

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ,
ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Тамара
ДУДАР
« _____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

Тема: «Біоіндикаційне оцінювання токсичності ґрунтів забруднених нафтопродуктів»

Виконавець: студентка групи ЕК-401Б Стецюк Інна Геннадіївна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: канд. техніч.наук, доцент, доцент кафедри екології Черняк Лариса Миколаївна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

(підпис)

(П.І.Б.)

Явнюк А. А.

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Тамара ДУДАР

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Стецюк Інни Геннадіївни

1. Тема роботи «Біоіндикаційне оцінювання токсичності ґрунтів забруднених нафтопродуктів» затверджена наказом ректора від «19» квітня 2023р. №529/ст.
2. Термін виконання роботи: з 29.05.2023 р. по 25.06.2023 р.
3. Вихідні дані роботи: проби ґрунту, характеристика штучнозабруднених проб ґрунту, характеристика авіаційного палива марки ТС-1
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз проблеми забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, біоіндикаційне оцінювання токсичності ґрунтів забруднених нафтопродуктів, експериментальне дослідження фітотоксичності ґрунту забрудненого нафтопродуктами.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, графіки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Отримання теми завдання, пошук літературних джерел та законодавчої бази	19.04.2023	
2	Підготовка основної частини (Розділ I)	20.05.2023 – 25.05.2023	
3	Підготовка основної частини (Розділ II)	27.05.2023 – 01.06.2023	
4	Підготовка основної частини (Розділ III)	02.06.2023 – 06.06.2023	
5	Формулювання висновків та рекомендацій кваліфікаційної роботи	06.06.2023	
6	Оформлення пояснювальної записки до попереднього представлення на кафедрі, консультація з нормоконтролером	07.06.2023 – 09.06.2023	
7	Представлення роботи на кафедрі	10.06.2023	
8	Урахування зауважень, рекомендацій та підготовка до захисту	12.06.2023	
9	Захист кваліфікаційної роботи на кафедрі	25.06.2023	

7. Дата видачі завдання: «19» квітня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи (проекту): _____ Лариса ЧЕРНЯК
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____ Інна СТЕЦЮК
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Біоіндикаційне оцінювання токсичності ґрунтів забруднених нафтопродуктів»: 47 с., 13 рис., 4 табл., 21 літературне джерело.

Об'єкт дослідження: антропогенно-техногенні впливи на стан ґрунтів.

Предмет дослідження – проби ґрунту, штучнозабрудненого нафтопродуктами.

Мета роботи: оцінити фітотоксичність ґрунту забрудненого нафтопродуктами.

Методи дослідження: аналітичний, монографічний та експериментальні методи дослідження.

Результати бакалаврської роботи рекомендується використовувати під час проведення наукових досліджень та в практичній діяльності фахівців-екологів.

ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ, БІОІНДИКАЦІЯ, ФІТОТОКСИЧНІСТЬ,
НАФТОПРОДУКТИ, ҐРУНТИ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРИДОВИЩА НАФТОПРОДУКТАМИ	10
1.1. Негативний вплив нафтопродуктів на навколишнє середовище.....	10
1.2. Допустимий вміст нафтових продуктів в ґрунті.....	13
1.3. Основні джерела забруднення навколишнього середовища на підприємствах авіапаливозабезпечення.....	14
1.4. Висновки до розділу.....	17
РОЗДІЛ 2. БІОІНДИКАЦІЙНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТОКСИЧНОСТІ ҐРУНТІВ ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТІВ	19
2.1. Характеристика методів біоіндикаційного оцінювання якості ґрунтів, забруднених хімічними речовинами.....	19
2.2. Аналіз переваг і недоліків методів біоіндикаційного оцінювання якості ґрунтів, у порівнянні з іншими методами	24
2.3. Висновки до розділу.....	25
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ ҐРУНТУ ЗАБРУДНЕНОГО НАФТОПРОДУКТАМИ	27
3.1. Фітотоксичність та її роль у вивчених ефектах забруднень нафтопродуктами на рослинний світ.....	27
3.2. Актуальність проведення експериментальних досліджень фітотоксичності в контексті проблеми забруднення нафтопродуктами.....	30
3.3. Оцінка забрудненості ґрунтів нафтопродуктами на підприємствах авіапаливозабезпечення за допомогою рослинних тест-систем.....	31
3.4. Рекомендації, щодо покращення стану навколишнього природного середовища на територіях підприємствах авіапаливозабезпечення.....	42
ВИСНОВКИ.....	44

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ... 46

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ГДК – гранично допустимі концентрації;

ОДК – орієнтовно допустимі концентрації;

ФЕ – фітотоксичний ефект.

ВСТУП

Актуальність теми. Протягом усього життєвого циклу будь-яка сировина впливає на навколишнє середовище. Що стосується нафти і нафтопродуктів, то вони токсичні і канцерогенні для живих організмів. Оскільки в природі всі речовини рано чи пізно включаються в природний кругообіг, небезпечні екзогенні речовини призводять до зниження якості умов життя, а отже, до зростання захворюваності та смертності.

З одного боку, нафта є цінною сировиною для нафтопереробної та нафтохімічної промисловості, а з іншого боку, вона є серйозним забруднювачем, коли потрапляє в навколишнє середовище. Забруднення навколишнього середовища нафтою і нафтопродуктами порушує екологічну рівновагу і природну рівновагу екосистем, змінює екологію і трофічні групи біомів, токсично впливає на всі живі організми, в тому числі негативно на людину. Найважливішою і вирішальною причиною антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище є аварійні розливи нафти під час видобутку та транспортування нафти, кількість аварій, пов'язаних із розливами нафти, щороку зростає в силу різних причин. Одночасно змінюються фізико-хімічні параметри ґрунту, підземних і поверхневих вод, і можна чітко спостерігати фізіологічні зміни мікробних, грибкових і рослинних угруповань залежно від концентрації нафтопродуктів, починаючи від пригнічення активності ферментів і закінчуючи летальними наслідками.

У цьому контексті все більшого значення набувають питання підвищення антропогенної безпеки об'єктів, забруднених нафтопродуктами, та мінімізації антропогенного навантаження на компоненти навколишнього природного середовища. Для визначення гранично допустимого екологічного навантаження на навколишнє середовище, пов'язаного з надходженням нафти і нафтопродуктів, дуже доцільним є використання тестів на фітотоксичність. За результатами біологічних методів випробувань можна констатувати ступінь токсичності тієї чи іншої дози олії

для того чи іншого організму, враховуючи межі її екологічної цінності. Такий підхід може надати практичні поради щодо фітореMediaції та вибору фітогруп біологічної стадії для рекультивації забруднених нафтою ґрунтів.

Мета роботи: оцінити фітотоксичність ґрунту забрудненого нафтопродуктами.

Завдання роботи:

1. Аналіз проблеми забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами.

2. Аналіз переваг та недоліків біоіндикаційного оцінювання токсичності ґрунтів забруднених нафтопродуктів.

3. Експериментальне дослідження фітотоксичності ґрунту забрудненого нафтопродуктами.

Об'єкт дослідження – антропогенно-техногенні впливи вплив на стан ґрунтів.

Предмет дослідження – проби ґрунту, штучнозабрудненого нафтопродуктами.

Методи дослідження – аналітичний, монографічний та експериментальні методи дослідження.

Особистий внесок випускника: за допомогою досліджень на тест-рослинах було отримано інформацію про зміни рослинності підприємств авіапаливозабезпечення. Було виявлено деградацію рослинного покриву на даній території.

Апробація отриманих результатів. Результати кваліфікаційної роботи доповідалися на XXIII Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Політ. Сучасні проблеми науки» (Київ, Україна, 2023).

Публікації: 1 – тези доповідей.

Проскурня О., Стецюк І. Біоіндикаційне оцінювання токсичності ґрунтів забруднених нафтопродуктами // Політ. Сучасні проблеми науки : тези доповідей

XXIII Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Національний авіаційний університет. – Київ, 2023. – С. 104–106.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НАФТОПРОДУКТАМИ

Проблема забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами є серйозною проблемою, яка має широкий спектр наслідків. Нафтопродукти, такі як нафта, бензин, авіаційне паливо, дизельне паливо та інші, можуть дістатися до навколишнього середовища через аварії нафтопроводів, розливи палива, нелегальні скиди та інші джерела.

Ця проблема має негативний вплив на різні екосистеми. Нафтопродукти можуть забруднювати водні джерела, такі як річки, озера та моря, що призводить до загибелі водних організмів і порушення природного балансу. Крім того, забруднення нафтопродуктами може мати шкідливий вплив на земельні екосистеми, руйнуючи рослинні покриви і забруднюючи ґрунт.

Також важливо відзначити, що нафтопродукти мають негативний вплив на здоров'я людей. Вдихання випарів нафтопродуктів може спричинити проблеми з дихальною системою і підвищувати шкоду. Крім того, люди можуть отримувати шкідливі речовини забрудненою водою та харчовими продуктами.

Отже, для боротьби з проблемою забруднення нафтопродуктами необхідно забезпечити широкомасштабні заходи. Що включають в себе розробку та впровадження жорстких нормативів безпеки та екологічної відповідальності в галузі нафтопереробки та транспортування нафтопродуктів. Також важливо підтримувати ініціативи з підвищення ефективності використання енергії та розвитку альтернативних джерел палива.

1.1. Негативний вплив нафтопродуктів на навколишнє середовище

На сьогоднішній час нафта та нафтопродукти є найбільш розповсюдженими і основними техногенними забруднювачами, вуглеводні яких, мають здатність утворювати токсичні сполуки у ґрунтах, поверхневих та підземних водах. На відміну від інших забруднювачів, нафтопродукти відрізняються своєю леткістю, в'язкістю, розчинністю у воді, спроможністю всмоктуватися у пористі матеріали, тобто в ґрунт.

