

6. Leaching of Fluoride from Biotite Mica in Soil: Implications for Fluoride in Shallow Groundwater K. U. K. S. Kularatne and H. M. T. G. A. Pitawala Department of Geology, Faculty of Science, University of Peradeniya, 20400 Peradeniya, Sri Lanka.

*Стаття надійшла до редакції 11.12.2013 р.*

УДК 628.5.05

**Т. Б. Кудрявська, асп. (НТУУ «КПІ»)**

---

---

**ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОКАЗНИКА  
АБОРТИВНОСТІ БІОІНДИКАТОРА ДЛЯ ОЦІНКИ ТЕХНОГЕННОГО  
НАВАНТАЖЕННЯ**

---

---

**T. B. Kudriavska, postgraduate student (NTUU «KPI»)**

**SUBSTANTIATION OF USE OF THE INDEX OF AN ABORTIVE OF  
BIOINDICATORS FOR THE EVALUATION OF TECHNOGENIC  
PRESSURE**

*Наведені результати експериментальних досліджень рівня абортивності біоіндикатора на ділянках з різним техногенним навантаженням. Встановлено залежність між рівнем стерильності пилку рослини-індикатора та значеннями концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.*

**Ключові слова:** біоіндикація, абортивність пилку, поллютант, модельна ділянка

*Приведены результаты экспериментальных исследований уровня абортивности биоиндикаторов на участках с различной техногенной нагрузкой. Установлена зависимость между уровнем стерильности пыльцы растения-индикатора и значениями концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.*

**Ключевые слова:** биоиндикация, абортивность пыльцы, поллютант, модельный участок.

*The experimental results of the level of abortive bioindicators in areas with different technogenic load are presented. The dependence between the level of pollen sterility plant indicator values and concentrations of pollutants in ambient air is established.*

**Keywords:** bioindication, abortive pollen, pollutant, model site.

**Вступ.** Відповідно до Закону України «Про охорону праці» робітник у процесі своєї трудової діяльності має право на належні, безпечні і здорові умови [1]. Це стосується і якості повітряного середовища, тому згідно ст. 29 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» передбачається виробничий контроль, який здійснюється підприємствами, установами, організаціями, іншими органами в процесі їх господарської та іншої діяльності,

якщо вона шкідливо впливає або може вплинути на стан атмосферного повітря [2].

На сьогоднішній день оцінка якості повітря проводиться на основі значень гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони – це концентрації, що при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин чи іншої тривалості, але не більше 41 години на тиждень, протягом усього робочого стажу не можуть викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, які виявляються сучасними методами досліджень, у процесі роботи чи у віддалений термін життя нинішнього і наступного поколінь [3].

Проте роботи таких вчених як О. В. Попова, С. В. Руденко, А. І. Горова, Т. В. Морозова, показують, що такий підхід до оцінки якості атмосфери базується лише на інструментальних фізико-хімічних методах. Вони в свою чергу не відображають реальної екологічної обстановки, тому що за їх допомогою визначаються фактичні значення концентрацій поллютантів, а ті забруднюючі речовини, які знаходяться в низьких концентраціях зовсім не відстежуються.

У зв'язку з цим актуальності набувають роботи спрямовані на пошук нових методів та критеріїв оцінки стану атмосферного повітря. Саме тому на противагу традиційним методам пропонується застосовувати методи біоіндикації, які дозволяють визначити сумарну дію всіх забруднень (хронічну та короткотривалу), вони є достовірними і достатніми для адекватної оцінки стану довкілля.

Серед методів біоіндикації особливої популярності набирають цитогенетичні, оскільки вирізняються своєю чутливістю і можуть бути використанні для ранньої індикації забруднення атмосферного повітря. Про це свідчать експериментальні роботи В. П. Бессонової, І. Й. Случик, Н. Р. Хомич [4 – 6], в яких простежується зв'язок між рівнем стерильності пилку рослин-біоіндикаторів та забрудненням повітря. Проте невирішеним залишається питання чи існує залежність між рівнем абортивності пилку та концентраціями забруднюючих речовин та який характер носить ця залежність. Розгляд цього завдання допоможе краще зрозуміти механізм впливу забруднення атмосферного повітря на біоту, що дозволить наблизитись до розроблення критеріїв альтернативних до загальноприйнятих ГДК.

