

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

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Т.В. Дудар
«_____» _____ 2022 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

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

Тема: «Розробка технології виробництва добрива для ґрунту з альтернативної сировини»

Виконавець: студентка групи ЕК-201 М, Рігус Данієлла Андріївна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: к.т.н., доцент Черняк Лариса Миколаївна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

Кажан К.І.

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Явнюк А.А.

КИЇВ 2022

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Розробка технології виробництва добрива для ґрунту з альтернативної сировини»: 94 с., 18 рис., 9 табл., 74 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: відновлення якості ґрунтів з використанням добрив, виготовлених з альтернативної сировини.

Предмет дослідження: технологія виробництва та використання добрив, отриманих з альтернативної сировини.

Мета роботи: розроблення технології виробництва добрива для ґрунту з альтернативної сировини.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання:

- аналіз проблеми виснаження та деградації ґрунтів України, причини їх утворення та масштабування;
- аналіз сучасних технологій відновлення ґрунтів;
- розроблення технології виробництва добрива для ґрунту з альтернативної сировини – кавової макухи;
- експериментальне дослідження ефективності використання отриманого добрива для відновлення кислотності ґрунту;
- розроблення рекомендацій щодо використання даного добрива, виробленого з альтернативної сировини.

Методи дослідження: статистичний, монографічний, експериментальні методи та аналіз наукової літератури та узагальнення науково-теоретичних і експериментальних даних.

ҐРУНТ, МОНІТОРИНГ, ТЕХНОЛОГІЇ, ДОБРИВО, КАВОВА МАКУХА.

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
_____ Дудар Т.В.
« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ **на виконання дипломної роботи** **Рігус Данієлли Андріївни**

1. Тема роботи «Розробка технології виробництва добрива для ґрунту з альтернативної сировини» затверджена наказом ректора від «26» серпня 2022 р. №. 1132/ст
2. Термін виконання роботи: з 26.09.2022 р. по 14.11.2022р.
3. Вихідні дані роботи: характеристики ґрунту до додавання добрива, виробленого з альтернативної сировини, характеристики рослин, що вирощують на ґрунтах з підвищеної кислотності.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз проблеми деградації ґрунтів в Україні, аналіз методів відновлення ґрунтів, розробка технології виробництва екологічного добрива з альтернативної сировини, експериментальне дослідження ефективності запропонованого добрива, виробленого з альтернативної сировини.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Опрацювання науково-технічної літератури за тематикою роботи	30.09.2022-03.10.2022	
2	Підготовка матеріалів першого розділу дипломної роботи	5.10.2022-9.10.2022	
3	Підготовка висновків до першого розділу	10.10.2022-11.10.2022	
4	Підготовка та написання другого розділу роботи	12.10.2022-14.10.2022	
5	Підготовка висновків до другого розділу	15.10.2022-16.10.2022	
6	Підготовка третього розділу дипломної роботи	17.10.2022-9.11.2022	
7	Аналіз отриманих експериментальних даних та підготовка висновків до третього розділу	17.10.2022-7.11.2022	
8	Підготовка четвертого розділу, щодо охорони праці	30.10.2022-11.11.2022	
9	Підготовка висновків та рекомендацій до роботи	7.11.2022 - 10.11.2022	
10	Оформлення дипломної роботи та презентації для захисту	10.11.2022 - 13.11.2022	
11	Попередній захист дипломної роботи	15.11.2022	
12	Захист магістерської дипломної роботи	22.11.2022	

7. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Доцент кафедри БЖД, Кажан К.І.		

8. Дата видачі завдання: « ___ » _____ 2022 р.

Керівник дипломної роботи (проекту): _____ П.І.Б.

(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: _____ П.І.Б.

(підпис випускника) (П.І.Б.)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ДЕГРАДАЦІЇ ГРУНТІВ В УКРАЇНІ.....	12
1.1. Основні причини деградації ґрунтів.....	12
1.2. Оцінка деградованості стану українських ґрунтів.....	19
1.3. Методи моніторингу за станом ґрунтів.....	26
1.4. Висновки до розділу.....	37
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ГРУНТІВ.....	40
2.1. Аналіз сучасних способів відновлення ґрунтів.....	41
2.2. Методи відновлення ґрунтів з використанням добрив.....	47
2.3. Оцінка переваг та недоліків існуючих технологій виробництва добрив для ґрунту з різної сировини.....	50
2.4. Висновки до розділу.....	51
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕКОЛОГІЧНОГО ДОБРИВА З АЛЬТЕРНАТИВНОЇ СИРОВИНИ.....	52
3.1. Переваги використання кавової макухи у якості добрива для відновлення якості ґрунту.....	52
3.2. Особливості та ефективність використання відходів кавового виробництва, як добрива у різних країнах світу.....	54
3.3. Якісні характеристики кавової макухи, як альтернативної сировини для добрива.....	62

3.4. Аналіз виробничих потужностей в місті Київ.....	65
3.5. Технологія виробництва добрива.....	66
3.6. Експериментальне дослідження покращення родючості ґрунтів з використанням добрива з альтернативної сировини.....	69
3.7. Висновки до розділу.....	77
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	78
4.1. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів впливу в робочому приміщенні.....	78
4.2. Заходи безпеки при проведенні експерименту	79
4.3. Пожежна безпека.....	80
4.4. Висновки до розділу.....	82
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ООН - Організація об'єднаних націй;

НРДЗ - Нейтральні рівні деградації земель;

БГЦ - біогеоценоз;

МКО - місткість катіонного обміну;

СКЯ - спектральний коефіцієнт яскравості;

МАР - монофосфат амонію;

ВСТУП

Актуальність теми. Питання виснаження ґрунтів в Україні, на сьогоднішній день, є однією з найглобальніших екологічних проблем. Питання виснаження ґрунтів стрімко перетворюється на питання екологічної безпеки, коли раніше ж це питання було в зоні відповідальності аграріїв. На території України розташовується близько 80% світового запасу чорнозему, проте це досить обмежений ресурс. Варто зазначити, що ґрунти України це не тільки екологічне питання, а ще й економічне та соціальне, оскільки від стану та якості родючості ґрунтів залежить врожайність, а далі її реалізація та забезпечення країни необхідною сировиною для подальшого виробництва бакалії. Отже, питання розроблення технології використання добрив з альтернативної сировини, сприятиме забезпеченню сталому розвитку нашої країни, зокрема аграрної промисловості.

Для багатьох аграріїв задача покращення врожайності вирішується через збагачення ґрунтів добривом, або ж висадкою родючих порід рослин, які у свою чергу, попри великі об'єми врожаю, виснажують ґрунтів, які потім потребують не однолітнього відновлення. Таким чином, перед аграріями, що використовують добрива для ґрунтів, стоїть задача максимально покращувати родючість, а питання збереження та відновлення ґрунтів стає все більш третьочерговим.