З кожним роком тенденція споживання нафти в Україні зростає, що зумовлює достатньо щільну мережу об'єктів нафтопродуктозабезпечення по всій території країни. За останні роки споживання нафтопродуктів становило 25 – 30 млн.т. Даний показник вказує на те, що нафтохімічне навантаження по областях відрізняється у 4 рази, в той час як еколого-геологічний ризик – у 2 рази. Такі високі показники свідчать, що майже вся територія країни знаходиться під загрозою техногенного забруднення. Більше 30 тис. га території України, тобто поля, ліса, водойми та ін. - забруднено нафтопродуктами. [1]

На кожен об'єкт довкілля нафтопродукти впливають по різному, проте цей вплив є лише негативним. Найчастіше забруднення водойм відбувається за рахунок розливу нафти, яка утворює плівку на поверхні води. Це зумовлено тим, що нафта має меншу густину, ніж вода. Дана плівка затримує дифузію газів з атмосфери у воду і порушує газовий обмін водойми, спричиняючи загибель живих організмів через дефіцит кисню. Асфікація риб у водоймищі відбувається за допомогою маслянистості речовини, яка покриває поверхню зябер тонкою плівкою, порушуючи газообмін. М'ясо риб набуває неусувного «нафтового» запаху і присмаку при концентрації нафти 0,1 мг/л.

Нафта, яка проникає в гумусовий горизонт спричиняє склеювання ґрунтової маси. В результаті чого порушується аерація та окислювально-відновлювальний потенціал, створюються анаеробні умови. В таких обставинах ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним, підвищується ерозія, вивітрювання тощо.[2]

Токсичність нафти має нервово-паралітичну дію на живі водні організми. При концентрації в 0,001 мл/дм³ зоопланктон уповільнює свій розвиток, а вже при концентрації 0,1 мг/дм³ – гине. Вуглеводні, які містяться в нафті, є в основному згубними на ранніх стадіях розвідку гідробіонтів, але вони не приводять до

достатньо швидкого та масового вимирання дорослих організмів. Згубною для ікри, молоді риб і ракоподібних є концентрація, яка коливається в діапазоні від 0,1 – 0,01 мг/дм³, тоді як на дорослі організми дана концентрація не дає токсичну дію.

Наркотична дія масел і нафтопродуктів у гідробіонтів пов'язана з розчинними компонентами, а необоротна токсична дія - з важкими фракціями, які порушують газо- і водообмін, процеси фільтрації, порушують зовнішню мембрану, проникають в організм, викликають хромосомні пошкодження.[3]

Особливістю олеогідрокарбонатів є те, що вони здатні вільно переходити з травного тракту в кров і жирову тканину, що створює небезпеку транспорту олеогідрокарбонатів у загальній трофічній ланці гідрогенізованого біома та проникнення цих речовин у тіло.

Гранично допустимі концентрації нафтопродуктів (ГДК) (у розчиненому та емульгованому стані) у водних об'єктах господарсько-питного призначення для культурно-побутового використання дорівнює 0,3 мг/дм³, для рибогосподарських вод - 0,05 мг/дм³. [4]

За результатами біологічних досліджень зразків дафнії із забрудненого нафтою злаково-зольного ґрунту встановлено, що внесення нафти в дозах 0,7 та 1,4 л/м² не має гострої токсичної дії на дафнію навіть при свіжих розливах тритижневої давності. Достовірна загибель дафній щодо контролю склала 21 % і 42 % особин відповідно. Зразки ґрунту, що містять дозу олії 4 л/м², виявили гостру токсичність – більше 50% смертності дафній, перед початком другого вегетаційного періоду.

Збільшення кількості вуглеводнів у ґрунті може призвести до зниження біорізноманіття видів і зменшення кількості організмів, більш чутливих і менш стійких до токсичної дії органічних сполук, що надходять. Встановлено, що навіть найнижчі концентрації нафти в ґрунті сприяють пригніченню процесів енергетичного і пластичного обміну нітрифікуючих бактерій. Коливання популяцій цієї групи мікроорганізмів були ідентифіковані як тестові відповіді в методі біологічних індикаторів нафтового забруднення. У той же час популяція бактерій, що спеціалізуються на руйнуванні нафти, зростала за допомогою синтетичних

ендоферментів. Дослідження вчених показали, що нафта і нафтопродукти, потрапляючи в ґрунт, стимулюють ріст азотфіксуючих бактерій, що сприяє використанню таких штамів, як *Azotobacter chroococcum* і ін. для очищення забрудненого середовища.

Всі вуглеводи впливають на серцево-судинну систему і показники крові (зниження гемоглобіну і еритроцитів), ураження печінки і ендокринних залоз. Особливості дії масляних парів і продуктів їх перетворення пов'язані з їх складом. Вміст ароматичних речовин в нафті низький, а за дією вона близька до дії бензинового дистилляту. Рідкі олії мають драматичний вплив на шкіру, викликаючи дерматити та екземи.

Тілесні жири та ліпіди частково розчиняються, коли пари бензину потрапляють у дихальні шляхи або всмоктуються в кров із шлунково-кишкового тракту. Бензин не тільки вражає центральну нервову систему, але також може викликати гострі та хронічні отруєння, іноді зі смертельними наслідками. Всі види бензину можуть мати значний вплив на серцево-судинну систему. Подразнення рецепторів викликає збудження кори головного мозку, що залучає до процесу гальмування органи зору і слуху.

Гостре отруєння бензином подібне до отруєння алкоголем і виникає при концентрації парів бензину в повітрі 0,005-0,01 мг/м³. При концентраціях 0,5 мг/м³ смерть настає майже миттєво. Внаслідок частого повторного отруєння бензином розвиваються нервові розлади, хоча повторні дрібні маніпуляції можуть призвести до звикання (зниження чутливості).[5]

1.2. Негативний вплив нафтопродуктів на навколишнє середовище

Відповідно до статті 9 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», підпункту 14, пункту 4 Положення про Міністерство охорони здоров'я України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 2015 року №267, наказом Міністерства охорони

здоров'я України від 14.07.2020 №1595, затверджено Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті, які 31 липня 2020 р. зареєстровано у Міністерстві юстиції України за №722/35005.

Цим нормативно-правовим актом, вперше в Україні встановлено величину гранично допустимої концентрації (ГДК) в ґрунті, з урахуванням фону (кларка), окремо для бензину — 0,1 мг/кг, бензолу — 0,3 мг/кг та нафтопродуктів — 1000 мг/кг.

РД 41-5804046-200-91 «Охорона навколишнього середовища при будівництві розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту і газ» визначено ОДК ґрунту – 4 г/кг, який широко використовується при аналізі забруднення ґрунту нафтопродуктами. Цей показник є дещо завищеним, і орієнтація на нього не гарантує об'єктивної оцінки, особливо враховуючи, що освітлення нафтових вуглеводнів у ґрунтах європейських країн становить від 0,01 до 0,5 г/кг, тоді як у великих містах України показники 1-3 г/кг є звичними. На територіях поблизу підприємств з переробки, видобутку та зберігання нафтопродуктів фон сягає 6 г/кг.[6]

1.3. Основні джерела забруднення навколишнього середовища на підприємствах авіапаливозабезпечення

Основною функцією авіазаправних підприємств є забезпечення своєчасної заправки повітряних суден шляхом підтримання необхідних запасів палива, підготовки до заправки та дозаправки повітряних суден. Сьогодні 75% втрат нафтопродуктів на цих корпоративних нафтобазах (рис. 1.1) становлять втрати від випаровування, що призводить не тільки до зниження якості продукції, але й до серйозного забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами.

З точки зору забезпечення екологічної безпеки ланкою найбільшого забруднення повітря є процес зберігання палива. Це пов'язано з фізико-хімічними властивостями палива, умовами зберігання та конструктивно-експлуатаційними характеристиками технічного обладнання. Основним фактором випаровування палива є високий тиск насиченої пари нафтопродуктів, тому посилюється перехід

летких фракцій у газову фазу. Випаровування збільшується через підвищення температури поверхні масла або зниження тиску газу в баку.[7]



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд резервуарів на складі зберігання палив

Під час зберігання нафтопродуктів у резервуарах відбуваються такі процеси, які спричиняють втрату палива: малі «дихання» резервуарів, великі «дихання» резервуарів, зворотні «видихи» резервуарів, вентиляції газового простору резервуарних ємностей тощо. Відсоткові частки, які наведені на рис. 1.2, показують кількість втрати нафти спричинені цими процесами.

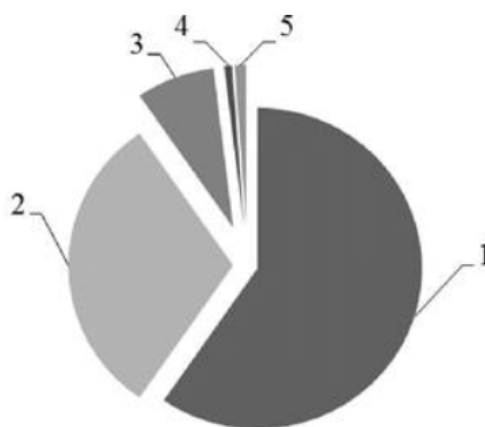


Рис. 1.2. Структура природних втрат нафтопродуктів: 1 – за рахунок вентиляції газового простору резервуара (62 %); 2 – за рахунок великого «дихання» резервуара (32 %); 3 – за рахунок малого «дихання» резервуара (8 %); 4 – за рахунок зворотного

«видиху» резервуара (0,8 %); 5 – інші види втрат (1,2 %) [8]

Втрати від малих «дихань» відбуваються за рахунок циклічних коливань температури і парціального тиску в газовому просторі резервуара, спричинених добовою дією сонячної радіації й атмосферних умов на стінки й дахи резервуарів. Тривалість циклу зазвичай дорівнює одному дню.

Втрати від великих «дихань» залежать насамперед від об'єму і температури палива, що закачується до резервуару, а також від концентрації парів нафтопродуктів в пароповітряній суміші, їх щільності й тиску.