**Мета роботи** – встановлення залежності між рівнем стерильності пилку рослини-індикатора та значеннями концентрацій поллютантів.

**Результати досліджень.** Експерименти з визначення рівня абортивності біоіндикатора проводились за тестом «Стерильність пилку рослин фітоіндикаторів» у м. Київ. В якості індикатора було обрано *Taraxacum officinalis* Webb. (Кульбабу лікарську), оскільки вона є поширеною у містах, невибагливою придорожною рослиною і відповідає всім вимогам, поставленим до рослини-індикатора [7, 8].

Територія дослідження характеризується складним рельєфом, в умовах якого формуються повітряні маси з високою концентрацією забруднюючих

речовин. Переважаючими поллютантами є оксид вуглецю, сполуки азоту, леткі органічні сполуки, аміак, завислі речовини [9]. На їх долю припадає понад 90% від загальної кількості викидів в повітря міста, тому в подальшому дослідженні використовували значення концентрацій саме цих речовин. Дані вмісту домішок в повітрі території були надані Центральною геофізичною обсерваторією. Оскільки значення концентрацій поллютантів мають різний порядок, було проведено їх нормування за формулою математичної статистики [10].

Для проведення експерименту на території м. Києва було обрано 16 модельних ділянок з різним рівнем техногенного навантаження. Для визначення необхідної кількості моніторингових точок  $n_e$  на кожній ділянці використовували формули математичної статистики [10]:

$$n_e = \left[ \left( k_{var} / k_{don} \right) \cdot t_n \right]^2, \text{ де:} \quad (1)$$

$k_{var}$  – коефіцієнт варіації, %;  $k_{don}$  – допустима відносна похибка, %;  $t_n$  – нормоване відхилення.

Коефіцієнт варіації, який чисельно дорівнює середньоквадратичному відхиленню  $\sigma$ , вираженому у відсотках від середнього арифметичного  $\bar{X}$ , на основі пробної вибірки визначався за формулою 2:

$$k_{var} = (\sigma / \bar{X}) \cdot 100. \quad (2)$$

Величина коефіцієнта  $k_{don}$  для дослідницьких робіт приймається в межах 5-10 %. У нашому випадку  $k_{don}$  прийнятий рівним 5 %. Значення нормованого відхилення  $t_n$  залежить від заданої надійності  $P_n$ . При  $P_n=0,95$ ;  $t_n=1,96$ .

Таким чином, кількість моніторингових точок для кожної модельної ділянки дорівнювала:

$$n_e = [(7,5 / 5) \cdot 1,96]^2 \approx 9.$$

Відбір пилку рослини-біоіндикатора проводили на 16 дослідних ділянках на кожній з яких було виділено по 9 моніторингових точок, в травні 2013 року. Після чого в лабораторних умовах проводили фарбування препаратів [11] та підраховували кількість стерильних зерен.

Усередненні результати проведення експерименту щодо визначення відсотку стерильних зерен та відповідної похибки наведено в таблиці 1. Індикаторні види рослин характеризуються різними рівнями спонтанної стерильності пилку, яка спостерігається у екологічно чистих - комфортних умовах (Мкомф.) і різними рівнями ушкодження статевих клітин (гамет) в критичних умовах (Мкрит.), для Кульбаби лікарської ці значення становлять

0,5% та 20% відповідно [12]. Як видно з таблиці, рівень стерильності пилку знаходиться в межах від 3,3 до 14,8%.