На превеликий жаль питання збереження ґрунтів не єдине серед екологічних задач, оскільки світові тенденції набирають оберти в усіх сферах. Наприклад, питання щодо вирішення проблеми поводження з відходами в нашій країні. Зокрема, це стосується відходів харчової промисловості. Так, мною було підкреслено питання споживання кави у неймовірно великих об'ємах, а саме розвиток індустрії кав'ярень, та наслідки їх роботи, що супроводжується накопиченням відходів різного морфологічного складу та характеристик. Сьогодні кава є незамінним атрибутом повсякденної рутини для більшості людей світу. В Україні визначена чітка тенденція щодо зростання об'ємів споживання кави, завдяки стрімкій популяризації кави, а також зростання з геометричною прогресією кількості кав'ярень за останні 8 років. Споживання зернової кави призводить до утворення декількох типів відходів, серед

яких цінним ресурсом є кавова гуща. Посуд, у якому людина споживає каву, може накопичуватися далеко від точки продажу кави, тоді як кавова гуща утворюється безпосередньо у місці приготування. Це полегшує окремий збір гущі за умови наявності перспектив її вторинного використання.

Дослідивши попит на споживання кави у спеціалізованих закладах, мною були отримані наступні результати: по-перше, утилізація кавових відходів відбувається шляхом захоронення на полігонах, де кавова гуща гниє, по-друге, об'єми відходів кавової гущі дуже масштабні, та по-третє, на сьогоднішній день відходи кавової індустрії не використовуються з користю для екології, а лише забруднюють її.

Підсумовуючи всі вищезазначені фактори, переді мною постала задача, розумного поводження з відходами кавової індустрії та використання її властивостей з користю для ґрунтів.

Мета і завдання виконання дипломної роботи.

Мета роботи - проаналізувати сучасний стан деградації та виснаження ґрунтів, дослідити сучасні методи відновлення ґрунтів та запропонувати альтернативні методи покращення родючості ґрунтів шляхом створення екологічного добрива на основі кавової макухи.

Завдання роботи:

- 1) описати новітню технологію виробництва органічного добрива
- 2) дослідити вплив кавової макухи на родючість ґрунтів
- 3) провести експериментальне дослідження ефективності використання запропонованої альтернативної сировини для виробництва добрива.

Об'єкт дослідження - відновлення якості ґрунтів з використанням добрив, виготовлених з альтернативної сировини.

Предмет дослідження - технологія виробництва та використання добрив, отриманих з альтернативної сировини.

Методи дослідження: статистичний, монографічний, експериментальні методи, аналіз наукової літератури та узагальнення науково-теоретичних і експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів: новизна отриманих результатів полягає в тому, що на основі проведеного дослідження, отримано екологічне добриво, що зменшує навантаження на полігони твердих-побутових відходів та покращує родючість ґрунтів.

Практичне значення отриманих результатів: отримані у роботі результати можуть бути використані для розроблення технології відновлення ґрунтів з використанням добрив, отриманих з альтернативної сировини.

Особистий внесок випускника: вибір об'єкту дослідження, та експериментальне дослідження ефективності використання запропонованого типу добрив для відновлення якості ґрунту.

Апробація отриманих результатів: : результати дипломної роботи доповідалися на Всесвітньому конгресі “Авіація у XXI столітті”, - Розробка технології виробництва добрива для ґрунту з альтернативної сировини.

Розділ 1

Аналіз проблеми виснаження ґрунтів в Україні

1.1. Основні причини виснаження ґрунтів

Ґрунт є основним, самодостатнім компонентом природного середовища та біосфери в цілому, будучи обмеженим, незамінним і важко відновлюваним природним ресурсом, який виконує такі важливі функції, як: виробництво біомаси та їжі, біоекологічний-, біоенергетичний-, біогеохімічний-, гідрологічний-, процеси в екології, поряд з соціально-інформаційною діяльністю.[1]

На сьогоднішній день питання ролі та значення ґрунтів, збалансованого використання, управління, охорони, а також боротьби з деградацією набули глобального рівня. Цей факт підтверджується прийняттям Конвенцій ООН (таких як «Боротьба з опустелюванням», «Збереження біорізноманіття», «Пом'якшення наслідків зміни клімату»); «Порядок денний XXI» (Ріо-де-Жанейро, 1992); «Стратегічна програма захисту ґрунтів 2010 – 2019»; «Переглянута Всесвітня хартія ґрунтів» тощо. Особливістю ґрунтового покриву України є його різноманітність (близько 40 типів і понад 800 підтипів) і неоднорідність, а також до 10-15 млн.га поширених малопродуктивних, техногенно забруднених і деградованих ґрунтів.[2]

Понад 60% земельних ресурсів країни становлять ґрунти чорноземного типу, які характеризуються чудовим потенціалом родючості, значними запасами гумусу та поживних речовин, сприятлива структура для рослин і водний режим, і також висока біоактивність.

Водночас ці ґрунти виявилися вразливими до розвитку деградаційних процесів, спричинених домінуючою в сільському господарстві не збалансованою системою землекористування, яка загалом не забезпечує позитивних результатів у питаннях охорони ґрунтів, високої економічної ефективності та екологічної безпеки [3].

Ці явища частково спричинені порушенням екологічно збалансованої рівноваги між сільськогосподарськими угіддями, лісами та водоймами, що вплинуло

на стабільність агроландшафтів та збільшило антропогенне навантаження на ґрунтовий покрив [4].

Деградація ґрунтів є наслідком неефективних технологій і результатом погано злагоджених взаємовідносин в аграрному секторі. У цьому відношенні найбільш актуальні питання включають посилене поширення даних про ґрунтовий покрив України та отримання нових знань про взаємодію між природними та антропогенними факторами ґрунтоутворення, продуктивні та екологічні функції ґрунтів, та потенціал ґрунтових ресурсів.

Розробка прогнозних уявлень про розвиток деградаційних процесів у ґрунтах (при різних сценаріях зміни клімату та господарської діяльності) дозволить приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо раціонального та збалансованого землекористування.

Ґрунт – важливий природний ресурс, який необхідно зберігати покращувати його якість та продуктивну здатність.

Деградація – це природні та антропогенні процеси погіршення природних властивостей і режимів ґрунтів, що призводять до стійких негативних змін їх функцій, зниження стійкості та родючості [5].

За таких умов інтенсивність ґрунто-руйнівних процесів перевищує швидкість процесів ґрунтоутворення та відновлення ґрунтів.

Деградація ґрунтів є сукупністю природних та антропогенних процесів, що призводять до зміни функцій ґрунтів у геосистемі, кількісного та якісного погіршення складу, властивостей та режимів ґрунтів, зниження природно-господарської значущості земель [6].

Деградація ґрунтів – це біофізичний процес, який ініціюється соціально-економічними та політичними умовами. Швидкість процесу деградації ґрунтового покриву визначається природними та антропогенними факторами. Природні або природні фактори включають такі параметри, як тип ґрунтів, клімат, рослинний покрив. До антропогенних чинників належить тип землекористування.



Рис. 1.1. - Приклад деградації ґрунтів

Деградованими слід вважати такі ґрунти, екологічні функції яких безповоротно втрачені, і які протягом певного часу (мінімум 10-15 років, за оцінками міжнародних експертів) характеризуються низькою врожайністю/врожаєм.