Втрати через вентиляцію газового простору – втрати, що виникають через неправильне встановлення вентиляційних клапанів, недостатню герметизацію дахів резервуарів. Сума таких втрат іноді може перевищувати втрати від малих і великих «дихань». Вважається, що втрата вентиляції є результатом витoku у негерметичній верхній частині покрівлі резервуарів, через що вітер роздуває масляні пари, і газового сифону в просторі над паливом.

Існує також поняття зворотної втрати «видиху». Його суть полягає в тому, що після часткового або повного спорожнення резервуара газовий простір залишається ненасиченим парами нафтопродукту. При стаціонарному зберіганні залишків нафти газовий простір насичується за рахунок випаровування залишку. Цей процес супроводжується підвищенням парціального тиску пари в газовому просторі і підвищенням загального тиску. При досягненні загального тиску, рівного розрахунковому тиску роботи клапана видиху, в атмосферу викидається певний об'єм газоповітряної суміші, тобто зворотній «видих».[8]

В табл. 1.1 наведені дані про втрати нафтопродуктів, які значною мірою залежать від заповненості паливного баку та кліматичної зони місцевості, де він розташований.

Таблиця 1.1

Втрати нафтопродуктів від випаровування залежно від заповнення резервуара та кліматичних зон (% за рік) [8]

Об'єм заповнення резервуара, %	Середня зона	Південна зона
90	0,3	0,4
80	0,6	0,9
70	1,0	1,5
60	1,6	2,3
40	3,6	5,2
20	9,6	13,6

Також аварійні та експлуатаційні витікання нафти спричиняють велике забруднення навколишнього природного середовища. Серед експлуатаційних розрізняють: систематичні та разові, технологічні (дефекти у зварювальних з'єднаннях, корозійні порушення конструкційного матеріалу, недостатнє ущільнення технологічних з'єднань) та експлуатаційно-ремонтні (під час демонтажу, монтажу обладнання, проведення ремонтних робіт, експлуатаційних випробувань обладнання тощо). [9]

Встановлено, що вертикальна міграція нафтопродуктів залежить від їх фізико-хімічних властивостей, а саме: густини та в'язкості. Температура навколишнього середовища та властивості ґрунту, такі як вологість, щільність і гранулометричний склад, також сприяють проникненню забруднюючих речовин у ґрунт. Невчасний контроль витіку нафтопродуктів, що зберігаються у вертикальних резервуарах, через дефекти днища резервуарів-сховищ призводить до можливості безперервного просочування палива в ґрунт, накопичення та міграції в ґрунті та підземних водах.

Вчені показали, що існують межі природного вмісту нафти в ґрунтах, наприклад у ґрунтах із вмістом піску понад 50%, захисна функція яких припиняється, якщо навантаження забруднюючих речовин перевищує 10 л/м². Для дренованих піщаних і суглинних ґрунтів характерна можливість глибокого проникнення нафтопродуктів у ґрунт. Так, нафтопродукти можуть проникати на глибину 1 м і

більше, 10-20 л/м² - 10-30 см, коли забруднююче навантаження перевищує 50 л/м².

1.4. Висновки до розділу

З кожним роком тенденція споживання нафти в Україні зростає, що зумовлює достатньо щільну мережу об'єктів нафтопродуктозабезпечення по всій території країни. У зв'язку з цим негативний вплив вуглеводнів, що містяться в нафті, призводить до незворотніх наслідків. Всі живі організми страждають від великої концентрації нафтових продуктів. Якісний і кількісний склад ґрунту, підземних та поверхневих вод різко погіршується. Людська недбалість і нестійка нормативна база призводить лише до збільшення концентрації нафти у навколишньому середовищі.

Підприємства авіапаливозабезпечення мають не надійні резервуари та неправильну систему зберігання нафтопродуктів, що призводить до 75% втрат нафти на цих корпоративних нафтобазах. Втрати від випаровування призводить не тільки до зниження якості продукції, але й до серйозного забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами. Такі високі показники втрати нафтопродуктів вказують на те, що така система зберігання не зовсім відповідає сучасним вимогам, тому необхідно вдосконалювати і віднайти більш надійний метод збереження нафти.

Експлуатаційні і аварійні витіки нафти також впливають на стан навколишнього природного середовища. Невчасний контроль витіку нафтопродуктів, що зберігаються у вертикальних резервуарах, через дефекти дна резервуарів-сховищ призводить до можливості безперервного просочування палива в ґрунт, накопичення та міграції в ґрунті та підземних водах.

РОЗДІЛ 2

БІОІНДИКАЦІЙНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТОКСИЧНОСТІ ҐРУНТІВ ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТІВ

Ґрунти в біосфері виконують важливі екологічні функції. Він знаходиться в центрі всіх процесів обміну речовин і енергії в біосфері, відіграє ключову роль сполучної ланки, що з'єднує біологічні та геологічні цикли, є нішею для найрізноманітніших організмів.

Формування та підтримка різноманітності життєвих форм є однією з найважливіших екологічних функцій ґрунтів, яка досягається створенням умов, необхідних для життя організмів: харчових, фізико-хімічних, фізичних, гідротермальних та ін. Сумісні з екологічними умовами ґрунту, формування та функціонування мікробних угруповань, флори та фауни безпосередньо залежать від факторів середовища.

Біота і ґрунти в природних умовах пройшли довгий коеволюційний шлях. Нині їх тісний взаємозв'язок підтримується на різних рівнях структурно-функціональної організації системи. Ґрунти на вершині еволюції містять стабільну багатокомпонентну біоту з різноманітністю видів, форм життя та фізіологічних функцій, які відображають їх ідентичність. Однак континуум ґрунту та біорізноманіття, сформований еволюцією, дуже крихкий і може функціонувати збалансовано лише за умови збереження цілісності всіх його компонентів.

2.1. Характеристика методів біоіндикаційного оцінювання якості ґрунтів, забруднених хімічними речовинами

Сучасні дослідження підтверджують використання біологічних об'єктів для виявлення антропогенної деградації природних і порушених екосистем, визначення довгострокових тенденцій їх змін, буферної здатності біологічних систем до різних природних факторів.

Екологічна оцінка стану ґрунту включає біомоніторинг – використання живих організмів для контролю природних умов навколишнього середовища, біодіагностику – використання видів-індикаторів для визначення причини зміни умов середовища, включаючи біологічні індикатори та біологічне тестування.[10]

Основними вимогами до показників біологічної активності, які необхідно залучати при біодіагностичному дослідженні, є: великий обсяг інформації, висока чутливість, репрезентативність, методичність проведення, а саме дослідження повинно мати ознаки невеликих похибок і легкого визначення.

Є надія на досить загальний, відносно швидкий і недорогий біологічний тест. Незалежно від складу забруднюючих речовин вони можуть набувати повного токсикологічного профілю природного середовища. Рослинні індикатори є одним з основних біологічних методів оцінки стану природного середовища. Тестування рослин базується на чутливості рослин до екзогенних хімічних впливів, що проявляється у вигляді змін росту та морфологічних характеристик. Основними вимогами до застосування методів випробування рослин є: швидкість, доступність і простота проведення дослідів, відтворюваність і достовірність отриманих результатів, економічність.[11]

Основою для проведення біодіагностичних досліджень є біологічна активність ґрунту — це сукупний результат біохімічних процесів, що відбуваються одночасно і зумовлені життєдіяльністю ґрунтової мікробіоти.

Багатофункціональність мікроорганізмів дозволяє їм брати участь у протилежних біохімічних реакціях у ґрунтах, забезпечуючи при цьому функціонування екосистеми, продуктивність і гомеостаз. Біологічна діагностика ґрунтів дозволяє визначити характер і масштаби антропогенного впливу на ґрунтовий покрив на ранній стадії розвитку процесу.

В екологічних дослідженнях ґрунтів використовують два види екологічних критеріїв. Перший — природний стандарт, що відповідає незайманому, непорушеному ґрунту. Другий – техногенні екологічні стандарти, які формуються під тривалим впливом будь-якої діяльності людини. Для агроекосистем такими критеріями вважаються контрольні варіанти (ділянки), що піддаються

довгостроковому системному антропогенному впливу (Медведєв 2002).[12]

Щоб визначити та оцінити ступінь порушення екосистеми, будь-який її показник необхідно порівняти з показником непорушеної екосистеми, так звані критерії. Таким чином, еталони ґрунтів — це ґрунти у вихідному стані, які є своєрідним орієнтиром для всіх наступних порівнянь, у тому числі моніторингових, під час тривалих систематичних спостережень. Найбільш об'єктивним критерієм є незайманий і бажано повністю захищений ґрунт, вільний від впливу людини, щоб порівняння цього ґрунту з культивованим ґрунтом дозволяло зробити обґрунтовані висновки про зміни в останньому під впливом людини.

Ґрунтові мікроби є чутливими індикаторами середовища існування. Під впливом факторів різної природи і походження вони реагують на найменші зміни, що відбуваються в ґрунті, які на рівні вищих організмів, наприклад рослин, проявляються набагато пізніше. Сама мікробіота, її таксономічна і функціональна структура, біологічна активність можуть служити еколого-біохімічними індикаторами дії різноманітних антропогенних факторів і змін ґрунтово-кліматичних умов.[13]

Мікробіологічна характеристика ґрунту є найскладнішою частиною ґрунтової біодіагностики. Диференційована чутливість складу ґрунтового мікробного угруповання до дії різних біотичних і абіотичних факторів, у тому числі антропогенного впливу, призводить до втрати його найбільш нестійких зв'язків, порушуючи природний баланс між окремими популяціями мікроорганізмів. У свою чергу, це змінює інтенсивність різних етапів процесу кругообігу біоелементів, що призводить до деградації, висихання, порушення екологічних функцій і втрати родючості ґрунту. У фактичних і функціональних критеріях стану ґрунтового мікробного угруповання традиційно використовується кількість мікробних окремих типів та їх екотрофних і функціональних груп.