Таблиця 1. Усереднені результати експериментальних досліджень з визначення рівня стерильності пилку

Місце відбору зразка	Показник стерильності пилку, (M±m, %)	Місце відбору зразка	Показник стерильності пилку, (M±m, %)
Вул. Стражеска, 6а	7,4±0,85	Вул. Каунаська, 10а	10,3±0,96
Вул. Довженка, 8	5,6±0,73	Вул. Межигірська, 56	10,9±0,86
Вул. Попудренка, 50	14,2±1,10	Пр. Перемоги, 98/2	9,0±0,90
Вул. Лазо, 2	12,3±1,04	Експоцентр України	3,3±0,56
Пр. Науки, 37	4,7±0,67	Гідропарк	3,0±0,54
Пл. Перемоги	11,1±0,99	Пр. Оболонський, 14	9,4±0,92
Пл. Бесарабська	14,8±1,12	Пл. Московська	10,7±0,98
Б-р Лесі Українки, 29	6,9±0,8	Вул. Скляренка	13,4±1,08

Для перевірки достовірності отриманих результатів було виконано статистичну обробку експериментальних даних. В тому числі був розрахований показник точності дослідження, який визначає ступінь надійності одержаних даних. Точність вважається достатньою, якщо Р менший від 3%, і задовільною при Р від 3% до 5% [13]. В даному випадку показник точності дорівнює 3,3%, що доводить можливість використання отриманих результатів.

Графічне представлення залежності між абортивністю біоіндикатора та вмісту домішок атмосферного повітря зображено на рисунку 1. Як видно з рисунка, значення спонтанної стерильності пилку знаходиться в межах 8-10%, що вказує на середній рівень забруднення атмосферного середовища. Зі збільшенням концентрації поллютантів збільшується рівень стерильності пилку. Залежність  $M=f(C_n)$  для всіх поллютантів має параболічний характер та апроксимується поліномом третього порядку (табл. 2). Коефіцієнт достовірності  $R^2 > 0,6$  для всіх забруднюючих речовин, що свідчить про достатній рівень апроксимації вихідних даних.

