

НАЗВА СПЕЦІАЛЬНОСТІ КОНКУРСУ:

«АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ» НАПРЯМ «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА
КОМПЛЕКСУ» «АВТОМОБІЛЬ – НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ»

ШИФР: БІОІНДИКАЦІЯ

ТЕМА: БІОІНДИКАЦІЙНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ
АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ НА ҐРУНТОВІ ЕКОСИСТЕМИ

2019 р.

АНОТАЦІЯ

наукової роботи під шифром «БІОІНДИКАЦІЯ»

В роботі проаналізовано вплив автомобільного транспорту на екологічну безпеку ґрунтів придорожнього простору. Розроблені методи, щодо визначення екологічно безпечних меж за допомогою методів біоіндикації.

В експериментальних дослідженнях встановили рівень інгредієнтного забруднення ґрунтів придорожнього простору Харківської області та м. Харків. Використовуючи методи біоіндикації фізіологічного та біохімічного рівнів, дослідили реакцію техноґрунтів на такий поллютант, як нафтопродукти. Використовуючи отримані експериментальні данні було розраховано межі екологічно безпечної зони ґрунтів придорожнього простору, забруднених нафтопродуктами. Використовуючи біоіндикаційні показники енергетичного та структурного обміну провели оцінку екологічної безпеки поверхневих стічних вод зимового сезону придорожнього простору м. Харків.

Робота містить: вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел. Кількість сторінок – 30, кількість таблиць - 5, кількість рисунків – 4, кількість використаних джерел – 21.

Ключові слова: автомобільна дорога, ґрунти придорожнього простору, екологічна безпека, біоіндикація, нафтопродукти, інтенсивність дихання ґрунтів, каталазна активність, енергія проростання насіння, приріст біомаси.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	7
1.1 Характеристика транспортної індустрії	7
1.2 Переваги біоіндикаційних методів дослідження	8
1.3 Ґрунтові екосистеми, як об'єкт моніторингу	9
1.4 Хімічне забруднення ґрунтів прилеглих до автомобільних доріг	10
1.5 Біоіндикаційні показники, що використовуються для оцінки фізіологічного стану ґрунтів	11
1.5.1 Інтенсивність дихання ґрунтових екосистем	11
1.5.2 Ферментативна активність ґрунтових екосистем	12
1.5.3 Біоіндикаційні показники енергетичного структурного обміну біоти	13
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .	14
2.1 Об'єкт експериментальних досліджень	14
2.2 Метод відбору проб ґрунтів і підготовка ґрунту до хімічного аналізу ..	15
2.3 Методи визначення забруднення нафтопродуктами ґрунтів придорожнього простору досліджуваних доріг	16
2.4 Біоіндикація ґрунтів, прилеглих до об'єктів автомобільної дороги на фізіолого-біохімічному рівні	16
2.4.1 Методика визначення ґрунтового дихання	16
2.4.2 Методика визначення каталазної активності у досліджуваних ґрунтах	17
2.4.3 Методика визначення енергії проростання насіння	18
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ	20
3.1 Хімічний склад ґрунтів на територіях, прилеглих до автомобільної дороги	20
3.2 Біоіндикаційні показники стану придорожнього простору	22
3.2.1 Показник фізіологічної активності ґрунтової біоти – ІД ґрунтів	22

3.2.2 Показник біохімічної активності ґрунтової біоти – каталазна активність.....	23
3.2.3 Показник активності енергетичного та конструктивного обміну ґрунтової біоти – енергія проростання насіння та приріст біомаси	25
ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	29

ВСТУП

Транспортна галузь виробництва, забезпечує життєву необхідність суспільства у перевезення вантажів та пасажирів. Транспорт є сукупністю засобів та шляхів сполучення, нормальне функціонування яких забезпечує різноманітне технічне обладнання та споруди. На сучасному етапі розвитку науки і техніки лише автомобільний транспорт здатен самостійно забезпечити доставку вантажів від виробника до споживача на пряму без посередників. Але разом із позитивним впливом на розвиток економіки країн і світу, автомобільний транспорт є надзвичайно потужним джерелом екологічної небезпеки, що має негативний вплив на усі середовища мешкання живих організмів і біоти зокрема. Головними особливостями негативного впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище є невідповідність параметрів існуючих автомобільних магістралей вимогам екологічної безпеки.

Оцінка якості середовища, визначається головним чином за концентрацією у ньому певних забруднюючих речовин. Однак така оцінка має ряд недоліків. Тому для об'єктивної оцінки екологічної безпеки середовища доцільно використовувати не тільки хімічні, а й біологічні показники (біоіндикації).

Специфіка ґрунтів, як об'єкта моніторингу, визначається їх місцем і функціями у біосфері. Ґрунтовий покрив служить кінцевим приймачем більшості техногенних хімічних речовин, що потрапляють до біосфери. Техногенно змінені ґрунти поблизу автотрас істотно відрізняються від природних ґрунтів, тому процеси самоочищення таких ґрунтів утруднені.

Метою даної роботи є визначення кордону екологічно безпечної зони на території, що прилягає до автомобільних доріг, за допомогою біоіндикаційних показників.

Для досягнення поставленої мети були розроблені наступні задачі:

1. Експериментально дослідити ступінь інгредієнтного забруднення ґрунтів, прилеглих до об'єктів автомобільних доріг.
2. За допомогою лабораторних методів дослідження встановити реакцію фізіологічних та біохімічних показників ґрунтової активності, на забруднення ґрунтів придорожного простору нафтопродуктами.
3. Використовуючи показники біоіндикації розрахувати межі екологічно безпечної зони ґрунтів придорожного простору, забруднених нафтопродуктами.
4. Провести біоіндикаційну оцінку екологічної небезпеки поверхневих стічних вод зимового сезону, придорожного простору м. Харкова.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

(аналітичний огляд науково-технічної літератури)

1.1 Характеристика транспортної індустрії

Економіка будь якої країни не може повноцінно функціонувати без транспорту. Транспортна система з роками стає все більш розгалуженою. Від злагодженої та якісної роботи транспортної індустрії залежить розвиток та нормальне функціонування промисловості, сільського господарства, забезпечення та торгівля. Надзвичайно велике значення транспорт має для зовнішньоекономічних зв'язків, у справі оборони країни, та у освоєння нових економічних районів. На сучасному етапі розвитку науки і техніки лише автомобільний транспорт здатен самостійно забезпечити доставку вантажів від виробника до споживача на пряму без посередників. Автомобільним транспортом здійснюється біля 80% всіх вантажних та пасажирських перевезень.