Будь-яке мікробне співтовариство складається з мікроорганізмів різних функцій і таксонів, які мають різні умови середовища, харчові та енергетичні потреби. Кількісне співвідношення між цими групами цілком залежить від умов зовнішнього середовища (абіотичних і біотичних факторів), які формують мікробне

співтовариство.[14]

Екологічний стан ґрунтів в агроєкосистемах характеризується різними показниками рівня їх біологічної активності залежно від типу й родючості самого ґрунту, а також застосовуваних агротехнічних прийомів по черзі.

При внесенні в ґрунт будь-якого субстрату кількісно та якісно змінюється мікробне співтовариство, особливо органічного походження, яке відрізняється за поживними речовинами, речовинним складом, інтенсивністю розкладання (деструкції) тощо, таким чином активуючи різні функціональні популяції ґрунтових мікробів. Слід враховувати, що деструкція органічної речовини та засвоєння придатних для використання продуктів її розпаду мікрофлорою та рослинами підвищує продуктивність агроєкосистем не лише щодо доступу до сільськогосподарської продукції, а й щодо відновлення, збереження та реставрація. Підвищення родючості ґрунтів є дуже актуальним завданням сучасної аграрної екологічної науки.

Важливим показником стану ґрунтового мікробного угруповання є співвідношення чисельності певної екотрофної мікробіоти, за яким розраховують коефіцієнт закріплення мінералізації, коефіцієнт оліготрофності, коефіцієнт сапротрофності, коефіцієнт гуміфікації тощо. Вони вказують на мікробні процеси, що відбуваються в ґрунті в напрямку деградації або відновлення родючості.

Видову різноманітність мікробних угруповань оцінювали за допомогою екологічного індексу Шеннона та Сімпсона. Багато дослідників вважають, що здатність екосистем підтримувати гомеостаз, тобто стан гомеостазу, визначається складністю поліфункціональних зв'язків і видовим різноманіттям ґрунтових мікроорганізмів.[15]

Структура ґрунтових мікробних угруповань може змінюватися у відповідь на параметри навколишнього середовища і, таким чином, служити діагностичним критерієм. Зокрема, у структурі мікробного співтовариства високу частку мікроорганізмів або зростаючих бактерій у ґрунті було запропоновано використовувати як індикатор відновлення екосистеми до природного стану.

Певні види мікроорганізмів також використовуються як досліджувані. Зокрема,

бактерії роду *Azotobacter* використовувалися як індикатори сприятливого екологічного стану ґрунтів та їх родючості в більшості досліджень екологічного стану ґрунтів. Види *Azotobacter chroococcum* особливо чутливі до негативної дії природних і антропогенних факторів, особливо забруднюючих речовин.

Мікробна біомаса є важливим, живим і нестабільним компонентом органічної речовини ґрунту та його природного мікробного потенціалу, що робить цей показник широко корисним для оцінки стану мікробних спільнот і ґрунтів.[16]

Стандартна програма моніторингу ґрунтів в Україні передбачає наступні біологічні діагностичні показники: активність фіксації азоту, активності нітрифікації, амоніфікації, денітрифікаційної здатності, пероксидази, поліфенолоксидази, дегідрогенази, інвертази та сумарної біологічної активності – продукція вуглекислого газу.

Крім того, у дослідницькій практиці широко використовуються комплексні показники екологічного стану ґрунту: відхилення чисельності мікробів від природної норми, вміст органічного вуглецю, вміст вуглецю та азоту в ґрунті тощо. Мікробна біомаса, мікробна частка загального органічного вуглецю в ґрунті, загальна біогенність тощо.

Під впливом різних біотичних і абіотичних факторів активність ферментів є одним із важливих показників, що визначають стан і активність ґрунтових мікробних угруповань. Дослідження в цьому напрямі проводили багато вчених (Аюпов 2011; Фогарті 2012; Шукла 2012), які встановили високу ефективність і перспективність використання даного показника для діагностики динаміки родючості ґрунтів під впливом різноманітних антропогенних і природних факторів на екосистеми. Ґрунт виконує найважливіші біогеологічні функції: гумусово-енергетичну, живильну, санітарно-відновлювальну та ін. Результати показали, що активність ґрунтових ферментів може бути використана як додатковий діагностичний індикатор родючості ґрунту та чутливий показник для оцінки ступеня деградації ґрунту в природних екосистемах. Ферментативний потенціал ґрунту залежить від життєздатності ґрунтової біоти, складу мікробіоти, тому будь-які зміни мікробіоти відображаються на активності ферментів.[17]

Ґрунтова мікробіота є невід’ємним компонентом, який відіграє провідну роль у багатьох біологічних процесах, що відбуваються в природних і змінених екосистемах. Ґрунтова біологічна діагностика, особливо біологічні індикатори та біологічні тести, дозволяє комплексно оцінити екологічний стан ґрунту з урахуванням його біологічних особливостей та функціональних показників мікробного співтовариства, які є більш динамічними та дозволяють діагностувати будь-які зміни природного середовища на ранніх стадіях. Мікроорганізми вносять значний внесок у комплексні показники біологічної активності, виступають відновниками органічних залишків, антропогенних забруднювачів, беруть участь у виконанні однієї з найважливіших функцій ґрунтів – перетворенні речовини та енергії в природних і змінених екосистемах.

У комплексних дослідженнях якості ґрунтів для подальшого раціонального використання якості ґрунтів необхідно враховувати біодіагностичні показники, оскільки вони є інформативними та дозволяють оперативно оцінити різні рівні антропогенного навантаження на едафотопи наземних екосистем.

2.2. Аналіз переваг і недоліків методів біоіндикаційного оцінювання якості ґрунтів, у порівнянні з іншими методами

Біологічні індикатори можуть визначати не тільки зміни окремих фізичних або хімічних параметрів, але й загальні системні зміни в біологічних спільнотах, тим самим прогнозуючи подальший розвиток подій. Рослинність можна використовувати не тільки як індикатор окремих факторів навколишнього середовища, а й загальних умов: типу ґрунту чи клімату, гірських порід, сільськогосподарських угідь. Біологічними індикаторами можуть бути лише ті рослини, які мають чітку реакцію на аномалію. Зовнішні подразники впливають на кислотність середовища, щільність кореневої системи.[18]

Так само як біологічні індикатори можна використовувати тварин, гриби та мікроорганізми. На біологічних об’єктах найкраще спостерігати безпосередню дію та віддалені наслідки дії специфічних забруднюючих речовин (забруднювачів) або

ксенобіотиків (речовина чужорідна для біосфери, яка природою не синтезується, наприклад пестициди, мийні засоби, мінеральні добрива ...).

Отже, перевагами біологічного індикаторного методу є:

- узагальнити важливі біологічні дані про навколишнє середовище;
- здатність справлятися з короткочасними і масштабними викидами токсичних речовин;
- реагувати на швидкість змін навколишнього середовища;
- визначати, де накопичуються забруднювачі та як вони мігрують;
- можливість ранньої оцінки шкідливого впливу отрут на людину і тваринний світ і регулювання допустимого навантаження на екосистеми.

До недоліків біологічних індикаторних методів можна віднести те, що вони не дають інформації про об'єктивні фізико-хімічні характеристики чинного стресора, часто для отримання статистично значущих результатів потребують більшої повторності.

Тому біологічні індикатори мають певні переваги як метод отримання прямої інформації про зміни стану біоти за конкретних умов забруднення, але вона повинна поєднуватися з хімічними та геофізичними дослідженнями для отримання не тільки якісних, а й кількісних показників.[19]

2.3. Висновки до розділу

Підсумовуючи важливість біоіндикаційних методів дослідження, необхідно зазначити, що ґрунт забруднюється різними шкідливими хімікатами, пестицидами, відходами сільського господарства, промислового виробництва та комунального господарства. Потрапляючи в ґрунт, сполуки накопичуються і викликають поступові зміни хімічних і фізичних властивостей ґрунту, зменшуючи чисельність організмів і знижуючи родючість ґрунту. Оскільки ґрунт є невід'ємною частиною біосфери і відіграє найважливішу роль у суспільному житті всієї землі, надзвичайно важливим є вивчення стану та змін ґрунту під впливом діяльності людини.

Тому існує потреба в методі оцінки забруднення ґрунту, який міг би

об'єктивно описати стан ґрунту, тобто наскільки добре він здатний виконувати покладені на нього функції. Метод біоіндикації забруднених ґрунтів відповідає сучасним вимогам дослідження забруднених ґрунтів. Біоіндикація є найбільш відповідним методом визначення загальної токсичності ґрунту. Він доступний і простий у використанні, не потребує складного лабораторного обладнання та може бути рекомендований дослідникам будь-якого рівня підготовки. Проте існує і ряд недоліків цього тестування, які не можливо ігнорувати при проведенні дослідів. Тому для більш достовірних результатів необхідно віднайти більш надійний метод індикації забруднених ґрунтів або покращити результативність біоіндикації.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ ГРУНТУ ЗАБРУДНЕНОГО НАФТОПРОДУКТАМИ

Практично всі процеси з використанням нафти та нафтопродуктів супроводжуються постійними втратами через випаровування, аварійні розливи, скиди промислових стоків тощо. Це призводить до забруднення навколишнього середовища та його негативного впливу на всі його компоненти. Потенційними джерелами забруднення є об'єкти, пов'язані з видобутком, переробкою, зберіганням і використанням нафтопродуктів.

Забруднення нафтою викликає глибокі зміни всіх властивостей ґрунтів, знижуючи їх родючість. Це спричинює погіршення водно-повітряних- і фізико-хімічних властивостей, поглинальної здатності, зменшення запасів мінеральних поживних речовин рослини.

Втрата родючості ґрунту пов'язана як з прямою гербіцидною дією легких фракцій олії, так і з погіршенням агрохімічних, агрофізичних і біологічних властивостей ґрунту.