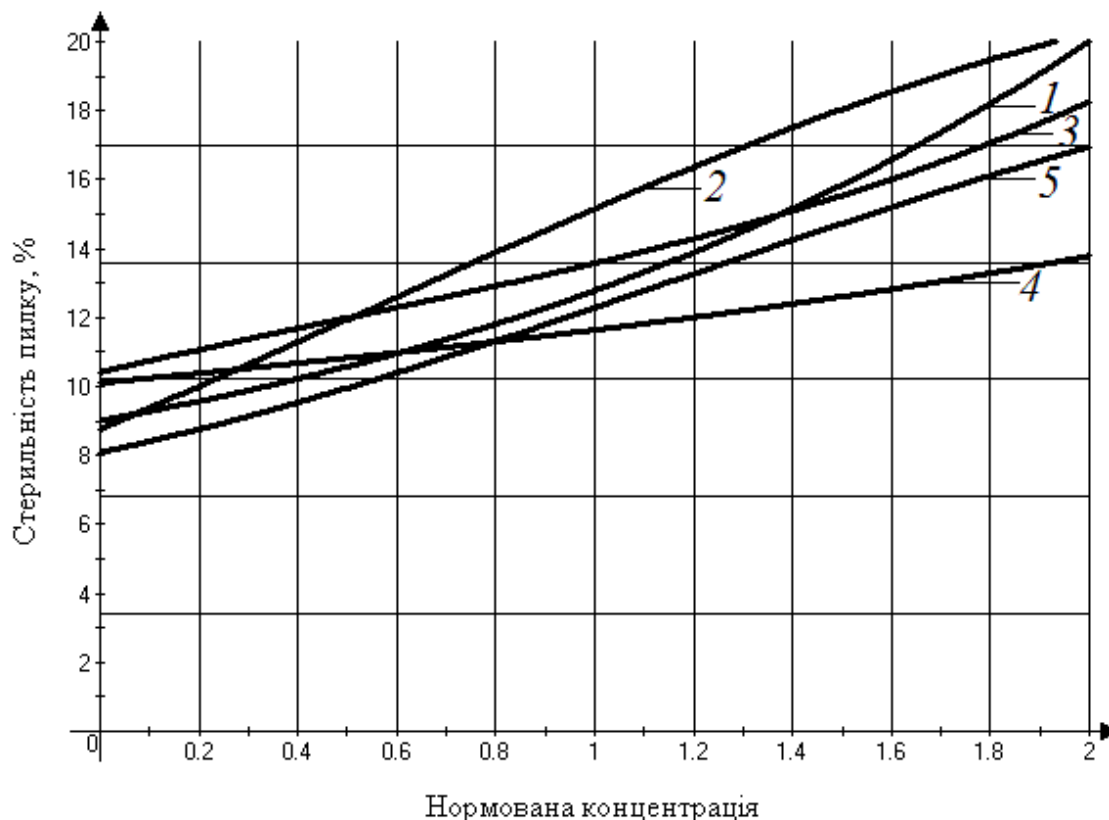


Рис. 1. Залежності між abortивністю біоіндикатора та вмісту домішок атмосферного повітря:

1 –  $M=f(C_n(CO))$ ; 2 –  $M=f(C_n(NO_2))$ ; 3 –  $M=f(C_n(C_6H_5OH))$ ; 4 –  $M=f(C_n(H_2CO))$ ; 5 –  $M=f(C_n(NH_3))$

Таблиця 2. Рівняння апроксимації залежності abortивності біоіндикатора від значень концентрацій забруднюючих речовин

Забруднююча речовина	Рівняння апроксимації
Окис вуглецю	$y=0,506x^3-0,755x^2+3,411x+10,406$
Двоокис азоту	$y=0,308x^3+0,803x^2+2,658x+9,004$
Фенол	$y=-0,449x^3+1,587x^2+3,057x+0,082$
Формальдегід	$y=0,085x^3+0,046x^2+1,409x+10,099$
Аміак	$y=-0,468x^3+0,763x^2+6,096x+8,750$

Отримані рівняння описують зміни рівня стерильності пилку при дії концентрацій полютантів та фонових забруднень, яка має місце в досліджуваній урбоекосистемі і їх можна застосовувати для прогнозу значень результативного показника.

## Висновки

1. Отримана залежність показника стерильності пилку рослини-біоіндикатора від величини концентрації забруднюючої речовини у повітрі носить параболічний характер і описується поліномом третього порядку та дозволяє визначити забруднюючі домішки, що впливають на зміну репродуктивних характеристик.
2. На основі встановленої залежності визначено, що значення спонтанної стерильності пилку *Taraxacum officinalis* Webb. для м. Київ знаходиться в межах 8-10%, що вказує на середній рівень забруднення атмосферного повітря.
3. Отримані під час проведення дослідження результати можуть бути використані для розроблення критеріїв оцінки якості повітряного середовища для працівників промислових підприємств як альтернативу традиційним нормативам ГДК р. з.