Найчастіше ґрунти деградують в умовах надмірного техногенного (механічного, хімічного, гідротехнічного та ін.) навантаження.

Концепція ґрунтової деградації досить розроблена, проте питання про оперативну та своєчасну детекцію якості ґрунтів залишається відкритим. Пов'язано це з тим, що ґрунт є екологічно складним утворенням, тому й деградацію слід розуміти як функцію хімічних, фізичних і біологічних параметрів [7].

Під ступенем деградації (деградованості) ґрунтів та земель розуміється характеристика їх стану, що відображає погіршення складу та властивостей. Крайнім ступенем деградації є знищення ґрунтового покриву та псування земель («Методика визначення розмірів збитків від деградації ґрунтів та земель», 1994). [8].

Найбільших збитків для ґрунтового покриву завдають такі види деградації:

- водна та вітрова ерозії;
- засолення, осолонцювання;
- локальне перезволоження та заболочення;
- затоплення та підтоплення територій водосховищами;
- переущільнення та утворення техногенної глибинності орних горизонтів;

- зниження вмісту гумусу (дегуміфікація);
- підкислення або підлужування;
- виснаження поживними речовинами;
- скорочення чисельності, видового розмаїття та порушення оптимального співвідношення різних видів мікроорганізмів, забруднення ґрунту патогенними мікроорганізмами, погіршення санітарно-епідеміологічних показників;
- забруднення важкими металами, пестицидами, нафтопродуктами, радіонуклідами та іншими токсичними речовинами;
- втрата цінних сільськогосподарських земель під час будівництва, прокладання доріг, видобутку корисних копалин;
- втрата земель при захороненні промисловими та комунально-побутовими відходами [9].

Варто зазначити, що деградовані ґрунти є небезпечними природними об'єктами, оскільки перестають виконувати екологічні захисні функції і можуть ініціювати процеси загальної деградації земної поверхні. Деградація ґрунтів приносить також величезні економічні збитки, порушуючи екологічну рівновагу, що склалася, і погіршуючи соціальні умови життя людей.

Явища деградації розвиваються там, де ступінь навантаження на ґрунти перевищує їх здатність до саморегуляції (тобто здатність відновлювати свої природні властивості самостійно і без додаткових зусиль).

Усі форми (види) деградації ґрунтів пов'язані між собою. Наприклад, хімічна деградація (що у зміні окислювально-відновного режиму ґрунтів) і біологічна деградація (пов'язані з диханням ґрунтів). Вся рослинність нормально розвивається в умовах окисного режиму, що забезпечується вмістом повітря в ґрунтах від 30 до 50% обсягу їхньої порізки. Зменшення обсягу ґрунтового повітря нижче 30% погіршує окисно-відновні умови, що призводить до зменшення кисню в ґрунті, зміни складу ґрунтового повітря даного ареалу, тобто погіршення дихання. Не менш тісний зв'язок хімічної форми деградації з фізичною формою: погіршення окисного режиму викликається знеструктуруванням та ущільненням ґрунтів, їх перезволоження тощо.

Фізична деградація – погіршення фізичних та водно-фізичних властивостей ґрунту, порушення ґрунтового профілю[10]. Фізична деградація ґрунту фіксується як щодо зменшення потужності органічних і гумусових акумулятивних горизонтів ґрунтів або знищення інших ґрунтових горизонтів та всього профілю (механічна деградація), так і щодо зміни конкретних фізичних властивостей механічно порушень ґрунтового профілю (власне фізична деградація). Порушення ґрунту (і ґрунтового покриву) може бути пов'язане і з надходженням на її поверхню стороннього абіотичного наносу, що погіршує продукційну функцію ґрунту.

Фізична деградація виявляється у погіршенні ґрунтової структури та всього комплексу фізичних властивостей, тобто. у руйнуванні фізичної основи ґрунту, та розвивається усюди, де застосовуються надлишкові навантаження механічного, хімічного, фізико-хімічного, водного чи біологічного характеру. Фізична деградація може бути зумовлена різними природними факторами та розвиватися в умовах природних біогеоценозів внаслідок зміни кліматичних умов, природних процесів вивітрювання, денудації, ерозії, опустелювання тощо[11]. Причиною фізичної деградації ґрунтів можуть бути також різноманітні катастрофічні процеси природного і антропогенного характеру.

Погіршення фізичних властивостей ґрунтів виражається:

- а) у поверхневому кіркоутворенні;
- б) у ущільненні верхніх горизонтів;
- в) у підвищенні твердості ґрунтів і, як наслідок, у збільшенні опору обробці;
- г) в ущільненні ґрунту та погіршенні умов розвитку корневих систем. Зміна цих фізичних властивостей ґрунтів зумовлює погіршення водного та повітряного режиму ґрунтів:
- д) знижується волого- та повітроємність ґрунтів;
- е) погіршується водопроникність та повітропровідність ґрунтів;
- ж) виникає дисбаланс ґрунтів між вологоємністю та повітроємністю; починає переважати або режим перезволоження або, навпаки, режим сушіння;
- з) посилюється поверхневий стік, і, як наслідок, посилюється ерозія ґрунтів.

Механічна деградація ґрунтів виявляється у виносі тонколистових і колоїдних частинок з поверхневих горизонтів ґрунтів. Винесення часток може відбуватися як під впливом вітру (вітрова ерозія, або дефляція), так і під впливом поверхневого стоку. До форм механічних порушень ставляться також руйнації ґрунтів при дорожньому будівництві, будівництві газо- і нафтопроводів, при видобутку з корисними копалинами, під час здійснення сільськогосподарської діяльності, особливо випасу худоби і оранки. Крайнім ступенем фізичної деградації є повне знищення ґрунту як природного об'єкта, аж до стану гірської породи або ландшафтному плані до стану абіотичної пустелі[12].

Біологічна деградація – скорочення чисельності видового розмаїття та оптимального співвідношення різних видів мікроорганізмів, забруднення ґрунту патогенними мікроорганізмами, погіршення санітарно-епідеміологічних показників.

Ґрунтові організми забезпечують здійснення багатьох екологічних функцій ґрунтів, у тому числі певні етапи круговороту біогенних елементів, вони ж підтримують у ґрунті гомеостаз за багатьма його властивостями. За будь-яких видів деградації ґрунтів першими на них реагують саме організми. З одного боку, вони прагнуть завдяки зміні своєї активності підтримати рівновагу, з іншого – вони першими страждають від порушень. Комплекс ґрунтових організмів (ґрунтова біота) більш стійкий функціонально, ніж структурно. Тому насамперед порушується біорізноманіття, відбувається його збіднення, триває перегрупування популяцій, змінюються домінуючі і види, що часто зустрічаються, деякі види взагалі зникають, можуть з'являтися і нові види, часто шкідливі[13].