Шкідливий вплив смолисто-асфальтенових сполук нафтопродуктів на ґрунт полягає не стільки в хімічній токсичності, скільки в зміні гідрофізичних властивостей ґрунту. Як правило, смоло-асфальтенові компоненти адсорбуються у верхньому гумусовому шарі, а пори в ґрунті зменшуються. Гідрофобні компоненти, що покривають коріння рослин, можуть серйозно погіршити водопостачання рослини, що призведе до загибелі рослини.

Рекультивация земель є найбільш перспективним методом видалення з ґрунтів нафтопродуктів усіх видів і включає комплекс заходів, спрямованих на відновлення територій, забруднених аварійними розливами нафти і нафтопродуктів. На даний момент найбільш перспективним методом очищення нафтозабруднених ґрунтів є фітореMediaція як з економічної, так і з екологічної точки зору.[20]

3.1. Фітотоксичність та її роль у вивчених ефектах забруднень нафтопродуктами на рослинний світ

Фітотоксичність — здатність пестициду чи іншої речовини чинити токсичну (отруйну) дію на рослину. Ознаки ураження культурних рослин пестицидами різноманітні, що може проявлятися у: зниженні схожості та енергії проростання насіння, зменшенні накопичення сухої речовини. Сполуки (пестициди та добрива) можуть: спричинити хлороз листя, опадання, опік; спричинити утворення стерильного пилку, осипання зав'язі, пошкодження плодів, перешкоду нормальному формуванню плодів, поширення деяких тканин і органів, пригнічення росту та розвитку рослин; деформацію, порушення обміну речовин, накопичення в посівах залишків пестицидів, зниження врожаю, погіршення якості плодів.

Через свою природу та масштаби використання однією з найнебезпечніших речовин для забруднення там, де вона знаходиться, залишається нафта – комплекс із майже 3000 компонентів, більшість із яких легко окислюються. Ось чому розлита нафта та нафтопродукти надзвичайно токсичні для рослин і організмів. Основна екологічна проблема, яка виникає, коли нафта потрапляє на землю, пов'язана з ґрунтовими водами: нафта просочується крізь ґрунт і потрапляє в ґрунтові води, утворюючи лінзи, які плавають на поверхні води.

Нафта - це рідкий природний розчин, що складається з великої кількості вуглеводнів різної будови і полімерної смоли - асфальтенів. У ньому розчинена певна кількість води, солей і мікроелементів, в основному: С - 83-87%, Н - 12-14%, N, S, О - 1-2%, менше - 3-6% (згідно на рахунок S). Крім того, багато мікроелементів становлять одну десяту і одну соту частину масла.

Еколого-геохімічними характеристиками основних компонентів нафти є вміст легких фракцій (температура кипіння 2000 °С), метану (включаючи твердий парафін), циклічних вуглеводнів, смол, асфальтенів і сполук сірки.

Твердий парафін важко руйнується і окислюється на повітрі. Він може надовго «закрити» всі пори ґрунтового покриву, позбавивши ґрунт можливості вільного водообміну та дихання. В основному це призводить до повної деградації біоми.

Ароматичні вуглеводні є найбільш токсичними компонентами нафти. У концентрації всього 1% у воді вони вбивають всю рослинність у воді.

Згубний вплив на навколишнє середовище компонентів смоли на екосистеми ґрунту полягає не в хімічній токсичності, а в значних змінах фізичних властивостей ґрунтової води. Якщо нафта просочується зверху, її смолисто-асфальтеновий компонент вбирається, головним чином, у верхній гумусовий шар, іноді міцно цементуючи його. Одночасно зменшується пористість ґрунту.

Асфальтеновий компонент смоли є гідрофобним. Вони обвивають коріння рослини, сильно перешкоджаючи доступу води, і в результаті рослина гине.

Вивчення трансформації нафти, яка потрапляє в ґрунти в результаті розливів або витоків із місць зберігання чи транспортування, необхідне для розуміння механізмів самоочищення та відновлення ґрунтів, порушених технологічними причинами.

Забруднення нафтою створює нове екологічне середовище, що призводить до глибоких змін або повної трансформації всіх аспектів природного біома. Загальною рисою всіх нафтозабруднених ґрунтів є обмежена зміна чисельності та видового різноманіття педобіонтів (ґрунтової мезофауни та мікрофауни та мікроорганізмів).

Типи реакції різних груп педобіотів на забруднення неоднозначні:

1) Масова загибель ґрунтової мезофауни: через три дні після аварії більшість видів ґрунтової фауни повністю зникають або становлять лише 1% контрольних тварин: навіть легкі фракції нафти стають для них токсичними.

2) Після короткочасного пригнічення ґрунтовий мікробний комплекс реагує на забруднення нафтою збільшенням загального об'єму та підвищенням активності. По-перше, це стосується вуглеводнеокислюючих бактерій, чисельність яких різко зростає порівняно з незабрудненим ґрунтом. Розвиваються так звані «професійні» групи, які займаються утилізацією вуглеводнів на різних етапах.

3) Максимальна кількість мікроорганізмів відповідає діапазону бродіння і вони зменшуються відповідно до профілю ґрунту зі зменшенням концентрації вуглеводнів. Основний «сплеск» мікробної діяльності припадає на другу стадію природного розкладання нафти.

4) При розкладанні нафти в ґрунті загальна чисельність мікроорганізмів близька до фонового значення, але кількість нафтоокислювачів перевищує таку ж популяцію в незабрудненому ґрунті протягом тривалого часу (південний хвойний ліс - 10-20). років).

5) Зміна екологічних умов призводить до пригнічення фотосинтетичної діяльності рослинних організмів. По-перше, це впливає на розвиток ґрунтових водоростей: від їх часткового пригнічення і заміни одних груп іншими до випадання окремих груп або повної загибелі всієї альгофлори. Сира нафта і мінеральна вода особливо пригнічують ріст водоростей.

6) Зміни фотосинтетичної функції вищих рослин, особливо злакових. Наприклад, в умовах південних хвойних лісів забруднення настільки велике (більше 20 л/м²), що рослини не можуть нормально розвиватися навіть через рік на забрудненому ґрунті. У забрудненому ґрунті знижується активність більшості ґрунтових ферментів (Н.М. Ісмаїлов, Ю.І. Пиковський, 1985). За будь-якого рівня забруднення пригнічуються гідролази, протеази, нітроредуктази та дегідрогенази ґрунту, а активність уреази та каталази підвищується.

7) Дихання ґрунту також швидко реагує на забруднення нафтою. У перший період, коли мікробне співтовариство було придушене великою кількістю вуглеводнів, інтенсивність дихання зменшувалась і посилювалася в міру збільшення кількості мікроорганізмів.

Тому природний процес відновлення біогеоугруповань на забруднених територіях відбувається повільно, а швидкості формування екосистем на різних рівнях різні. Крім того, формування сапрофітних комплексів відбувалося набагато повільніше, ніж мікробні спільноти та рослинний покрив. [20]

3.2. Актуальність проведення експериментальних досліджень фітотоксичності в контексті проблеми забруднення нафтопродуктами

Актуальність проведення експериментальних досліджень фітотоксичності забрудненого нафтопродуктами ґрунту в контексті проблеми забруднення

нафтопродуктами є надзвичайно важливою. Ось деякі ключові причини, чому це дослідження є актуальним:

1) Охорона довкілля: забруднення нафтопродуктами є серйозною проблемою для довкілля, оскільки вони можуть мати шкідливий вплив на біорізноманіття та екосистемні процеси. Розуміння рівня фітотоксичності нафтопродуктів є важливим кроком у визначенні масштабу забруднення та розробці ефективних стратегій відновлення.

2) Здоров'я людей: забруднення нафтопродуктами може мати прямий вплив на здоров'я людей через забруднення питної води та продуктів харчування. Рослини, які зростають у забрудненому ґрунті, можуть накопичувати токсичні сполуки, які потім можуть потрапляти в харчовий ланцюг. Дослідження фітотоксичності допомагають оцінити потенційні ризики для здоров'я людей та розробити заходи для запобігання таким ризикам.

3) Відновлення забруднених ділянок: розуміння рівня фітотоксичності забрудненого ґрунту є важливим для визначення ефективних методів відновлення пошкоджених ділянок. Дослідження фітотоксичності дозволяють встановити, які рослини можуть вирости на забруднених ділянках, які види можуть очищувати ґрунт від нафтопродуктів та які методи фітотехнологій можуть бути застосовані для відновлення пошкоджених екосистем.

4) Розробка політики та законодавства: результати досліджень фітотоксичності можуть бути використані при розробці політики та законодавства щодо обмеження використання нафтопродуктів, контролю за їх розливами та способами відновлення забруднених ділянок.

5) Новітні технології: дослідження фітотоксичності сприяють розробці новітніх технологій фітотехнології, які використовують рослини для очищення забруднених ґрунтів. Розуміння механізмів фітотоксичності може сприяти вдосконаленню таких технологій та підвищенню їх ефективності.

Усі ці причини підкреслюють важливість проведення експериментальних досліджень фітотоксичності забрудненого нафтопродуктами ґрунту. Це дозволяє зрозуміти вплив нафтопродуктів на рослинний світ, розробити ефективні заходи для

відновлення та охорони довкілля та сприяє розвитку новітніх технологій у цій галузі.

3.3. Оцінка фітотоксичності ґрунту, штучнозабрудненого нафтопродуктами за допомогою рослинних тест-систем

У разі забруднення нафтопродуктами порушуються структурно-функціональні характеристики ґрунтової екосистеми, знижується продуктивність земель, змінюються морфологічні, фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту.

Морфологічні зміни включають: більш темний колір, більшу щільність, наявність нафтової плівки, стовпчасту структуру в нижній частині ґрунтового профілю та зміцнення порівняно з незабрудненим ґрунтом. У забрудненому нафтою ґрунті верхня частина профілю чорна, сірувато-бура, а нижня темно-бура, коричнево-коричнева. Коли частинки ґрунту загортаються в масляну плівку, колір поверхні ґрунту змінюється, спричиняючи зниження його спектрального відбиття, що призводить до більшого потепління.