Але разом із позитивним впливом на розвиток економіки країн і світу, автомобільний транспорт є надзвичайно потужним джерелом екологічної небезпеки, що має негативний вплив на усі середовища мешкання живих організмів і біоти зокрема.

Головними особливостями негативного впливу автомобільної дороги (АД) на навколишнє середовище є невідповідність параметрів існуючих автомобільних магістралей вимогам екологічної безпеки, відсутність обліку та прогнозування змін середовища, що виникають в наслідок дорожнього руху, загального збільшення інтенсивності руху та відставання темпів дорожнього будівництва від темпів приросту інтенсивності руху, а також значного збільшення темпів будівництва дорожніх інфраструктурних комплексів.

Об'єктами інгредієнтного забруднення, створюваного експлуатацією АД, є атмосфера, гідросфера, літосфера і біота екосистем на прилеглих територіях. Найбільшою мірою хімічні забруднюючі речовини

акумулюються у ґрунті і ґрунтовій біоті. Більше 20% газоподібних викидів від об'єктів АД осідає на поверхні ґрунтів, поблизу дорожнього полотна, тим самим порушуючи фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту [1-3].

1.2 Переваги біоіндикаційних методів дослідження

Як правило, оцінка якості середовища, визначається за концентрацією у ньому певних забруднюючих речовин. Однак така оцінка якості середовища має ряд недоліків [4-6]:

- деякі забруднюючі речовини, перевищення рівня ГДК яких є небезпечним для здоров'я людини, до ґрунтів надходять із природних і антропогенних джерел, а оцінити необхідно лише частку антропогенної складової;

- на велику кількість забруднюючих речовин розроблено свій ГДК, однак цей показник, як правило, спрямований на оцінку негативного впливу на здоров'я людини, у той час як більшість компонентів біоти є набагато більш чутливими і швидше реагують на зміни навколишнього середовища [4, 5].

Тому для об'єктивної оцінки якості екологічного середовища доцільно використовувати не тільки хімічні, а й біологічні показники (біоіндикації).

Існують спеціальні заходи, спрямовані на охорону навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів, зокрема, біологічний моніторинг, тобто моніторинг біотичної складової екосистем (біоти) [7].

Головний метод біологічного моніторингу – біоіндикація, яка полягає у реєстрації будь-яких змін у біоті, викликаних антропогенними факторами. Біоіндикація може здійснюватися на різних рівнях організації живого (макромолекула, клітина, орган, організм, популяція, біоценоз). Відповідно до організаційних рівнів біологічних систем, можна встановити різні рівні біоіндикації, які, втім, не можна строго розмежувати [7]:

1-й рівень: біохімічні й фізіологічні реакції;

2-й рівень: анатомічні, морфологічні, біоритмічні і поведінкові відхилення;

3-й рівень: флористичні, фауністичні та хорологічні зміни;

4-й рівень: ценотичні зміни;

5-й рівень: біогеоценотичні зміни;

6-й рівень: зміни ландшафтів.

Найбільш чутливими і специфічними є біоіндикаційні показники біохімічного і фізіологічного рівня, які, до того ж, дозволяють виявити порушення на самому початковому етапі.

При біоіндикації слід враховувати чотири основні принципи:

1. Відносна швидкість проведення.
2. Отримання досить точних і відтворюваних результатів.
3. Присутність об'єктів, що застосовуються із метою біоіндикації, по можливості, у великій кількості і з однорідними властивостями.
4. Діапазон похибок, порівняно з іншими методами тестування, не більше 20%.

Велике значення має здатність біоіндикаторів відображати ступінь небезпеки відповідного стану навколишнього середовища для усіх живих організмів, у тому числі і для людини.

Підкреслюючи всю важливість біоіндикаційних методів дослідження, необхідно відзначити, що біоіндикація передбачає виявлення вже існуючих забруднень навколишнього середовища або тих, що відбуваються на цей час, за функціональними характеристиками особин і екологічними характеристиками спільнот організмів.

1.3 Ґрунтові екосистеми, як об'єкт моніторингу

Специфіка ґрунтів, як об'єкта моніторингу, визначається їхнім місцем і функціями у біосфері. Ґрунтовий покрив служить кінцевим приймачем більшості техногенних хімічних речовин, що потрапляють до біосфери. Маючи високу ємність поглинання, ґрунт є головним акумулятором,

сорбентом і руйнівником токсикантів, представляючи собою геохімічний бар'єр на шляху міграції забруднюючих речовин. Ґрунтовий покрив охороняє суміжні середовища від техногенного впливу. Хімічні елементи та їхні сполуки, потрапляючи до ґрунту, зазнають ряд перетворень, розсіюються або накопичуються, у залежності від характеру геохімічних бар'єрів, властивих ґрунтам даної території.

Техногенно перетворені ґрунти вздовж автотрас представлені хемо-техноґрунтами [8]. Більшість викидів токсичних речовин автомобілів зосереджуються на поверхні ґрунту, де відбувається їх поступове депонування, що веде до зміни хімічних і фізико-хімічних властивостей субстрату [8].

Забруднення ґрунтів НП має серйозні екологічні наслідки. Утворюючи на поверхні ґрунту гідрофобну плівку, вони порушують кисневий режим ґрунту, викликаючи загибель рослин і мікроорганізмів, що сприяють самоочищення ґрунту. Позбавлений рослинного покриву, ґрунт в посушливі періоди теплої пори року піддається впливу вітру, що призводить до розвитку вітрової ерозії ґрунтів, та у вигляді пилу часточки ґрунту потрапляє в органи дихання людей, викликаючи різні захворювання. Техногенно змінені ґрунти поблизу автотрас істотно відрізняються від природних ґрунтів: вони формуються на насипних ґрунтах, дуже щільних, містять включення будівельних матеріалів. Тому процеси самоочищення таких ґрунтів утруднені в зв'язку з відсутністю сприятливих умов для рослин і мікроорганізмів [9].