Збереження стабільності та нормального функціонування біоти забезпечується величезним мікробним пулом, що відрізняється як різноманітним загальним запасом мікроорганізмів (мікробною біомасою), так і величезним якісним розмаїттям (мікробним генофондом), оснащеним тисячами ферментів, тобто здатним проводити тисячі біохімічних реакцій, які можуть проходити чисто хімічним шляхом або йдуть вкрай повільно. У складі пулу більшість організмів перебуває у стані анабіозу і виходить із нього у разі необхідності проведення корекції у функціонуванні біоти[14]. Зі зменшенням пулу мікроорганізмів та його

різноманітності відбуваються і функціональні порушення, наприклад здатності до азотфіксації, гумусоутворення та структуроутворення, гіпертрофуються такі функції, як швидкість розкладання органічної речовини, нітрифікаційна та денітрифікаційна здатність. Виявляються нові негативні властивості, наприклад, поява потенційних патогенів, алергенів та фітопатогенів, утворення фітотоксинів. У деяких випадках спостерігається деградація мікробного комплексу через забруднення сторонніми не ґрунтовими організмами, наприклад, фекальними або мікробами з мікробіологічних виробництв (антибіотиків, білково-вітамінних концентратів, ферментів та деяких хімікатів). Таким чином, деградація біологічних властивостей ґрунтів завдає небезпечної та багатосторонньої екологічної шкоди як для ґрунтів, так і для біосфери в цілому.

Хімічна деградація – погіршення хімічних властивостей ґрунтів, виснаження запасів поживних елементів, вторинне засолення та осолонцювання, забруднення токсикантами. Хімічна деградація ґрунтів проявляється в основному на ґрунтах, схильних до дії антропогенних факторів[15].

Це, перш за все, ґрунти агроландшафтів, а також ґрунти, розташовані в зоні впливу промислових об'єктів, міст та різних поселень.

Хімічна деградація поділяється на дві групи:

1) зміни, викликані сільськогосподарськими процесами, пов'язані з втратою елементів мінерального харчування, гумусу, підкислення за рахунок високих доз кислих добрив та за рахунок окиснення сульфідів у ґрунтах, де вони є;

2) зміни, викликані забрудненням ґрунтів промисловими та комунальними відходами, надмірними дозами гною та пестицидів, важкими металами, кислотними дощами та розливами нафти.

Так, реакція середовища ґрунтів (рН) може змінюватися під впливом різних факторів. Це можуть бути внесені у ґрунт мінеральні або органічні добрива. Це може бути полив ґрунтів водою різного ступеня мінералізації. Осушення ґрунтів зумовлює підвищення концентрації солей у ґрунтовому розчині, внаслідок чого реакція ґрунтового розчину може стати лужною[16].

Оптимальними умовами розвитку як дикорослої, так і культурної рослинності є окислювальні. Зниження рівня окисного режиму ґрунтів викликається погіршенням фізичних властивостей ґрунтів – знеструктуруванням, перезволоженням, що призводить до зменшення порізності ґрунтів.

1.2. Оцінка деградованості стану українських ґрунтів

Одним із головних питань Всесвітнього земельного фонду є деградація сільськогосподарських угідь [17], тому актуальним є питання розробки сталого управління земельними ресурсами та заходів із збереження ґрунтів для досягнення нейтральних рівнів деградації. У всьому світі охоплено різні типи деградації ґрунтів: водна ерозія – 23,7 %, вітрова ерозія – 11,9, хімічна – 5,1, фізична – 1,7 % від загальної кількості сільськогосподарських угідь [18]. При цьому лише збитки від ерозії становлять 26 мільярдів доларів на рік. В Україні такі види деградації поширені на мільйонах гектарів: водна ерозія – 13,3, вітрова – 6, хімічна – 14, фізична – 12,6 [19]. Такий стан речей підтверджує високу ймовірність подальшого скорочення площі ріллі та погіршення земельної безпеки населення України та світу.

На даний момент прийнято 3 конвенції ООН: про захист біологічного різноманіття, про боротьбу з опустелюванням і Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату, які спрямовані на забезпечення сталого розвитку світу. Україна приєдналася до всіх трьох конвенцій, що підтверджено схваленням Кабінетом Міністрів України Концепції та Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням (Постанови № 1024-р та № 271- від 22 жовтня 2014 р.) г Дата станом на 30 березня 2016 року.). Національна академія аграрних наук України розробила план заходів щодо реалізації Національного плану дій. Прийняття цих документів є внеском України у виконання рішення Конференції ООН зі сталого розвитку «Ріо+20» (2012) щодо досягнення нових Цілей сталого розвитку, затверджених Генеральною Асамблеєю ООН у 2015 році. до 2030 року. і імплементація Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням (UNCCD), особливо в зусиллях досягти нейтральних рівнів деградації земель у світі[20].

Нейтральні рівні деградації земель – це стани, при яких кількість і якість земельних ресурсів, необхідних для підтримки функцій екосистеми, послуг і підвищення продовольчої безпеки, залишаються постійними або збільшуються в певних просторово-часових рамках і екосистемах. Для впровадження НРДЗ необхідно:

- розробити та впровадити політику та практику сталого управління земельними ресурсами, щоб забезпечити мінімізацію поточної деградації земель та запобігання деградації земель у майбутньому;
- відновлення та ренатуралізація деградованих і непродуктивних земель.

Основними цілями досягнення НРДЗ є визначення рушійних сил опустелювання, розробка практичних заходів, необхідних для боротьби з явищами опустелювання та пом'якшення наслідків посухи; покращення стану порушених агроекосистем, включаючи зміни у землекористуванні; інтегруватися в глобальну інформаційну систему (створення базового інформаційного центру, бази даних тощо).

Деградація – це природно-антропогенний процес, під час якого погіршуються природні властивості та стан ґрунтів, що призводить до стійких негативних змін їх функцій, зниження стійкості та зниження родючості [21]. У цьому випадку інтенсивність процесу руйнування ґрунту перевищує інтенсивність процесу ґрунтоутворення або відновлення ґрунту. Ґрунти, екологічні функції яких безповоротно порушені та які характеризуються зменшенням протягом тривалого періоду часу (щонайменше 10-15 років, за оцінками міжнародних експертів) Продуктивність сільськогосподарських культур слід вважати зниженою. У більшості випадків ґрунти деградують, якщо антропогенне навантаження є надто високим (механічне, хімічне, гідравлічне тощо). Ми вважаємо, що такі показники, як стан землі, продуктивність та накопичення органічного вуглецю, повинні бути додані до основних індикаторів стану деградованих земель, щоб отримати більш об'єктивну оцінку деградації ґрунтів.

Площа деградованих земель в Україні коливається від 6-8 до 10-15 млн. га [22]. Деградація відбувається, коли вплив на ґрунт перевищує його здатність до

саморегуляції (здатність відновлювати характерні параметри без додаткових заходів). Відповідно до ДСТУ 7874:2015 [23] виділяють 6 та 20 категорії деградації ґрунтів (табл. 1.1.).