Вплив нафтового забруднення на рослини відбувається двома шляхами: прямим, за рахунок проникнення компонентів нафти через продири кореня або листя і бере участь в обміні речовин, і опосередкованим, за рахунок зміни фізико-хімічного складу ґрунту і, отже, порушенням його біологічних властивостей. Проникнення компонентів рідкої фракції нафтопродуктів у рослинні організми через кореневу систему може призвести до мутагенних реакцій, морфогенезу та фенологічних відхилень від нормального розвитку.

Метою дослідження була оцінка фітотоксичності ґрунту, штучнозабрудненого нафтопродуктами, з метою встановлення залежності індексу фітотоксичності ґрунту від рівня ОДК авіаційного палива у досліджуваних пробах ґрунту.

На першому етапі дослідження було проведено біотестування 5-ти проб ґрунту за стандартною методикою (ростовим тестом), з використанням у якості біотесту насіння Кресс-салат (лат. *Lepidium sativum*).

Для початку потрібно було відібрати по 10 насінин Кресс-салату для п'яти проб. Вони були необхідні для того, щоб проростити їх в чашках Петрі на дерново-

підзолистому чистому ґрунті з додаванням авіаційного палива. Чистий ґрунт штучно забруднювався авіаційним паливом з різною концентрацією забруднення. На чистий ґрунт, який ми взяли для проби, вносили нафтопродукт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Характеристика досліджуваних проб

№ проби	Зразок
1	контроль (чистий ґрунт, без хімічного забруднення)
2	1 ОДК (0,04 г палива ТС-1)
3	10 ОДК (0,4г палива ТС-1)
4	100 ОДК (4 г палива ТС-1)
5	1000 ОДК (40 г палива ТС-1)

Матеріали та методи: для експерименту використовували насіння салату, яке було розміщене в чашках Петрі, термостат, воду та авіаційне паливо марки ТС-1.

Порядок проведення експериментальних досліджень:

1. Для штучного забруднення проб ґрунту нафтопродуктами необхідно було підготувати насіння салату по 20 штук на кожен пробу ґрунту (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Відбір насіння

2. Підготувавши насіння необхідно було розмістити його в 5-ти пробах досліджуваного ґрунту в чашках Петрі (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Підготовлені проби ґрунту для біотестування

3. Для штучного забруднення чотирьох проб ґрунту було використано авіаційне паливо марки ТС-1 у різній кількості по відношенню до ОДК. Відповідно до РД 41-5804046-200-91 «Охорона навколишнього середовища при будівництві розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту і газ» ОДК нафти та нафтопродуктів для ґрунту становить 4 г/кг (табл.3.1).
4. Забруднивши насіння салату авіапаливом необхідно було зволожити проби ґрунту відстояною водою, для того, щоб насінню вистачило вологи для росту рослини. Після цього розмістили проби у термостаті для пророщування на протязі трьох діб (рис.3.3).



Рис. 3.3. Готові проби ґрунту

- Після трьохденного пророщування рослини були помітні перші корінці рослин, за якими можна було продовжувати експеримент впливу нафтопродуктів на рослини (рис.3.4).

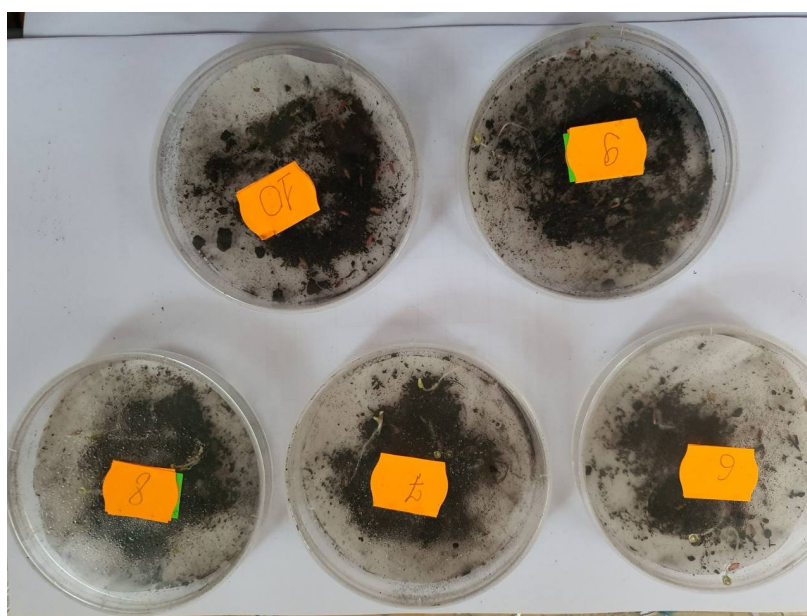


Рис. 3.4. Досліджувані проби після пророщування

В першій пробі ґрунту, тобто контролі, з 20 насінин салату зійшли 6 (рис. 3.5).

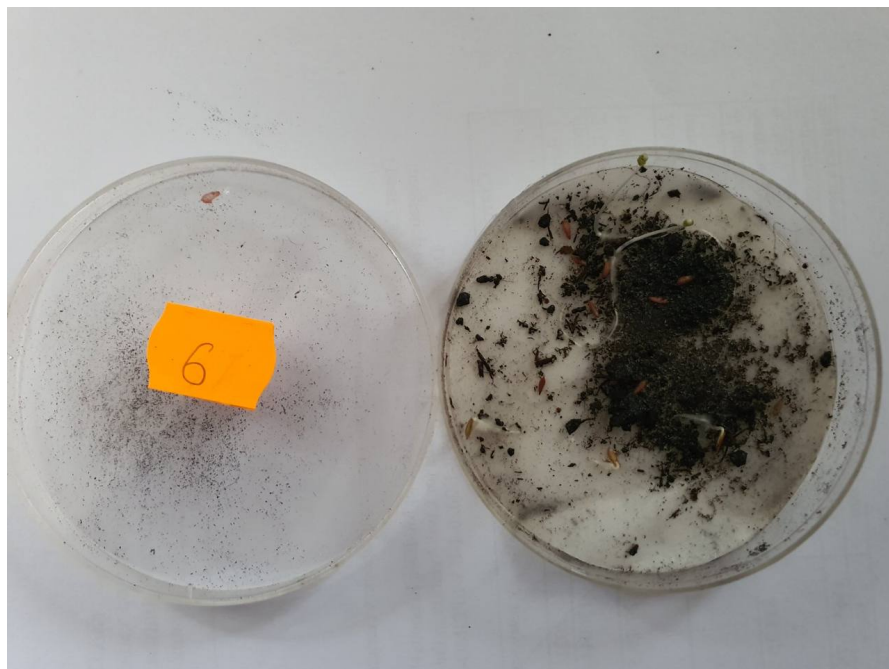


Рис. 3.5. Перша проба після пророщування

В другій чашці Петрі з додаванням вже авіаційного полива зійшли так само як і в першій пробі 6 насінин із 20 (рис. 3.6).

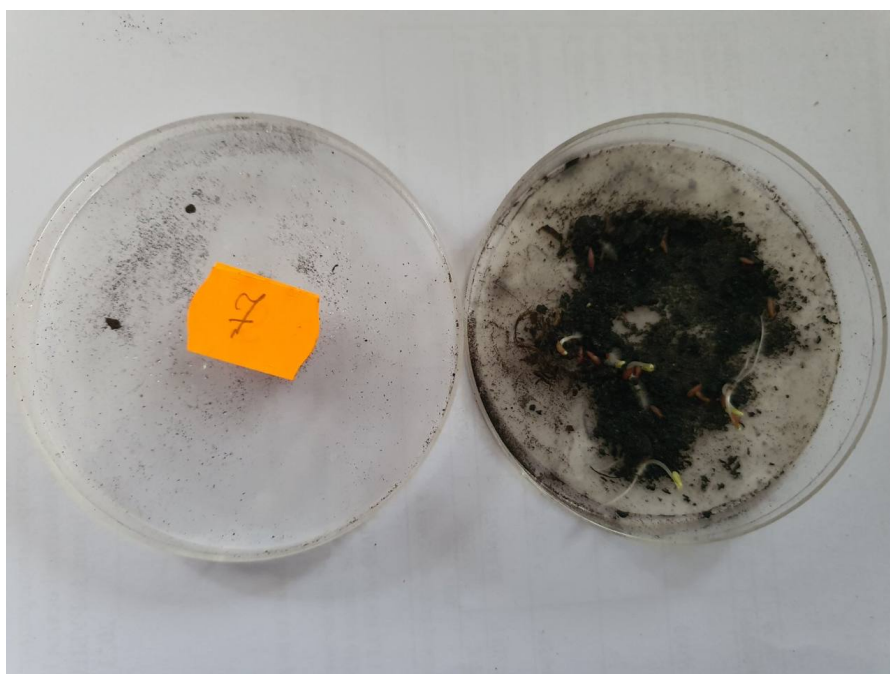


Рис. 3.6. Друга проба після пророщування

В третій чашці зі збільшеною дозою нафтового продукту зійшла рівно половина насінин, тобто 10 штук (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Третя проба після пророщування

В четвертій пробі проросло лише 5 із 20 насінин (рис. 3.8).