1.4 Хімічне забруднення ґрунтів прилеглих до автомобільних доріг

Токсичні компоненти відпрацьованих газів і пари палива утворюють в атмосфері смог, який, насичуючись парами води, осідає у вигляді туманів або випадає з опадами (дощ, сніг), потрапляючи таким чином до ґрунту. Тверді частинки, продукти зносу шин і гальмівних накладок осідають на ґрунті, утворюючи шар сажі і пилу, який із часом розмивається опадами, і саме

таким чином токсичні речовини поступово проникають до більш глибоких шарів ґрунту [10]. Окрім того, до ґрунтових екосистем, прилеглих до АД у великій кількості надходять важкі метали та нафтопродукти, які є надзвичайно екологічно небезпечними речовинами, які впливають на загальний стан біоти прилеглих територій та на здоров'я людини зокрема.

1.5 Біоіндикаційні показники, що використовуються для оцінки фізіологічного стану ґрунтів

Вибір показників біомоніторингу ґрунтів повинен базуватися на таких критеріях:

- інформативність показника (тісна кореляція між показником і антропогенним фактором);
- висока чутливість показника;
- добра відтворюваність результатів;
- незначне варіювання показника;
- невелика помилка досліджу;
- простота, мала трудомісткість і висока швидкість методу визначення;
- висока поширеність методу в країні і за кордоном, відповідність прийнятим стандартам [11].

1.5.1 Інтенсивність дихання ґрунтових екосистем

В якості одного із найбільш загальних показників біологічної активності ґрунтів використовують дихання ґрунтів – виділення вуглекислого газу і поглинання кисню ґрунтом [12, 13]. «Дихання ґрунту» – один із показників біологічної активності ґрунтів, глобальний процес, до якого залучено велику кількість ферментів і біохімічних реакцій, що відображають роботу ґрунту як організму в цілому. Загальна інтенсивність «дихання» (ІД) ґрунту обумовлена її загальною біологічною активністю і визначається кількістю спожитого кисню і кількістю продукованого діоксиду вуглецю. Основними джерелами CO_2 у ґрунті є життєдіяльність

мікроорганізмів і ґрунтової фауни, дихання коренів, а також фізико-хімічні та хімічні процеси (розкладання карбонатів, перехід бікарбонатів у карбонати тощо) [12, 13].

1.5.2 Ферментативна активність ґрунтових екосистем

Ферментативна активність ґрунту складається у результаті сукупності процесів надходження, іммобілізації і дії ферментів у ґрунті. Джерелами ґрунтових ферментів служить уся ґрунтова біота: рослини, мікроорганізми, тварини, гриби, водорості тощо. Накопичуючись у ґрунті, ферменти стають невід'ємним реактивним компонентом екосистеми [12, 13].

Згідно із рішенням Комісії з ферментів Міжнародного біохімічного союзу, ферменти розподіляються на 6 класів (згідно із специфічністю до типу реакції): оксидоредуктази (каталізують процеси біологічного окислення), гідролази (каталізують розщеплення із приєднанням води), трансферази (переносять групи атомів), ліази (відщеплюють / приєднують різні групи атомів без участі води), ізомерази (змінюють структуру сполуки) і лігази або синтетази (каталізують приєднання однієї до одної двох різних молекул) [14].

У ґрунтовій біодинаміці найбільше значення мають оксидоредуктази та гідролази. Серед оксидоредуктаз у ґрунті найбільш поширеними є каталази, дегідрогенази, фенолоксідази, пероксидази, вони беруть участь в окисно-відновлюючих процесах синтезу гумусових компонентів. Серед гідролаз найбільш широко розповсюдженими є інвертаза, уреаза, протеаза, фосфатаза. Ці ферменти беруть участь у реакціях гідролітичного розпаду високомолекулярних органічних сполук і тим самим відіграють важливу роль у збагаченні ґрунту рухливими і доступними рослинам і мікроорганізмам поживними речовинами [14].

Дослідженнями різних авторів встановлено, що активність ґрунтових ферментів може служити додатковим діагностичним показником ґрунтової родючості та її зміни у результаті антропогенного впливу [13]. Застосуванню ферментативної активності в якості діагностичного показника сприяють

низька помилка дослідів (не більше 5-8%) і висока стійкість ферментів при зберіганні зразків [15].

1.5.3 Біоіндикаційні показники енергетичного структурного обміну біоти

Енергія проростання насіння (ЕПН) характеризує життєздатність насіння, від якої залежить швидкість їх проростання. Насіння з високою енергією проростання дає ранні і рівномірні сходи. Даний метод дозволяє визначити кількість насінин у відсотках, здатних утворювати добрі і пропорційно розвинуті, цілі, здорові або ж з незначними дефектами проростки (корінці, підсім'ядольне та надсім'ядольне коліна, сім'ядолі, колеоптіль) за оптимальних умов пророщування.

Визначення приросту біомаси рослин є важливим показником біоіндикації, оскільки він характеризує швидкість протікання одного з основних біохімічних процесів – утворення біомаси.

Біомаса, в свою чергу, є одним із найбільш перспективних відновлюваних джерел енергії. Основою біомаси є органічні сполуки вуглецю, які під час спалювання у процесі з'єднання з киснем виділяють тепло. Початкова енергія системи "біомаса-кисень" виникає під дією сонячного випромінювання в процесі фотосинтезу, що є природним варіантом перетворення сонячної енергії.

За допомогою хімічних або біохімічних процесів біомаса може бути трансформована в інші види палива або в кінцеву енергію. Під час спалювання біомаси або її похідних продуктів органічний вуглець, що міститься в ній, та кисень з атмосфери вступають у реакцію з утворенням двоокису вуглецю та води. Процес є циклічним, тому що двоокис вуглецю, який виділився при спалюванні, може брати участь у виробництві нової біомаси. Таким чином, біомаса є одним із найбільш перспективних відновлюваних джерел енергії.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт експериментальних досліджень

Об'єктом експериментальних досліджень були: педосфера замських об'єктів АД і на прилеглих до них територіях, поверхневі стічні води зимового сезону, рослинні ценози. Досліджені об'єкти АД включали:

- автодороги державного значення;
- автомобільні дороги м. Харків.