Табл. 1.1

Види деградації ґрунтів

Тип деградації	Вид деградації	Тип деградації	Вид деградації
Механічна	Водна ерозія, дефляція, механічні порушення, наноси	Фізико - хімічна	Підкислення, підлуження Вторинне осолонцювання Декальцинація Зниження окисно-відновлювального потенціалу та втрата буферних функцій
Фізична	Погіршення фізичних властивостей ґрунтів Стійкі зміни гранулометричного і агрегатного складу Стійкі зміни водного і термічного режиму	Біологічна	Зменшення біорізноманіття Зменшення біологічної активності ґрунту Погіршення санітарного стану Токсичність ґрунту Трофічне виснаження ґрунту
Хімічна	Погіршення гумусового стану ґрунтів Трофічне виснаження ґрунту	Радіаційна	Радіоактивне забруднення

Площа деградованих ґрунтів в Україні визначається типом деградації (табл. 1.2.). Поширення процесів деградації орних земель може мати як суцільні, регіональні (окремі ділянки), так і локальні (вплив) характеристики. Критерії та показники ступеню виявлення процесу були розроблені для більшості типів

деградації та потребують коригування та конкретизації для деяких типів. [24] Оцінки деградації ґрунтів показують, що видалення гумусу та зменшення вмісту поживних речовин, фізична деградація, ерозія, забруднення тощо стали найпоширенішими явищами. Крім того, процес розвивався на відновленому ґрунті Засолення, засолення, заболочування, паводок, забруднення тощо.

Табл. - 1.2.

Площа деградованих ґрунтів в Україні

Тип деградації ґрунту	% від площі ріллі	Тип деградації ґрунту	% від площі ріллі
Втрата гумусу й поживних речовин	43,0	Забруднення важкими металами	8,0
Переуцільнення	39,0	Засолення, підлюговування	4,1
Замулення й кіркоутворення	38,0	Водна ерозія, утворення ярів	3,0
Водна ерозія площинна	17,0	Побічна дія водної ерозії (замулення водоймищ)	3,0
Підкислення	14,0	Забруднення важкими металами	8,0
Заболочування	14,0	Засолення, підлюговування	4,1
Забруднення радіонуклідами	11,1	Дефляція, втрата верхнього шару ґрунту	11,0

Поширеною є фізична деградація, яка створює ризик утворення валунів (майже на площі 4 млн га), розпилення (14), надмірне ущільнення (17), відсутність продуктивних водних органів під час генерації (21), структурні погіршення (14 млн га) [25]. На таких ґрунтах істотно погіршується адаптація рослин до зміни клімату, умов посухи та дефіциту води. Залежно від того, наскільки добре проявляється процес деградації, урожайність сільськогосподарських культур може знизитися на

10-20% і 30-50%, а втрати тільки від поганого відбору продукції можуть перевищувати 20 млрд грн/рік [26]. Водночас погіршується якість сільськогосподарської продукції (феномен прихованого голоду).

Коли йдеться про деградацію ґрунтів, важливо визначити пріоритети, окреслити проблемні зони, налагодити систематичний моніторинг, а потім розробити план подолання деградації. В Україні, наприклад, ерозія та ущільнення ґрунтів поширені у великих масштабах, але на практиці ці процеси мало досліджуються. Не менш важливим є розрахунок економічних втрат від деградації земель, що автоматизує проблему та позбавляє її розголосу.

Причини розвитку процесу деградації та основні невирішені проблеми управління ґрунтовими ресурсами в Україні:

- погана площа землі та структура орних земель.
- недостатня доказуваність проведення аграрних реформ, що призводить до порушення агротехніки, що призводить до зниження родючості ґрунтів;
- низькі інвестиції в ресурси (низькі норми внесення органічних і мінеральних добрив, хімічні добавки), а отже – незбалансованість біогенних причин;
- недостатня нормативно-правова база та відсутність дієвих механізмів забезпечення виконання законодавства про охорону земель. Відсутність об'єктивних цін на ґрунтові ресурси, справедливого оподаткування та належного фінансування для підтримки родючості ґрунтів;
- неадекватне національне управління земельними ресурсами та відсутність національних, регіональних та регіональних планів збереження ґрунтів; [27].

Вивчення методів запобігання деградації ґрунту та збільшення його родючості для досягнення нейтральних рівнів деградації. Враховуючи роль і значення ґрунтового покриву, Україна зобов'язана розробити чіткі стратегії охорони ґрунтів, запобігання та протидії деградації земель. Стратегія має передбачати: ефективну дію планів та законів із захисту ґрунтів, жорсткий контроль за їх виконанням, моніторинг, обов'язкове регулювання антропогенних навантажень, відповідальність органів влади та всіх землекористувачів, дотримання рекомендацій та впровадження

новітніх технологій захисту ґрунтів[28].

Метою стратегії є створення умов для збалансованого використання ґрунтових ресурсів, запобігання деградації ґрунтів та забезпечення їх нейтрального рівня. Щоб вирішити це, необхідно законодавче та нормативне забезпечення у сфері охорони ґрунтів. Необхідно запровадити таку нормативну базу:

- проект Закону України «Про вдосконалення механізмів охорони ґрунтів та економічного стимулювання його родючості», який визначає правові, економічні, екологічні та організаційні основи використання та охорони ґрунтів, їх охорони та відтворення родючості, встановлює сферу Основоволожних принципи державної політики щодо збереження якості ґрунтового покриву та захисту його від негативних природних і антропогенних впливів;

- проекти Національного плану охорони ґрунтів, на основі якого мають розроблятися регіональні та регіональні плани за рахунок коштів державного, обласного та місцевих бюджетів;

- національний план дій щодо протидії деградації земель та опустелюванню на основі прийнятої Кабінетом Міністрів України Концепції протидії деградації земель та опустелюванню;

- концепції та рекомендації щодо досягнення нейтральних рівнів деградації (підготовка цих документів триває)[29].

Ініціативи щодо використання системи індикаторів ООН КВО для забезпечення нейтрального рівня деградації земель включають дистанційні дослідження ґрунтового та рослинного покриву, продуктивності землі та експериментальні дослідження динаміки органічного вуглецю. Це привабливо через відносну доступність даних і може бути надійним для оцінки деградації ґрунту, спричиненої осушенням та пов'язаними процесами.

Але, на жаль, це не дозволяє охопити весь спектр процесів деградації ґрунтів в Україні. Зокрема, йдеться про процеси трансформації ґрунтів, спричинені антропогенним забрудненням, фізичною деградацією, зрошенням, осушенням та іншими загальними процесами [30]. Ми вважаємо, що оцінка деградації за продуктивністю не зовсім точна, оскільки іноді це результат високих технологій, а не

родючості ґрунту. Останніми роками Україна має відносно високий рівень техніки і техніки

Агротехніка в сільськогосподарському виробництві маскує різноманітні недоліки навіть найродючіших чорноземів, особливо недолік вологи на 70% землі, доступний фосфор, багато проявів фізичної деградації.

Більш надійною, перевіреною та прийнятною методологічною основою для оцінки деградації ґрунтів в Україні можуть бути систематичні спостереження на стаціонарних пунктах моніторингу з використанням широкого спектру показників [31]. Є надія, що такі систематичні дослідження будуть доповнені спостереженням за низхідною та висхідною міграцією матеріалу в місцях спокою та лізіметра. До речі, таких фіксованих сайтів у США близько 2000 (спостереження з 1972 року), у Німеччині – 192 (спостереження з початку 1990-х років), зростає їх кількість і в Китаї [32].