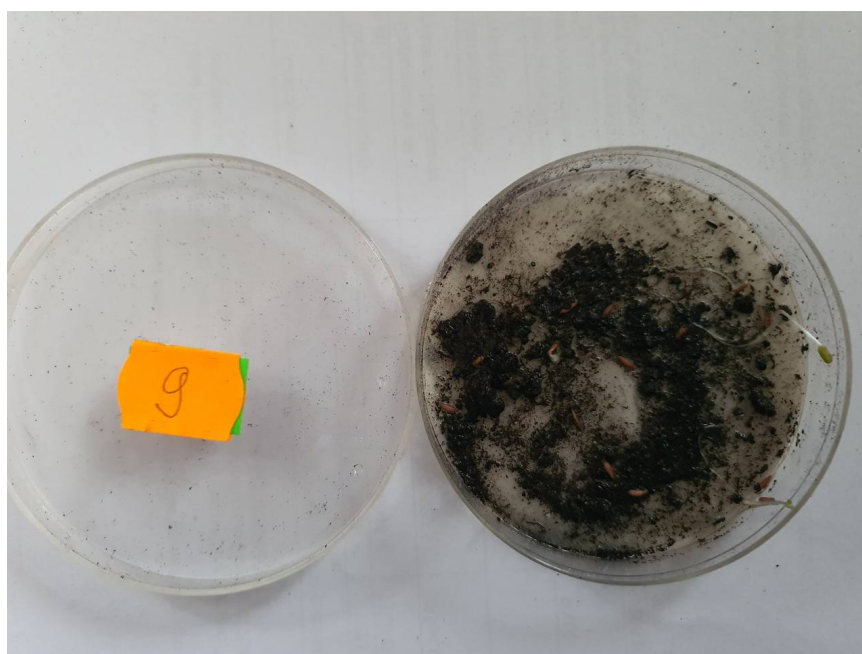


Рис. 3.8. Четверта проба після пророщування

В останньому досліді з найбільшою концентрацією штучно введеним авіаційним паливом зійшло лише 2 насінини (рис. 3.9).

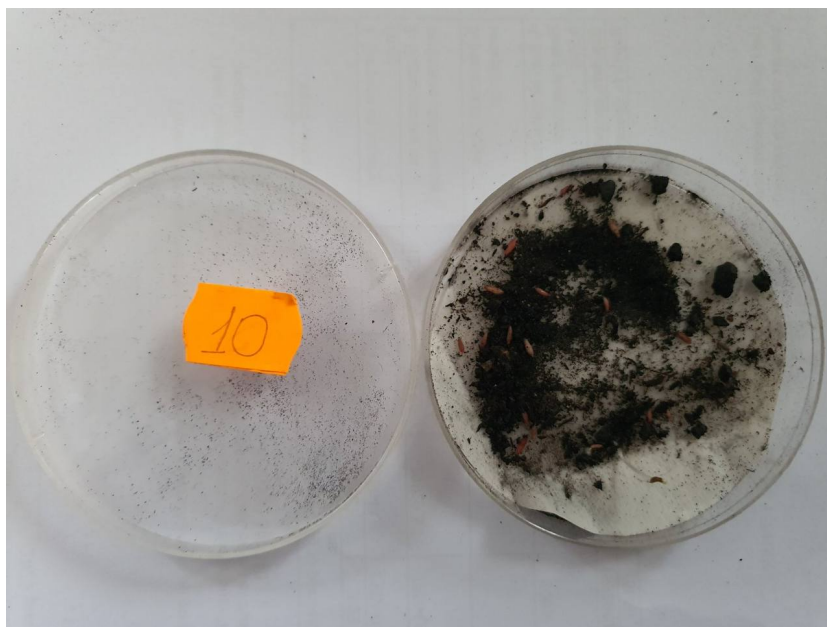


Рис. 3.9. П'ята проба після пророщування

6. На третій день проростання рослини визначали ростові характеристики біотесту за допомогою звичайної лінійки.

Дані залежності ростових характеристик біотесту від вмісту нафторпродуктів у ґрунті, представлені на рис. 3.11.

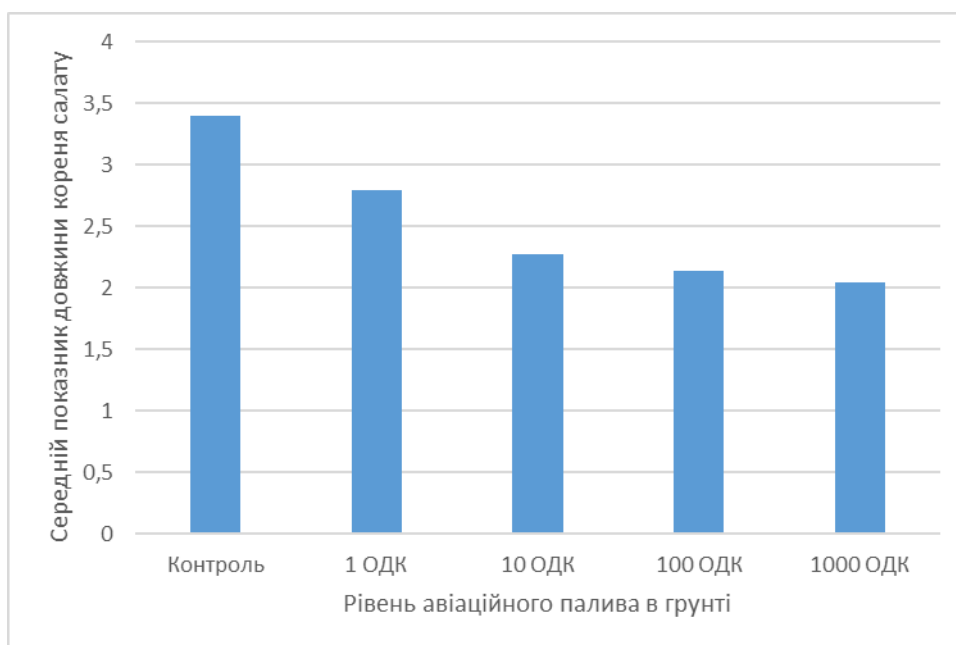


Рис. 3.11. Залежність ростових характеристик салату від вмісту авіаційного

палива марки ТС-1

У результаті аналізу отриманих при виконанні експериментальних досліджень, можемо зробити висновок про те, що даний вид рослин є чутливим до збільшення рівня забруднення ґрунту авіаційним паливом. Чим більша концентрація нафтопродукту тим менша довжина рослини. Паливо пригнічує ріст рослини, про що свідчать показники і порівняння проб з контролем.

Наступним кроком було провести розрахунок індексу фітотоксичності проб ґрунту, штучнозабруднених авіаційним паливом марки ТС-1.

Фітотоксичний ефект (ФЕ, %) визначали у відсотках за довжиною кореневої та наземної частини за формулою (3.1.) і даними (табл.3.2) наведеної нижче:

$$(3.1.)$$

де L_0 – це середня довжина кореневої чи надземної частини рослин, вирощених на зразках ґрунту з контрольної точки; L_x – це середня довжина кореневої чи наземної частини рослин, вирощених на ґрунті з досліджуваних ділянок.

Таблиця 3.2.

Індекс фітотоксичності на 3,5 та 7 доби

Індекс фітотоксичності ґрунту		
№ проби	Корінь	Стебло
I	2,1	1,3
II	1,7	1,1
III	1,28	1
IV	1,2	0,94
V	0,65	1,4

- 1) - для першої забрудненої проби ґрунту;
- 2) - для другої штучно забрудненої проби ґрунту;
- 3) - для третьої забрудненої проби;

4) - для четвертої проби ґрунту.

Результати розрахунків наведено нижче, на рис.3.12.

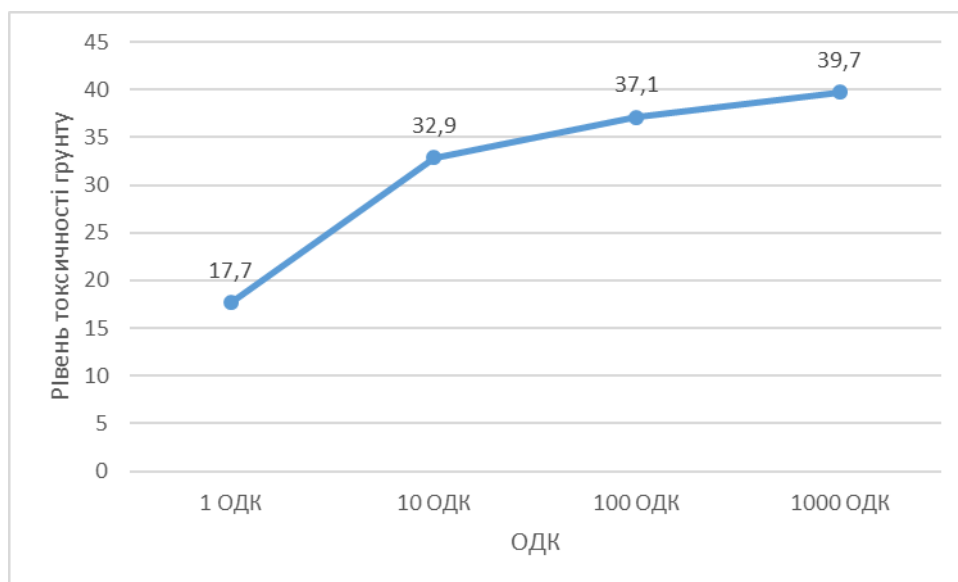


Рис. 3.12. Порівняльна характеристика залежності індексу залежності індексу фітотоксичності кореню від рівня ОДК у ґрунті

Згідно розрахунків також визначили оцінку рівня токсичності ґрунту за п'ятибальною шкалою (табл.3.3).

Таблиця 3.3.

Шкала рівнів фітотоксичності ґрунту

Фітотоксичний ефект, %	Рівень токсичності
0-20	Відсутній або слабкий рівень
20,1-40	Середній рівень
40,1-60	Вище середнього рівня
60,1-80	Високий рівень
80,1-100	Максимальний рівень

Згідно цієї таблиці фітотоксичний ефект проб коливався в межі від 17,7% до 39,7%. Тобто перша штучнозабруднена авіаційним паливом проба мала слабкий рівень токсичності, всі інші проби ґрунту мали середній рівень токсичності. Порівнявши результати розрахунків зі шкалою фітотоксичності можна зробити

висновок, що чим більша концентрація палива в ґрунті тим буде більший рівень токсичності самого ґрунту.