Об'єкти АД перебували у Харківській області. Розташування об'єктів АД та їх характеристики представлено на рис. 2.1, 2.2 та у табл. 2.1 і 2.2.

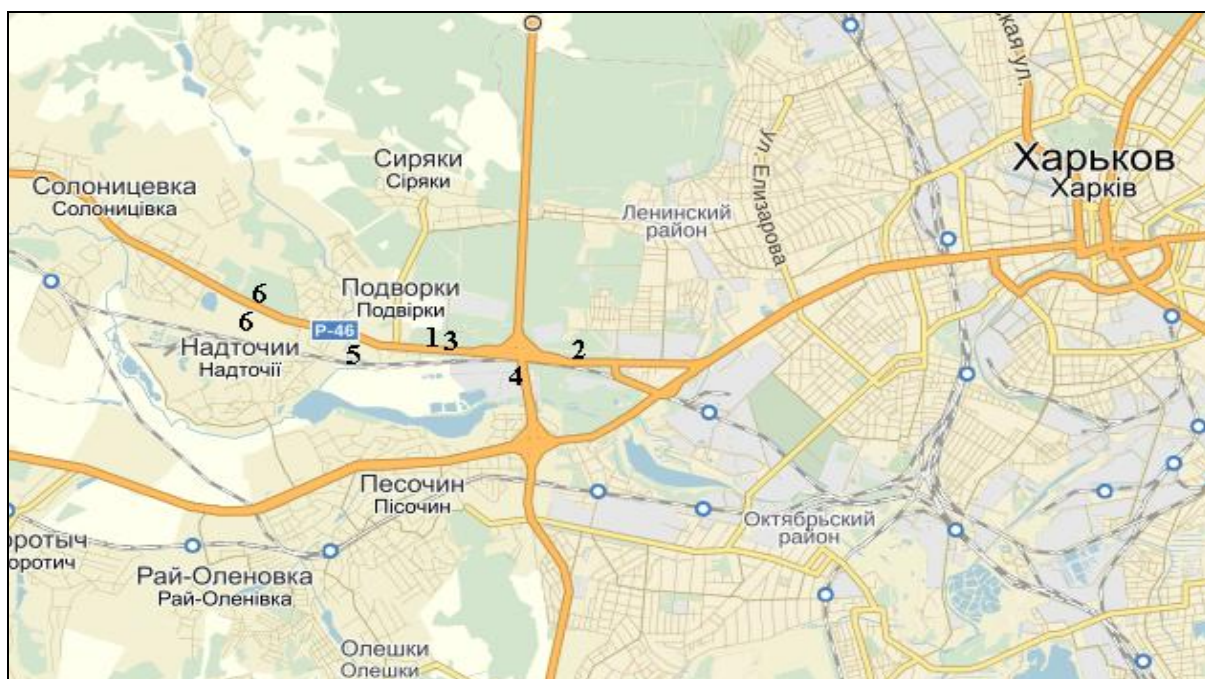


Рисунок 2.1 – Карта-схема розташування досліджуваних ділянок АД у Харківській області

1 – АЗС № 1, 2 – АЗС № 2, 3 – стоянка для вантажного транспорту №1,
4 – стоянка №2, 5 – шиномонтажний комплекс (ШК), 6 – автодорога Р-46



Рисунок 2. – Карта-схема розташування досліджуваних ділянок АД у м Харків

№ 1, №2 – ділянки на яких відбирали проби снігу, №3-7 – Ділянки відбори проб ґрунту

2.2 Метод відбору проб ґрунтів і підготовка ґрунту до хімічного аналізу

Поверхневий шар ґрунтів (0-4 см) на досліджуваній території відбирали класичним і модифікованим методом конверта. Пробовідбір проводили на відстані 1, 5, 10, 20, 25, 50 і 100 м від крайової лінії АД. Усі ґрунтові зразки відбирали на однаковій глибині (4-5 см). У кожній досліджуваній точці відбирали близько 600-800 г ґрунту, об'єднану пробу готували із точкових проб, відповідно до методики, рекомендованої нормативними документами [16]. Ґрунт висушували на відкритому повітрі до повітряно-сухого стану, видаляли залишки рослин, подрібнювали вручну в ступці товкачиком. Розтертий ґрунт просіювали через сито з отворами діаметром 0,25 мм. Просіяний ґрунт розподіляли по рівній поверхні шаром товщиною не більше 1 см. Із подрібненої і просіяної проби методом квартування відбирали аналітичні проби масою 20 г, для цього подрібнений

зразок після змішування розподіляли на папері у вигляді квадрата і поділяли діагоналями (шпателем) на чотири рівні частини [16]. Відібрану лабораторну пробу ґрунту зберігали у пакетиках із паперу.

2.3 Методи визначення забруднення нафтопродуктами ґрунтів придорожного простору досліджуваних доріг

Визначення вмісту НП у ґрунті проводили гравіметричним методом [17]. Метод ґрунтується на екстракції органічних речовин із проби ґрунту гексаном, випаровуванні і видаленні розчинника і гравіметричного вимірювання маси залишку [17].

Пробу ґрунту масою 20 г розміщували у конічній колбі об'ємом 250 см^3 із притертою пробкою, додавали 50 см^3 гексану, закривали скляною пробкою і струшували (за допомогою спеціального апарату) протягом 15 хвилин. Екстрагування проводили ще 2 рази з 30 см^3 гексану, збираючи екстракт до конічної колби. Потім екстракт випарювали на водяній бані до об'єму близько 20 см^3 , кількісно переносили сконцентрований екстракт до стакану місткістю 50 см^3 і розміщували у витяжній шафі до видалення розчинника. Залишок після видалення гексану переносили до колби місткістю 25 см^3 , концентрували і розміщували у порцеляновій чашці, яку попередньо доводили до постійної ваги.

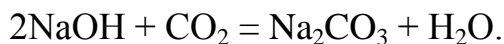
Вміст НП у взятому для аналізу обсязі проби визначали як різницю між масою чашки із залишком після видалення розчинника і масою порожньої чашки [17].