Нормативно-методичні положення щодо охорони ґрунтів. У групах «Якість та охорона ґрунтів», «Деградація ґрунтів» розроблено та впроваджено понад 300 нормативних документів, 160 з яких гармонізовано з міжнародними та європейськими стандартами. У цьому напрямку необхідна координація зусиль наукових установ щодо розробки критеріїв деградації ґрунтів, оскільки узгодженої оцінки багатьох видів деградації немає.

Технологія захисту ґрунтів та інформаційне забезпечення. Для максимального ефекту сучасну агротехніку необхідно адаптувати до ґрунтово-кліматичних умов. Ми визначили пріоритети, які можуть лягти в основу сучасної системи землеробства: оптимізація кількості органічної речовини в ґрунті, надходження поживних речовин, досягнення балансу гумусу та поживних речовин у ґрунті, захист ґрунту від ерозії, захист ґрунту від ерозії[33].

Фінанси забезпечують захист ґрунтів. Витрати на реалізацію основних ґрунтоохоронних заходів становлять близько 4,1-48 млрд. грн./рік, особливо за рахунок державного та місцевих бюджетів та коштів землекористувачів [34]. Розрахунковий річний економічний ефект від підвищення продуктивності може досягати 3,6-4 млрд. грн., а еколого-економічний ефект від застосованої системи

заходів — близько 2,5-28 млрд. грн. Слід зазначити, що рівень інвестицій у раціональне використання та охорону ґрунтів є низьким.

Пропонуються конкретні способи формування фондів охорони, профілактики та запобігання деградації ґрунтів — запровадження плати за охорону ґрунтів (0,5% від нормативної грошової оцінки) тощо, що загалом може забезпечити щорічне надходження близько 4 млрд. грн.]. Питання економічних збитків та пошуку джерел фінансування є надзвичайно актуальними[35].

Важливим аспектом є використання світового досвіду охорони природи та землекористування. У світі накопичено чимало прикладів прогресивного землекористування, які заслуговують на те, щоб їх вивчали та якомога ширше використовували. Необхідно посилити міжнародну діяльність для розробки ефективних стратегій захисту ґрунтів від деградації. Сьогодні в усьому світі, особливо в Європі, формується сучасна політика охорони ґрунтів, яка базується на таких принципах:

- незалежність від землеволодіння;
- моніторинг ґрунтів за принципом одноманітності;
- територіальний вплив шляхом вибору «гарячих» ґрунтів (тобто з несприятливими властивостями);
- зонування; впровадження ґрунтозахисних технологій землеробства (мінімальна, консервативна, нульова, підтримуюча, точна, органічна тощо); допомога фермерам у дотриманні ґрунтозахисних технологій і стандартів; охорона ґрунтів. законодавство, директиви, заяви, підзаконні акти[36].

1.3. Методи моніторингу за станом ґрунтів

Моніторинг за станом ґрунтів є важливою складовою у забезпеченні вчасного реагування на небажані зміни якісних характеристики ґрунтів. Функції інформаційного забезпечення екологічної стійкості землеволодінь та землекористування виконують переважно державний земельний кадастр та моніторинг земель[37].

Прийняттю рішень, пов'язаних з реалізацією дій на землі, обов'язково має передувати аналіз безлічі достовірних і регулярно оновлюваних даних про стан землі. Основна мета будь-якої програми моніторингу – інформаційна. Результатом її має бути отримання інформації, усунення тієї чи іншої невизначеності або, навпаки, виявлення нестачі інформації. Тому ціль програми моніторингу може бути спрямована на:

- отримання інформації, пов'язаної із конкретною проблемою;
- подання інформації для різних типів аудиторії (зацікавленої громадськості, адміністрації підприємства, державних органів) та її поширення;
- вжиття заходів, які безпосередньо спрямовані на поліпшення ситуації або мають на меті домогтися вжиття відповідних рішень.

Завданням державного моніторингу земельних ресурсів є:

- організація та проведення спостереження за кількісними та якісними показниками (їх сукупністю), що характеризують стан земельних ресурсів (ґрунтів), джерелами забруднення та впливом цих джерел на навколишнє середовище;
- контроль якості земельних ресурсів, ґрунтів, вод у результаті несприятливої господарської діяльності, що призвела до погіршення властивостей ґрунтів, ерозії, зниження родючості ґрунтів на великих площах з високою швидкістю, прогноз стану;
- оцінка фактичного екологічного стану земельних ресурсів, ґрунтів;
- виявлення нових джерел забруднень та його динаміка, прогноз розвитку негативних процесів, що впливають на довкілля;
- перевірка дотримання норм та правил, стандартів якості земельних ресурсів при землекористуванні;
- прогнозування заходів щодо зменшення забруднення, запобігання збиткам [38].

Оцінка прогнозованого стану:

- планування (розробка) заходів (рекомендацій) щодо ефективного використання земель, зниження забруднення ґрунтів (розробка заходів щодо скорочення впливу на земельні ресурси);

- своєчасне надання інформації з питань стану земельних ресурсів та навколишнього середовища в цілому органам державної влади, органам місцевого самоврядування, природоохоронним органам, юридичним та фізичним особам;
- ефективність природоохоронних заходів, контроль за виконанням заходів;
- своєчасне виявлення змін стану земельного фонду;
- інформаційне забезпечення державного земельного кадастру, моніторингів та кадастрів інших природних середовищ;
- раціональне природокористування та землеустрій;
- контроль за використанням та охороною земель[39].

Під завданнями ми розуміємо конкретні дії чи етапи шляху досягнення мети. У будь-якому випадку завдання підпорядковані цілям. У межах грамотно складеної програми може бути завдань, які виходять межі мети, які мають до неї ставлення тощо. Ефективність екологічного моніторингу вирішальним чином залежить від правильної організації. Можна роками вести моніторинг у регіоні – і не отримати значних результатів. У той самий час, попереднє вивчення ситуації, аналіз можливих впливів дозволяють з допомогою кількох вимірів виявити проблему.

Оскільки земля є найважливішою частиною навколишнього середовища, головним засобом виробництва у сільському господарстві, а також просторовим базисом для розміщення підприємств та організацій усіх галузей господарства, то питання вивчення земель вимагають єдиного державного підходу, який має здійснюватись на основі систематичних та комплексних спостережень.

Державний моніторинг земель покликаний виконувати базову, сполучну роль серед інших моніторингів і кадастрів природних ресурсів, і повинен мати державний статус. Такий підхід забезпечує отримання комплексної інформації про землю та скорочення витрат на функціонування системи спостережень[40].

Моніторинг земель є системою спостережень за станом земельного фонду для своєчасного виявлення змін, їх оцінки, прогнозу, попередження та усунення наслідків негативних процесів. Об'єктом моніторингу земель України є земельний фонд країни незалежно від форм власності на земельні ділянки.