3.4 Рекомендації, щодо покращення стану навколишнього природного середовища на територіях підприємствах авіапаливозабезпечення

Для покращення стану навколишнього природного середовища на територіях підприємств авіапаливозабезпечення можна рекомендувати наступні заходи:

- Впровадження екологічного менеджменту: Розроблення та впровадження планів екологічного менеджменту, які включають моніторинг впливу діяльності на навколишнє середовище, визначення ключових ризиків та розробку заходів для їх запобігання та зменшення.

- Використання енергоефективних технологій: Застосування енергоефективних технологій та обладнання допоможе знизити споживання енергії та викиди викидів парникових газів. Наприклад, встановлення систем енергозбереження, оптимізація режимів роботи обладнання та використання відновлювальних джерел енергії.

- Ефективне управління водними ресурсами: Застосування методів раціонального використання води, використання систем збору та очищення стічних вод, а також рекуперація та повторне використання води можуть допомогти зменшити негативний вплив на водні ресурси та екосистеми.

- Проведення навчальних програм та підвищення екологічної свідомості: Організація навчальних програм та інформування співробітників про важливість охорони навколишнього середовища, раціональне використання ресурсів та правила екологічно відповідної поведінки допоможе створити екологічно свідому культуру серед персоналу.

- Заходи щодо попередження аварійних ситуацій: Розроблення та впровадження планів надзвичайних ситуацій та заходів попередження аварійних витоків нафтопродуктів, включаючи системи контролю, навчання персоналу та обладнання необхідними засобами для оперативного реагування.

- Впровадження системи відновлення природних екосистем: Розроблення та виконання планів відновлення природних екосистем, що були пошкоджені діяльністю підприємства. Це може включати висадження дерев, відновлення різноманіття рослинного та тваринного світу, а також роботу з відновлення ґрунтового покриву.

- Співпраця з екологічними організаціями та владою: Активна співпраця з екологічними організаціями, науковими установами та відповідними владними структурами допоможе виявити потенційні проблеми та розробити спільні стратегії для забезпечення екологічності діяльності підприємства.

Впровадження цих рекомендацій допоможе підприємствам авіапаливозабезпечення покращити стан навколишнього природного середовища, зменшити негативний вплив нафтопродуктів та сприяти сталому розвитку.[21]

ВИСНОВКИ

З кожним роком тенденція споживання нафти в Україні зростає, що зумовлює достатньо щільну мережу об'єктів нафтопродуктозабезпечення по всій території країни. У зв'язку з цим негативний вплив вуглеводнів, що містяться в нафті, призводить до незворотніх наслідків. Всі живі організми страждають від великої концентрації нафтових продуктів. Якісний і кількісний склад ґрунту, підземних та поверхневих вод різко погіршується. Людська недбалість і нестійка нормативна база призводить лише до збільшення концентрації нафти у навколишньому середовищі.

Підприємства авіапаливозабезпечення мають не надійні резервуари та неправильну систему зберігання нафтопродуктів, що призводить до 75% втрат нафти на цих корпоративних нафтобазах. Втрати від випаровування призводить не тільки до зниження якості продукції, але й до серйозного забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами. Такі високі показники втрати нафтопродуктів вказують на те, що така система зберігання не зовсім відповідає сучасним вимогам, тому необхідно вдосконалювати і віднайти більш надійний метод збереження нафти.

Експлуатаційні і аварійні витіки нафти також впливають на стан навколишнього природного середовища. Невчасний контроль витіку нафтопродуктів, що зберігаються у вертикальних резервуарах, через дефекти дна резервуарів-сховищ призводить до можливості безперервного просочування палива в ґрунт, накопичення та міграції в ґрунті та підземних водах.

Потрапляючи в ґрунт, сполуки нафтопродуктів накопичуються і викликають поступові зміни хімічних і фізичних властивостей ґрунту, зменшуючи чисельність організмів і знижуючи родючість ґрунту. Оскільки ґрунт є невід'ємною частиною біосфери і відіграє найважливішу роль у суспільному житті всієї землі, надзвичайно важливим є вивчення стану та змін ґрунту під впливом діяльності людини.

Тому існує потреба в методі оцінки забруднення ґрунту, який міг би об'єктивно описати стан ґрунту, тобто наскільки добре він здатний виконувати покладені на нього функції. Метод біоіндикації забруднених ґрунтів відповідає

сучасним вимогам дослідження забруднених ґрунтів. Біоіндикація є найбільш відповідним методом визначення загальної токсичності ґрунту. Він доступний і простий у використанні, не потребує складного лабораторного обладнання та може бути рекомендований дослідникам будь-якого рівня підготовки. Проте існує і ряд недоліків цього тестування, які не можливо ігнорувати при проведенні дослідів. Тому для більш достовірних результатів необхідно віднайти більш надійний метод індикації забруднених ґрунтів або покращити результативність біоіндикації.

У результаті виконання роботи було встановлено, що сучасні підприємства авіапаливозабезпечення є джерелом постійного негативного впливу на НС. Рослинні тести на сьогодні активно застосовують для біотестування забруднення довкілля.

Встановлено, що пріоритетним є пошук тест-систем, які надаватимуть змогу оцінювати комбінований вплив забруднювачів довкілля, зокрема нафтопродуктів, на організм людини та біоту.

Оцінка стану ґрунту на території підприємств авіапаливозабезпечення за допомогою рослинних тестсистем дозволяє швидко та ефективно встановити небезпечне забруднення ґрунтів на території підприємства.

У результаті аналізу результатів експериментальних досліджень встановлено практичну пряму залежність параметрів рослин від концентрації авіапалива в ґрунті, на що вказує Крек-салат, в якого пригнічувався ріст та розвиток в результаті забруднення ґрунту нафтопродуктами. Саме тому спостерігається залежність рівня токсичності і ОДК ґрунту.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шестопалов О. В. Охорона навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: навч. посіб. / Шестопалов О. В., Бахарєва Г. Ю., Мамєдова О. О. та ін.– Х. : НТУ «ХП», 2015. – 116 с. Апостолюк С. О. Промислова Екологія. Навчальний посібник/ С. О. Апостолюк, Джигирей В. С., Соколовський І. А., Сомар Г. В., Лук'янчук Н. Г. –К. : Знання, 2012. 431 с.
2. Процько Я.І. Вплив нафти та нафтопродуктів на ґрунтовий покрив // Вісн. Полтавськ. держ. аграрн. академії. – 2010. – Вип. 2. – С. 189-191.
3. Gradova, N.B. Use of Bacteria of the Genus Azotobacter for Bioremediation of Oil-Contaminated Soils / N.B. Gradova, I.B. Gornova, R. Eddaoudi // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2003. – V. 39. – № 3. – P. 279-281.
4. Єфремова О. О. Біотестування. Сучасний стан практичного використання / О. О. Єфремова, І. П. Крайнов // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2006. – №6. – С. 27 – 30.
5. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів / З. М. Бешлей, С. В. Бешлей, В. І. Баранов, О. І. Терек // Вісник Харківського національного аграрного університету. - 2014. – №1(31). – С. 97-102.
6. Джура Н. М., Романюк О. І., Гонсьор Ян, Цвілинюк О.М., Терек О.І. Використання рослин для рекультивації ґрунтів, забруднених нафтою і нафтопродуктами // Екологія та ноосферологія. – 2006. Т. 17, вип. 1-2. – С. 55-60.
7. В. М. Ісаєнко, С. В. Бойченко, К. О. Бабікова, О. О. Вовк Захист навколишнього середовища в авіатранспортних процесах К.: НАУ, 2020. С.- 54-59.
8. Охорона природи. Ґрунти. Класифікація хімічних речовин для контролю забруднень: ГОСТ 17.4.1.02-83:1983. 4 с.
9. Soil contamination: impacts on human health. In-depth report. – Bristol: Science Communication Unit, University of the West of England. 2013. 29 с.

10. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень: Теорія, методи, практика використання / за ред. И.Т. Олексієва, Л.П. Брагинського. - Львів: Світ, 1995. -С.7-39.
11. Мусієнко М.М. Фітоіндикація та фітомоніторинг / М.М.Мусієнко Екологія рослин: підручник / М.М.Мусієнко. – К., 2006. – С. 344-404.
12. Шевчик Л.З. Екологічна оцінка та фіторемедіація нафтозабруднених ґрунтів / Л.З. Шевчик // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. – Львів 2017. Режим доступу: URL: http://www.dnu.dp.ua/docs/ndc/dissertations/D08.051.04/dissertation_5902f7c3b8f84.pdf.
13. Родзинський Д.М., Шуліна Ю. В., Кицокон Н. К., (2006), «Застосування різних тест систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи» . Київ: Фітосоціоцентр, 60 с.
14. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В.,(2003) «Загальна екологія: практичний курс: навчальний посібник». Чернівці:Рута, 320 с.
15. Aislabie, J., Deslippe, J.R. (2013). Soil microbes and their contribution to soil services. Soil microbial diversity. Ecosystem services in New Zealand – conditions and trends. Manaaki Whenua Press, Lincoln, New Zealand, 143–161.
16. Bailey V.L., Smith, J.L., Bolton, H.J. (2002). Fungal-to-bacteria biomass ratios in soils investigated for enhanced carbon sequestration. Soil Biology & Biochemistry, 34, 997–1007.
17. Bargett, R.D., Mcalister, E. (1999). The measurement of soil fungal: bacterial biomass ratios as an indicator of ecosystem self-regulation in temperate meadow grasslands. Biology and Fertility of Soils, 29,282–290.
18. Bargett, R.D., Usher, M.B. (2005). Biological diversity and function in soils. Cambridge Univ. Press, 505 p.
19. Bascompte, J. (2010). Ecology. Structure and dynamics of ecological networks. Science, 329, 765–766.
20. Дідух, Я.П. (2012). Основи біоіндикації. Наукова думка, Київ, 344 с.
21. Іутинська, Г.О. (2006). Ґрунтова мікробіологія. Арістей, Київ, 284 с.