2.4 Біоіндикація ґрунтів, прилеглих до об'єктів автомобільної дороги на фізіолого-біохімічному рівні

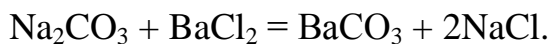
2.4.1 Методика визначення ґрунтового дихання

Ґрунтове дихання визначали за методикою [15, 18]. Метод заснований на визначенні інтенсивності дихання ґрунту, шляхом визначення концентрації вуглекислого газу в атмосфері ґрунту. В плоскодонну

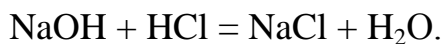
широкогорлу конічну колбу на 250 см³ наливали 20 см³ 0,1 н. розчину NaOH, розміщували у колбу марлевий мішечок із ґрунтом (10г) на нитці так, аби мішечок повис у повітрі. Колбу експонували у термостаті при температурі 28-30⁰ С протягом 24 годин. Одночасно із досліджуваними колбами експонували контроль із розчином NaOH, але без ґрунту, для обліку вуглекислого газу в колбі. Протягом інкубації колби періодично обережно струшували. Розчин гідроксиду натрію поглинав CO₂ з утворенням карбонату натрію:



У контрольній колбі CO₂ поглинався із повітря, що містилось у колбі, у досліджуваних – до цього додавалося CO₂, виділене ґрунтом, яке також поглиналося розчином гідроксиду натрію. Після експозиції надлишок NaOH титрували 0,05 н. розчином HCl у присутності фенолфталеїну до зникнення рожевого забарвлення, попередньо осадивши Na₂CO₃ хлоридом барію за рівнянням:



Кислота реагувала тільки із залишковим розчином NaOH:



За різницею між титруванням контролю і досліду визначали кількість вуглекислого газу, що виділився із ґрунту, тобто інтенсивність дихання (ІД). ІД визначали у мг CO₂ на 100 г ґрунту за добу.

2.4.2 Методика визначення каталазної активності у досліджуваних ґрунтах

Метод визначення каталазної активності ґрунту заснований на вимірюванні швидкості розпаду перекису водню при взаємодії її з ґрунтом за кількістю нерозкладеного перекису. Каталазну активність визначають перманганатометричним титруванням з утворенням забарвлених комплексів [18].

У конічну колбу ємністю 125 см³ розміщували пробу ґрунту вагою 2 г, доливали дистильовану воду та 0,3%-ий розчин перекису водню. Колбу встановлювали на ротатор і збовтували протягом 20 хв. Нерозщеплену частину перекису стабілізували додаванням 3 н сірчаної кислоти, а вміст колб фільтрували через фільтр «блакитна стрічка». Потім 25 см³ фільтрату титрували 0,1 н. марганцевокислим калієм до слабо-рожевого забарвлення. Каталазну активність розраховували за формулою 2.1

$$KA = \frac{V_1 - V_2}{m \cdot t} \cdot 60 \quad (2.1)$$

де V_1 – об'єм перманганату, витраченого на титрування вихідного перекису, мл;

V_2 – обсяг перманганату, витраченого на титрування ґрунтового фільтрату, мл;

t – час експонування, хв.;

60 – коефіцієнт перерахунку на годину.

Каталазну активність виражали у мл 0,1 н. КМпО₄ / г·год.

2.4.3 Методика визначення енергії проростання насіння

Енергію проростання визначають методом пророщування. Даний метод дозволяє визначити кількість насінин у відсотках, здатних утворювати добрі і пропорційно розвинуті, цілі, здорові або ж з незначними дефектами проростки (корінці, підсім'ядольне та надсім'ядольне коліна, сім'ядолі, колеоптіль) за оптимальних умов пророщування.

Перед визначенням енергії проростання насіння сортують, відбираючи найбільші й повновагі в сольовому розчині, щоб недорозвинені та порожні насінини спливли. Насіння повинні бути очищене від сміття, різних бур'янів домішок, а також домішок насіння інших культур, битих і потворних, щуплих і дуже дрібних.

Енергію проростання насіння виражають у відсотках до загальної кількості взятого на пророщування насіння, як середнє між чотирма пробами.

Для визначення цих показників з фракції чистого насіння відбирають підряд чотири проби по 100 насінин (якщо їх мало, можна і 10) і пророщують їх у чашках Петрі між фільтрувальним папером. На папері розкладають насіння в один шар. Чашки Петрі розміщують у термостатах, де підтримують температуру $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. За проростанням насіння спостерігають щоденно протягом 7 діб. Через певний термін пророщування визначають енергію проростання [18].

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Хімічний склад ґрунтів на територіях, прилеглих до автомобільної дороги

Відомо, що на концентрацію НП у ґрунтах на територіях, безпосередньо прилеглих до об'єктів АД (0,5-1,0 м від проїжджої частини), впливає тривалість експлуатації об'єкта, переважний напрямок вітру і наявність бордюру [19]. Тому при виборі ділянок для дослідження їх групували, мінімізуючи кількість варіюючих факторів (табл. 3.3).

Таблиця 3.1 – Концентрація НП у ґрунтах, прилеглих до заміських об'єктів АД (1 м)

Група об'єктів АД	Об'єкти АД	Інтенсивність руху на об'єкті , авто/доб	Наявність бордюру	Концентрація НП, мг/кг	Тривалість експлуатації, роки
	Контроль	-	-	50,0	-
АЗС	№1	1108	+	2960	<10
	№2	456	+	835	<10
Стоянки	Стоянка на Р-46		-	820	<10
Заміські дороги	М03 Київ – Довжанський [20]	25248	-	3280	>30
	Р-46 Харків – Охтирка	19200	-	1095	>30
Міські дороги	вул. Пушкінська [20]	23040	+	1900	>30
	вул. Ак. Павлова [20]	49200	+	3149	>30

Як видно, у кожній групі: міські дороги (вул. Пушкінська і вул. Ак. Павлова), АЗС (№1, №2), заміські дороги (М-03, Р-46), інтенсивність

забруднення ґрунтів НП корелювала з інтенсивністю руху на об'єктах. Однак, якщо порівнювати забрудненість ґрунтів НП на територіях, прилеглих до різних об'єктів АД, видно, що АЗС надають більш високе питоме (розраховане на 1 автомобіль трафіку) навантаження на прилеглі території, оскільки при відносно невеликій інтенсивності руху (на 1-2 порядки нижче, ніж на автодорогах) і приблизно у 3 рази меншій тривалості експлуатації, концентрація НП у ґрунтах на відстані 1 м від АЗС незначно нижча або практично дорівнює цим показником на міських і замських дорогах. Аналогічно високі концентрації НП у ґрунтах при відносно низькій інтенсивності руху відзначені і на території, прилеглій до автостоянки.