Моніторинг земель ведеться в обов'язковому порядку за рівнями адміністративно-територіального поділу для всіх категорій земель незалежно від режиму та характеру їх використання та є складовою єдиної державної інформаційної системи про стан навколишнього середовища та природних ресурсів країни, а також глобального моніторингу природного середовища та клімату.

Зміст моніторингу земель становлять спостереження, дослідження, обстеження, зйомки, що характеризують такі процеси.

1) Зміни кордонів та площ; адміністративно-територіальних утворень; землекористування та землеволодінь; угідь, полів, ділянок.

2) Зміни стану ґрунтів, що включають: розвиток процесів водної та вітрової ерозії; опустелювання; деградацію ґрунтів на пасовищах (збитість, зачочкареність); підтоплення; заболочування, перезволоження; засолення; заростання, закушування ріллі; руйнування ґрунтових агрегатів, утворення дефляційно небезпечної безструктурної пилюватої поверхні, такироподібної зливої поверхні ґрунтів; зміна запасів гумусу; зміна рН ґрунту (кислотність, лужність); зміна вмісту мікроелементів у ґрунті; забруднення ґрунтів пестицидами, важкими металами, розсіяними хімічними елементами, радіоактивними елементами та іншими токсикантами; зміна стану меліорованих земель (іригаційна ерозія, вторинне засолення, заболочування, надмірне осушення)[41].

Зміни стану геологічного середовища, рельєфу, гідрографічної мережі, у тому числі: зміни форм рельєфу місцевості спричинені рухомими пісками, зсувами, селевими потоками, землетрусами, русловими процесами тощо; зміни водного балансу, режиму та хімічного, гідробіологічного складу підземних вод; зміни берегових ліній морів, озер, заток, водосховищ, лиманів та ін; затоплення, осушення прилеглих до акваторій земель; зміни спричинені криогенними процесами та явищами; зміни викликані порушеними землями, у тому числі діючими та відпрацьованими кар'єрами, відвалами, териконами, що розробляються торфовищами, просіданням земної поверхні під впливом водовідборів та відпрацювання надр.

Зміни стану рослинності (посівів, пасовищ, лісів, багаторічних насаджень

тощо) за фенологічними характеристиками (фази, стадії розвитку, терміни їх наступу), фітопатологічним осередкам, біомасі, стану лісових та дерево-чагарникових насаджень, що не входять до державного лісового фонду. полезахисні, водоохоронні та інші насадження); стану лісових площ, що входять до державного лісового фонду (особливо не досліджених), покритих лісом (фітопатологічні дані, гарі, вирубки) та непокритих лісом (резерви сільськогосподарських угідь).

Зміни стану земель, схильних до негативного впливу виробничих об'єктів, у тому числі: населених пунктів; очисних споруд та сільськогосподарських підприємств; меліоративних систем; транспорту; гноєсховищ, майданчиків для компостування добрив, сміттєзвалищ, складів паливно-мастильних матеріалів, складів сипучих добрив, рідких добрив, стоянок автотранспорту, скотомогильників, місць поховання радіоактивних, фізіологічно активних хімічних відходів виробництва.

Ці зміни можна виражати в абсолютних або відносних інтегральних показниках за певний період (наприклад, втрати гумусу в тоннах на гектар, у відсотках, ступінь та інтенсивність деградації ґрунтового покриву та ін.)[42].

Моніторинг земель являє собою систему регулярних спостережень за станом земельного фонду незалежно від їх правового режиму та характеру використання.

Для виявлення зміни властивостей ґрунтів об'єктами спостереження мають бути спеціально обрані території у всіх найголовніших ґрунтово-кліматичних зонах країни, з урахуванням наявного та очікуваного рівня забруднення атмосфери. Насамперед необхідно створення системи моніторингу ґрунтів у районах найбільш інтенсивного антропогенного навантаження.

Моніторинг ґрунтів слід проводити на фіксованих контрольних ділянках, що репрезентативно характеризують ґрунтовий покрив природних та сільськогосподарських геохімічно сполучених ландшафтів типових для даного регіону водозбірних басейнів. Водозбірний басейн є ідеальним об'єктом оцінки та контролю стану екосистем, оскільки має ясні природні кордони, що замикають односпрямований потік речовини та енергії та забезпечує відносну автономію

досліджуваної території. Зони водозабору повинні займати площу в межах від кількох десятків гектарів до кількох квадратних кілометрів, бути гідрологічно ізольованими та максимально гомогенними у геологічному відношенні. Усередині зони водозбору мають бути досить широко представлені домінуючі типи фітоценозів та ґрунтів регіону. Для контролю забруднення пробні ділянки розташовують різному напрямі вітрів. Фонові ділянки повинні бути поза зоною дії джерела забруднення, на відстані не менше 10-15 км. При високих фонових рівнях забруднюючих речовин відстань ця може бути меншою, при низьких фонових рівнях вона має бути більшою. Всі ділянки повинні мати подібні характеристики складу і властивостей ґрунтів, природних вод і рослинного покриву. При проведенні фонових моніторингу слід здійснювати спостереження за якомога більшою кількістю природних БГЦ [43].

Для поточного контролю над станом сільськогосподарських угідь необхідна суцільна аеро- чи космічна зйомка (рис. 1.2) під час вибіркового контролю на наземних пунктах спостереження. Контрольними є поля з традиційною системою землеробства без накладання хімічних чи гідротехнічних меліорацій. Найбільш важливим питанням є вибір показників моніторингу ґрунтів, періодичності спостережень та методів вимірювання. Перелік показників повинен бути оптимальним, що забезпечує реальність виконання та не викликає втрати інформації. Система показників повинна включати обов'язкові для всіх видів ґрунтів та специфічні для ґрунтів одного або декількох типів параметри, а також показники, зумовлені природою забруднюючих речовин.



Рис. 1.2 - Приклад космічного моніторингу ґрунтів

Показники, що вибираються для моніторингу, повинні бути по можливості прості, а методи доступні, у тому числі для порівняно невеликих лабораторій, що не мають дорогого обладнання. Крім того, необхідно відзначити, якщо при контролі повітря або вод основна увага звертається на шкідливі та токсичні домішки, то при ґрунтовому моніторингу доводиться контролювати багато параметрів, що характеризують систему в цілому, виявляти ознаки, що вказують на виникнення несприятливих тенденцій або зниження ґрунтової родючості[44].

Обов'язковий контроль показників рухливості забруднюючих речовин, тому що саме вони характеризують здатність забруднюючих речовин переходити в суміжні середовища: в рослини, ґрунтові та ґрунтові води. Але частіше запас рухомих сполук неорганічних забруднюючих речовин визначають у складі витяжок розведених кислот, лугів, солей, екстрагуюча дія яких може бути посилена присутністю комплексоутворювачів. Широким поширенням користується, наприклад, витяжка буферного ацетатно-амонійного розчину. Результати діагностики стану забруднюючих речовин за допомогою цих показників свідчать про їхню інформативність. Численні дані показують, що при забрудненні різних ландшафтів загальний вміст металів та вміст їх рухомих сполук у ґрунтах підвищується на порядки. Істотно збільшується частка рухомих сполук металів від загального вмісту

їх у ґрунті.

