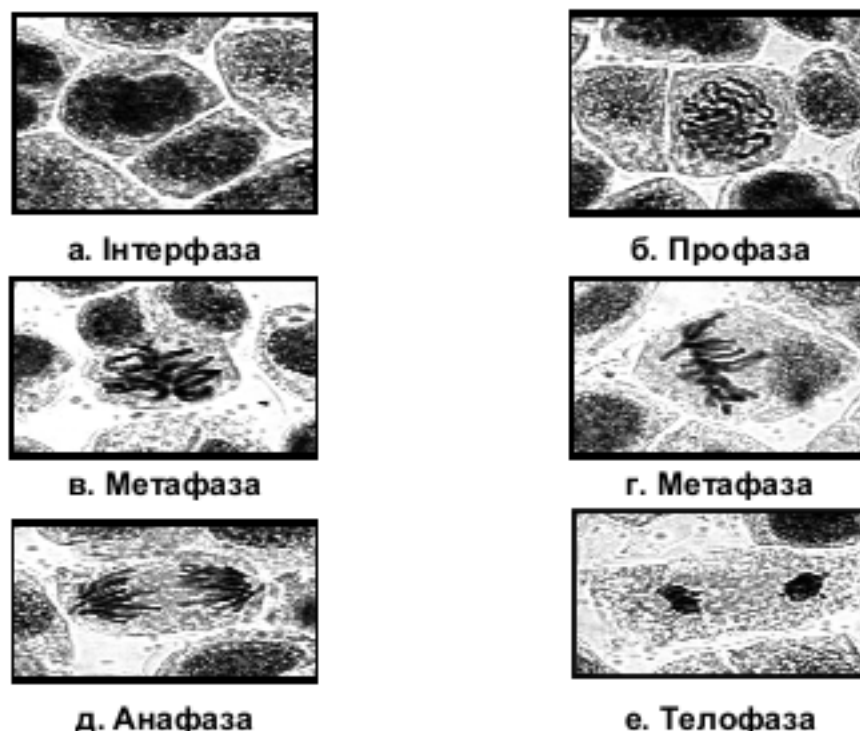


Рис. 1. Стадії мітозу (а–е) в клітинах апікальної меристеми корінців *Allium cepa* L. $\times 1000$

Таблиця 2

Результати визначення генотоксичності ґрунтової води, $n = 12$

Відстань від аеропорту, м	Кількість клітин	Мітотичний індекс, %	Кількість мікроядер	Кількість порушень
20	1000	23,5	2,0	1,0
250	1000	27,5	0,0	2,0
500	1000	24,0	0,0	0,0
1000	1000	11,5	1,0	3,0
1500	1000	23,5	0,0	1,0
Контроль	1000	30,0	0,0	0,0

За результатами аналізу мітотичний індекс (відношення кількості клітин в мітозі до кількості підрахованих клітин) досліджуваної води незначно відрізнявся від контролю. Кількість мікроядер, а також відсутність інших порушень клітинного розподілу свідчать про відсутність генотоксичності дослідженої води.

Отже, дослідження показали, що питна вода з криниць в зоні впливу авіатранспортних процесів не є токсичною і генотоксичною, хоча попередні дослідження і встановили, що вода значно забруднена важкими металами та нафтопродуктами.

Список літератури

1. Косов В.И., Иванов В.Н. Охрана и рациональное использование водных ресурсов. Ч. 2. Охрана подземных вод: Учебное пособие. – Тверь, 2009. – 152 с.
2. ГОСТ 24902-81. Вода хозяйственно-питьевого назначения. Общие требования к полевым методам анализа.
3. Бродский В.Я., Мармак Т.Л., Аврущенко М.Ш. Возможность цитометрии ядрышковых белков. Перспективы исследования состояния ядрышкового аппарата // Цитология. – 2001. – 33, № 8 – С. 65–74.
4. Risher J. F. Toxicological profile for fuel oils. / J. F. Risher, S. W. Rhodes. – Washington: US Department of Health and Human Services, 2005. – 168 p.
5. Руководство по методам исследования качества вод / УНИИВЭП. – Т. 2 – К.: Токсикология, 1995. – 183 с.
6. Кіпніс Л.С., Стойка Ю.О., Крот Ю.Г. Мікроядерний тест як метод оцінки генотоксичності води // Методичні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем. – К., 2008. – С. 48–50.
7. Методы биотестирования вод / Под ред. А. Н. Крейнюковой – Черногловка: Ин-т проблем химической физики, 2006. – 127 с.
8. Ольхович О. П. Фітоіндикація та фітомоніторинг: Метод. рек. / О. П. Ольхович, М. М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 64 с.
9. Патин С. А. Эколого-токсикологические аспекты изучения и контроля качества водной среды / С. А. Патин // Гидробиол. журн. – 1999, №3. – С. 75–78.
10. Романенко В. Д. Основи гідроекології: навч. посіб. / Романенко В. Д. – К.: Обереги, 2012. – 728 с.
11. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень: Теорія, методи, практика використання / [відпов. ред. Олексіва І. Т.]. – Львів: Світ, 2005. – 440 с.

Надійшло до редакції 27.05.2014