При збільшенні відстані від об'єктів АД концентрація НП у ґрунтах, порівняно із вихідною (концентрацією НП у ґрунтах, найближчих до проїжджої частини – 1 м), знижується (рис.3.1).

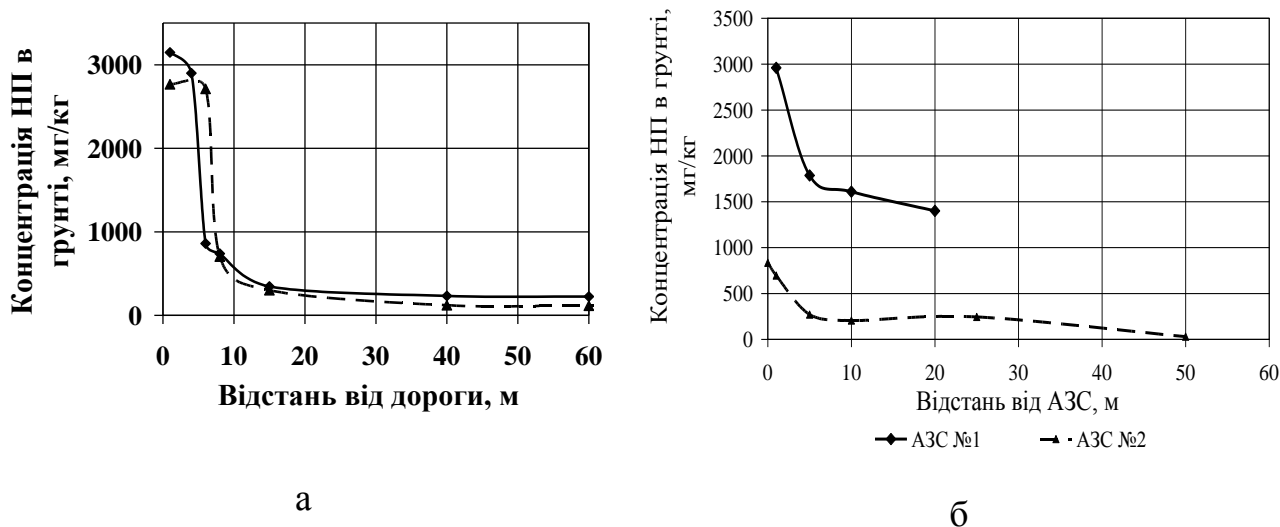


Рисунок 3.1 – Залежність концентрації НП у поверхневому шарі ґрунту придорожнього простору об'єктів АД від відстані

а – автодороги (вул. Ак. Павлова) [20]; б – АЗС

Слід зауважити, що характер зниження концентрації НП на різних об'єктах є подібним: різке зменшення (на 45-78%, порівняно із вихідною) на

відстані приблизно 5-6 м від проїжджої частини, а потім дуже поступове зниження до 5-19% концентрації НП на відстані 50-60 м.

3.2 Біоіндикаційні показники стану придорожного простору

3.2.1 Показник фізіологічної активності ґрунтової біоти – ІД ґрунтів

Результати досліджень ґрунтів придорожного простору на активність дихання представлені в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Біоіндикаційний показник – ІД ґрунтів придорожного простору

Придорожній простір	Відстань від об'єкта, м	Концентрація НП, мг/кг	ІД, мг CO ₂ (г·год) ⁻¹
АЗС №2	5	700	0,95
	20	250	1,90
Автодороги Р-46 (підвітряна сторона)	5	2600	0,80
	20	480	1,75
Контроль	200	50	2,0

Як видно, ІД із збільшенням концентрації НП стало зменшувалась. Отже цей техногенний чинник створював інтенсивний вплив на дихальну активність мікробіоти досліджуваних ґрунтів. І через це може широко використовуватись для біоіндикації екологічного стану техногенно навантажених ґрунтів. В цілому на відстані 20 м від дослідженої залізниці ІД практично досягала екологічно безпечного рівня. Точніше екологічно безпечну відстань орієнтовно можливо визначити за формулою 3.1:

$$L_{еб} = \frac{ID_k \cdot L_i}{ID_i} \quad (3.1)$$

де $L_{еб}$ - відстань до екологічно-безпечної зони, м;

$I_{Дк}$ – ІД контрольного зразка, мг CO_2 (г·год)⁻¹;

$I_{Дi}$ – ІД дослідного зразка, мг CO_2 (г·год)⁻¹;

L_i - відстань до ділянки, де відбирався дослідний зразок ґрунту, м.

Розрахована, таким чином відстань за формулою 3.1 відстань до екологічно безпечної зони становить приблизно 23 м.

3.2.2 Показник біохімічної активності ґрунтової біоти – каталазна активність

Ферментативна активність ґрунтів є одним із найбільш об'єктивних критеріїв оцінки функціонального стану ґрунтових екосистем [13]. Однак, як відомо із літературних джерел, ферменти по-різному реагують на забруднення ґрунтів поллютантами [21]. На табл. 3.3 представлені дані власних вимірювань КА ґрунтів придорожного простору досліджуваних ділянок з різним вмістом НП.