## Список використаних джерел

1. Zakon Ukrainy «Pro okhoronu pratsi» [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2694-12/page1>.
2. Zakon Ukrainy «Pro okhoronu atmosferneho povitrya» [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2707-12/page1>.
3. Obshhie sanitarno-gigienicheskie trebovaniya k vozduhu rabochej zony: GOST 12.1.005-88. – Vved. 01.01.1989. – M.: Izd-vo standartov, 1988. – 48 s.
4. Bessonova V. P. Vliyanie zagrjaznennoj sredy na prorastanie i fiziologicheskoe sostojanie pyl'cy nekotoryh derevnyh rastenij / V. P. Bessonova, I. I. Lyzhenko // Botanicheskij Zhurnal. – 1991. – t.76. – № 3. – S. 422-426.
5. Sluchyk I. Y. Bioindykatsiya stanu dovkilliya na urbanizovaniy terytoriyi za dopomohoyu predstavnykiv rodu Populus L.: avtoref. dys. na zdob. nauk. stupenya kand. biol. nauk: spets. 03.00.16 «Ekolohiya» / I. Y. Sluchyk; ChDU im. Fed'kovycha. – Chernivtsi, 2000. – 18 s.
6. Khomych N. R. Otsinyuvannya zabrudnennya urboekosystemy mista Rivne za pokaznykamy ushkozhenosti roslyn-bioindykatoriv: avtoref. dys. na zdob. nauk. stupenya kand. biol. nauk: spets. 03.00.16 «Ekolohiya» / N. R. Khomych; Instytut ahroekolohiyi UAAN. – Kyiv, 2009. – 20 s.
7. Bertiz S. Vliyanie zagrjaznenij vozduha na rastitel'nost' / S. Bertiz, H. Jenderljajn. – M.: Nauka, 1989. – 258 s.
8. Grant W. F. The present status of higher plant for the detection of environmental mutagens // Mutation Research. — 1994. – Vol. 310. — #2. — P. 175–185.
9. Pro stan zabrudnennya navkolyshn'oho pryrodnoho seredovishcha u m. Kyievi i Kyivskiy oblasti u travni 2013 roku [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: URL: [http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=k\\_zabrud&f=kyiv&p=1](http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=k_zabrud&f=kyiv&p=1).



10. Kalinin M. I. Biometriya: [pidruch. dlya vuziv] / M. I. Kalinin, V. V. Yelisyeyev. – Mykolayiv: Vyd-vo MF NaUKMA, 2000. – 204 s.
11. Pat. 67164 Ukrayina, MPK (2012.01) G01N 1/00. Sposib otrymannya tymchasovykh preparativ dlya otsinky toksychnosti seredovyshcha / Kudryavs'ka T. B., Dychko A. O.; zayavnyky ta patentovlasnyky. — # 2011 07050; zayavl. 03.06.2011; opubl. 10.02.2012, byul. # 3.
12. Obstezhennya ta rayonuvannya terytoriyi za stupenem vplyvu antropohennykh chynnykiv na stan ob'ektiv dovkillya z vykorystannyam tsytohenetychnykh metodiv: Metodychni rekomendatsiyi [S. A. Ryzhenko, A. I. Horova, T. V. Skvortsova ta in.] – K.: Holovne bazove vydavnytstvo MOZ Ukrayiny DP "Tsentri informatsiynykh tekhnolohiy", 2007 – 35s.
13. Lakin G. F. Biometrija / G. F.Lakin // Uchebnoe posobie. – M.: Vyssh. shk., 1990. – 352 s.

*Стаття надійшла до редакції 04.12.2013 р.*

УДК 351.454

**Т. М. Таїрова, канд. хім. наук, старший науковий співробітник, ДУ «ННДПБОВ»,  
К. Н. Ткачук, доктор технічних наук, професор НТУУ «КПІ»**

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ТРАВМАТИЗМУ У ВУГІЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ОСНОВІ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ**

**T. N. Tairova, candidate of chemistry Science, senior researcher, SI «NRIISH»,  
K. N. Tkachuk, doctor of technical Sciences, Professor, NTUU «KPI»**

## **FORECASTING OF TRAUMATISM IN COAL INDUSTRY ON THE BASIS OF REGRESSION MODELS**

*В статті наведено результати прогнозування виробничого травматизму з тяжким і смертельним наслідком на підприємствах вугільної промисловості з використанням кореляційно-регресійного аналізу.*

**Ключові слова:** прогнозування, травматизм, кореляційно-регресійний аналіз, вугільна промисловість, фактори.

*В статье приведены результаты исследований с использованием корреляционно-регрессионного анализа для прогнозирования производственного травматизма с тяжелым и смертельным исходом на предприятиях угольной промышленности.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, травматизм, корреляционно-регрессионный анализ, угольная промышленность, факторы.

*In the article results of researches with the use of correlation-regression analysis to predict an industrial traumatism at the enterprises of coal industry are presented. The factors that have the*