Таблиця 3.3 – Біоіндикаційний показник – КА ґрунтів придорожного простору

Об'єкт	Сторона дороги	Відстань, м	Концентрація НП, мг/кг	КА, мл 0,1 н. $KMnO_4$ / г·год
Р-46	Підвітряна	10	9300	6,52
		20	300	6,1
	Навітряна	10	3400	7,0
		20	600	6,6
Контроль		300	100	5,2

Як видно, КА при підвищення концентрації НП у ґрунті реагує зростанням своєї активності. Імовірно, така залежність обумовлена тим, що каталаза є стресовим ферментом і на забруднення ґрунту НП реагує значним підвищенням своєї активності, що відзначають й інші автори [21]. Для

підтвердження одержаної залежності на підставі проведених досліджень ґрунтів з територій, прилеглих до міських доріг, побудували підсумкову графічну залежність КА ґрунтів від концентрації НП в цих ґрунтах (рис. 3.2).

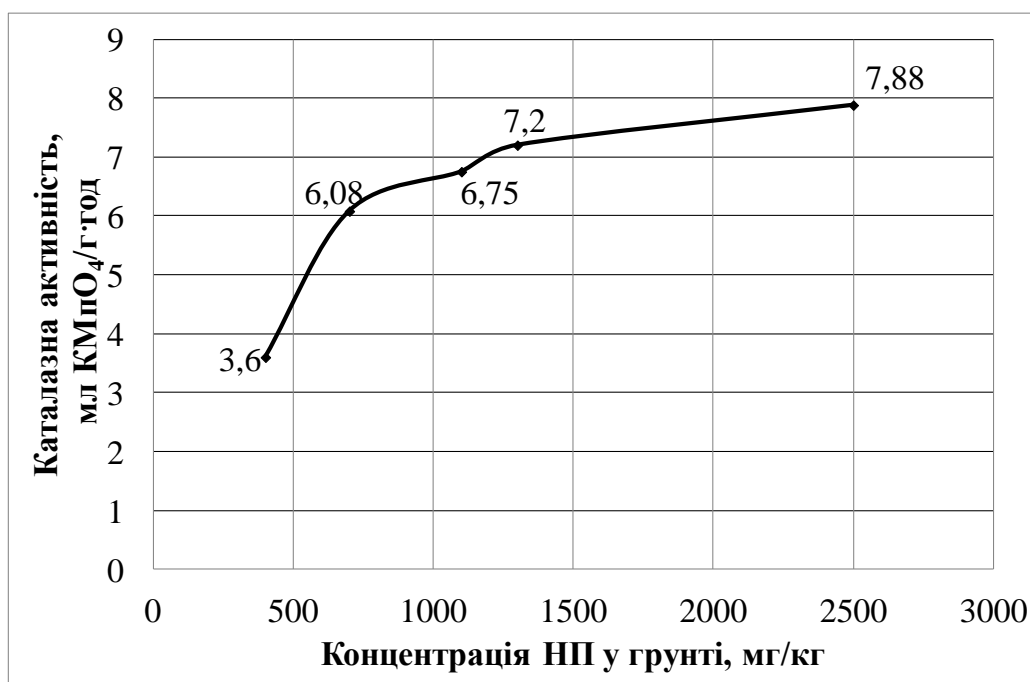


Рисунок 3.2 – Залежність КА від інтенсивності забруднення ґрунтів НП

Як видно, нові данні переконливо підтвердили виявлену залежність, представлену в табл. 3.2: КА ґрунтів в діапазоні досліджених концентрацій НП в ґрунтах прямо корелює з концентрацією цього забруднення. І отже підтверджує свою функціональну характеристику, як стресового фермента.

Екологічно безпечну відстань від дороги Р-26 орієнтовно можливо визначити за формулою 3.2:

$$L_{eб} = \frac{KA_i \cdot L_i}{KA_k} \quad (3.2)$$

де $L_{eб}$ - відстань до екологічно-безпечної зони, м;

KA_k – КА контрольного зразка, мл 0,1 н. КМпО₄ / г·год;

KA_i – КА дослідного зразка, мл 0,1 н. КМпО₄ / г·год;

L_i - відстань до ділянки, де відбирався дослідний зразок ґрунту, м.

Розрахована, таким чином відстань за формулою 3.2 відстань до екологічно безпечної зони становить приблизно 23 м, що повністю співпадає з відстанню до екологічно безпечної зони в досліджуваному придорожньому просторі заміської автодороги Р-46, виконаної на підставі визначення ІД ґрунтів.

3.2.3 Показник активності енергетичного та конструктивного обміну ґрунтової біоти – енергія проростання насіння та приріст біомаси

Екологічну небезпеку поверхневого стоку зимового сезону (снігу) на територіях, що прилягають до автомобільних доріг, оцінили по таким біоіндикаційним показникам, як ЕПН (табл. 3.4) та приріст біологічної маси на 15 добу від сходів (табл. 3.5).

Таблиця 3.4 – Біоіндикаційна оцінка нафтовмісних поверхневих стічних вод зимового сезону (сніг) за показником ЕПН в динаміці відстані від автомобільної дороги.

Об'єкт дослідження	Відстань від об'єкта дослідження, м	Вміст НП, мг/дм ³	Енергія проростання насіння, %		
			1 доба	2 доба	3 доба
Пшениця					
Контроль	--	0	0	96	96
№1	15	50	1	94	96
№2	1,5	300	0	92	93
Лен					
Контроль	--	0	0	24	75
№1	15	50	0	21	72
№2	1,5	300	0	17	66

Сніг є сорбентом забруднюючих речовин, що надходять повітряним шляхом, і є потенційним забруднювачем ґрунтових екосистем. Маємо на увазі, що ЕПН є короткостроковою біоіндикацією (3 доби), а приріст біомаси – довгостроковою (15 діб).

Таблиця 3.5 – Вплив вмісту НП у поверхневих стічних вод зимового сезону (сніг) на приріст біологічної маси різних культур рослин на 15 день пророщення.

Об'єкт дослідження	Вміст НП, мг/дм ³	Приріст біомаси, г	
		Пшениця	Лен
Контроль	0	2,95	0,496
№1	50	2,93	0,488
№2	300	2,22	0,475

Як видно з результатів досліджень при порівнянні двох міських доріг №1 та №2 майже з однаковою інтенсивністю руху, при збільшенні відстані концентрація НП в сніговому покриві зменшується майже у 6 разів, але навіть на відстані 15 м залишалась досить високою, що свідчить про атмосферний шлях перенесення НП.

При оцінці ЕПН льону було виявлено класичну динаміку пригнічення цього показника в залежності від підвищення концентрації НП у досліджуваних поверхневих стічних водах. У зразках №2, з найвищим вмістом НП (концентрація НП 300 мг/дм³), ЕПН льону була знижена на ~ 12%, а у зразку №1 з найнижчим вмістом НП цей показник був знижений майже на 4%. Натомість насіння пшениці виявили досить стійкими до такого політванту, як НП, ЕПН в нафтовмісному середовищі залишалась на рівні контрольного. Таким чином, можна стверджувати, що при використанні короткотривалого показника біоіндикації – ЕПН, доцільніше обирати такий фітооб'єкт, як льон, оскільки реакція його насіння за цим показником є більш вираженою.

В ході лабораторних досліджень встановлено, що у зразку №2 (концентрація НП 300 мг/дм³) зниження приросту біомаси у насіння пшениці склало 24,7%, а у льону – 4,4% у порівнянні з відповідними контролями, тобто суттєво співпадала з показниками оцінки ЕПН.

Таким чином, можна стверджувати, що при використанні більш тривалого показника біоіндикації – приріст біомаси, доцільніше обирати

такий фітооб'єкт, як пшениця, оскільки її реакція за цим показником є більш вираженою.

ВИСНОВКИ

1. У динаміці відстані встановлено, що зі збільшенням відстані від автомобільної дороги концентрація НП у сніговому покриві зменшується, але навіть на відстані 15 м вміст НП складає 50 мг/дм^3 , що свідчить про атмосферний шлях переносу НП.
2. Встановлено, що фізіологічний показник екологічного стану ґрунтів – ІД, зворотно корелює з концентрацією НП в ґрунтах, а біохімічний показник – КА, позитивно корелює з концентрацією НП в ґрунтах.
3. Відстань від автомобільної дороги до екологічно безпечної зони, розрахована за двома біоіндикаційними показниками ґрунтів (ІД, КА), виявилась однаковою, що підтверджує доцільність використання цих показників для екологічного моніторингу.
4. При використанні біоіндикаційного показника – ЕПН для оцінки екологічної небезпеки поверхневих стічних вод зимового сезону забруднених НП, найбільш доцільно використовувати насіння лену, оскільки їх реакція є найбільш показовою. Приріст біомаси є більш довготривалим показником біоіндикації, в цьому випадку доцільно обирати такий фітооб'єкт, як пшениця, оскільки її реакція є більш вираженою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Влияние автотранспорта на биотические компоненты среды: материалы V Международной студенческой электронной научной конференции [«Студенческий научный форум 2013»] / ГБОУ ВПО МО «Международный университет природы, общества и человека», Дубна, 2013. - С. 34-38.
2. Bileysh A. General structure of the system of ecological monitoring of motor transport and main highways of general usage in Ukraine / A. Bileysh // Автомобильный транспорт (Харьков, ХНАДУ). - 2006. - № 18. - С. 75-77.
3. Рябова О.В. Техногенное воздействие дорожно-транспортного комплекса на экосистемы придорожной полосы: диссертация на соискание ученой степени доктора техн. наук: 03.00.16 / Рябова Ольга Викторовна. – ВГАУ: 2006. - 459 с.
4. Биогеохимические основы экологического нормирования / [Башкин В. Н., Евстафьева Е. В., Снакин В. В. и др.]. – М.: Наука, 1993. – 211 с.
5. Орлов Д. С. Химия и охрана почв / Д.С. Орлов // Соровский образовательный журнал. – 1996. – №3. – С. 65-74.
6. Родзевич Н. Н. Геоэкология и природопользование / Родзевич Н. Н. – М.: Дрофа, 2003. – 255 с.
7. Юрченко В.А. Биоиндикация / Юрченко В.А. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 137 с.
8. Коровина Е.В. Вклад автотранспорта в трансформацию почвенного покрова придорожных зон / Е.В. Коровина, Г.А. Сатаров // Научный журнал «Современные наукоемкие технологии». Ульяновский государственный университет, Россия. Российская Академия Естествознания. №3. - 2009. - С. 17-19.
9. Антропогенные почвы. Генезис, география, рекультивация / [Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В.]. - Издательство: Ойкумена, 2003. - 270 с.

10. Глазовской Н. Ф. Современные подходы к оценке устойчивости биосферы и развитие человечества // Почвы. Биогеохимические циклы и биосфера. Развитие идей Виктора Абрамовича Ковды. К 100-летию со дня рождения. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 403 с.
11. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / [О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
12. Федорец Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.
13. Звягинцев Д. Г. Биология почв: [Учебник] / Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
14. Фомина Н.В. Методологические аспекты изучения биологической активности антропогенно-преобразованных почв / Н.В. Фомина // Сб. трудов молодых ученых «Молодые ученые - науке Сибири». – Вып.3. – Ч.1. – Красноярск. – 2008 – С.93-96.
15. Галстян А. Ш. Об устойчивости ферментов почв / А. Ш. Галстян // Почвоведение. – 1982. – № 4. – С. 108-110.
16. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:1994, IDT): ДСТУ ISO 11464:2001. - [Чинний від 2003-07-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2003. - 12 с. - (Національний стандарт України).
17. Методика виконання вимірювань «ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нафтопродуктів (неполярних вуглеводнів) гравіметричним методом»: МВВ № 081/12-0725-10. – [Чинна від 2011.06.18]. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2011. – 14 с.
18. Казеев К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. – Ростов на Д.: Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.

19. Юрченко В. А. Исследование влияния автомобильной дороги на экосистемы придорожного пространства / В. А. Юрченко, Л. С. Михайлова, М.В. Беспалова // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сборник научных трудов. Харьков, 2008. – Вып. 43. - С. 29-32.
20. Михайлова Л.С. Экологическая безопасность почв придорожного пространства в условиях техногенного загрязнения нефтепродуктами: диссертация на соискание ученой степени кандидата техн. наук: 21.06.01 / Михайлова Лариса Степановна. – Харьков: 2014. – 229 с..
21. Алиев С.А. Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв / С.А. Алиев, Д.А. Гаджиев // Изв. АН АЗССР. Сер. Биол. Наук. – 1977. – №2. – С. 46-49.