У багатьох випадках замінити трудомістке визначення валового вмісту та рухомих форм сполук важких металів, на визначення легко контрольованих показників рН, Eh, МКО, вмісту органічної речовини допомагають уявлення про взаємозв'язок процесів та їх кількісна оцінка на основі термодинамічних принципів хімічної рівноваги.

1. Показники ранньої діагностики негативних змін властивостей ґрунтів дозволяють виявити і зупинити несприятливі процеси на початкових стадіях їх розвитку. Це, насамперед, показники біологічної активності ґрунтів – чисельність та видовий склад мікроорганізмів та безхребетних тварин, їх біомаса, ферментативна активність ґрунтів, інтенсивність виділення вуглекислого газу ґрунтом, активність азотфіксації та денітрифікації, нітрифікаційна здатність ґрунтів. Їх використання при моніторингу промислового забруднення ґрунтів дозволяє виявити тенденції і швидкість змін, що відбуваються в ґрунті, судити про ступінь небезпеки полютантів. Проте несприятливі ефекти є суворо специфічними, однакова реакція може викликатися різними чинниками. Інтегральний характер цих показників, їхнє високе природне варіювання та сезонна динаміка, неоднозначність реакцій та велика пристосованість живих організмів до впливу токсикантів роблять необхідним одночасні прямі визначення інших властивостей ґрунтів для вказівки причин неблагополуччя.

Як ці діагностичні властивості доцільно використання характеристик кислотно-основного, іонно-сольового, окислювально-відновного режимів ґрунтів. Аналізу можуть піддаватися ґрунтові розчини, лізиметричні води, водні витяжки, у яких визначаються рН та активність інших іонів, вміст азоту, фосфору, сірки, кальцію, магнію, важких металів, органічної речовини. Частота виміру – кілька разів за сезон.

2. Показники середньої стійкості, що характеризують короткострокові зміни властивостей ґрунтів та забезпечують поточний контроль за її станом. З цією метою доцільно використовувати катіонно-обмінні властивості ґрунтів, вміст доступних для рослин форм елементів живлення, кислоторозчинних форм сполук кальцію, магнію,

заліза та алюмінію, рухомих форм сполук важких металів, швидкість деструкційних процесів, потужність та запаси підстилки, фракційний склад гумусу. Вимірювання мають проводитися через 2-5 років.

3. Показники довгострокової діагностики порушень ґрунтоутворення при промисловому забрудненні. Це валовий склад ґрунтів, включаючи вміст важких металів, склад ґрунтових мінералів, вміст та запаси гумусу, морфологічні та фізичні властивості ґрунтів (щільність, структурний стан, водопроникність, гранулометричний склад), тобто фундаментальні властивості ґрунтів.

Кислотно-основні властивості. Найважливіший і, як правило, достатній для характеристики ґрунтів показник – значення рН у водних і сольових витяжках. Значення рН свідчить тільки про рівень кислотності або лужності ґрунтів, але через досить високу буферність ґрунтів воно не дозволяє кількісно оцінити кислотність або лужність. Можливі випадки, коли вміст кислотних компонентів у ґрунті наростає, але рН практично не змінюється. Тоді крім рН доцільно визначати так звану потенційну кислотність, яку знаходять шляхом титрування лугом витяжки з ґрунту, що певною мірою дозволяє судити про рівень потенційної кислотності ґрунту[45].



Рис. 1.3 - Шкала рівня кислотності ґрунтів

Місткість катіонного обміну (МКО). Є важливою ґрунтовою характеристикою. Вона складається з поглинальної здатності гумусових речовин, мінеральних частинок ґрунту, а також мікроорганізмів, що входять до її складу. Величина МКО ґрунту корелює із вмістом у ньому гумусу, гранулометричним та мінералогічним складом, величиною рН. Отже, ємність катіонного обміну – інтегральна ґрунтова

характеристика, якою можна оцінювати ступінь стійкості ґрунтів, зокрема, і антропогенному впливу.

Динаміка змісту гумусу. Контроль за вмістом гумусу входить до першочергових завдань, оскільки зміна кількості органічної речовини в ґрунті не тільки прямо пов'язана зі змінами практично всіх властивостей ґрунтів та їх родючості, але відображає вплив зовнішніх негативних процесів, що викликають деградацію ґрунтів.

Для контролю за якісною характеристикою ґрунтового гумусу доцільно визначати вміст водорозчинних органічних речовин, що формують значною мірою запас лабільних елементів живлення та є показником доступності гумусових речовин мікроорганізмам.

Вторинне засолення ґрунтів. Вторинне, точніше, антропогенне засолення ґрунтів проявляється при недостатньо науково обґрунтованому зрошенні, будівництві каналів і водоймищ, при розвіюванні сольових акумуляцій та ін. Найпростіший і найшвидший метод виявлення засолення заснований на вимірі електричної провідності. Застосовують визначення електричної провідності ґрунтових суспензій, паст насичення, водних витяжок, ґрунтових розчинів та безпосередньо ґрунтів. Швидко та досить точно можна контролювати цей процес, визначаючи питому електричну провідність водних суспензій за допомогою спеціальних солемерів[46].



Рис. 1.4 - Приклад засолення ґрунтів

Осолонцювання ґрунтів. Хімічною ознакою осолонцювання зазвичай служить збільшення вмісту в ґрунтах обмінного натрію.

Пригнічення ґрунтової біоти. Цей важливий показник, придатний, зокрема й у ранньої діагностики негативних процесів у ґрунті, знаходять, зазвичай, за непрямыми ознаками. Порівняно простий прийом, що дозволяє оцінити сумарну активність ґрунтових організмів, що розкладають органічну речовину та виділяють діоксид вуглецю, полягає у визначенні так званого дихання ґрунту, або емісії ґрунтом CO_2 .

У польових умовах на поверхні ґрунту встановлюють спеціальні камери, які вловлюють CO_2 , що виділяється, наприклад, шляхом його поглинання розчином луґу; потім кількість поглиненого CO_2 можна виміряти титруванням.

Фітотоксичність ґрунтів. Необхідність визначення цього показника особливо часто виникає при моніторингу хімічно забруднених ґрунтів або при оцінці можливості використання як меліорантів або добрив різного роду відходів: опадів стічних вод, різного роду компостів, гідролізного лігніну[47].



Рис. 1.5. - Приклад збільшення фітотоксичності

Для з'ясування відносної фітотоксичності використовують метод рулонної культури, вирощуючи проростки тест-рослин на рулоні фільтрувального паперу з насіння, замоченого в розчині різними концентраціями важких металів.

Забруднення ґрунтів нафтопродуктами. При контролі забруднення ґрунтів нафтопродуктами вирішуються зазвичай три основні завдання:

- визначаються масштаби (площі забруднення);
- оцінюється ступінь забруднення;
- виявляється наявність токсичних та канцерогенних сполук.

Перші дві задачі можуть вирішуватися дистанційними методами, до яких відноситься аерокосмічний вимір спектральної відбивної здатності ґрунтів. За вимірними величинами спектральних коефіцієнтів яскравості (СКЯ) вдається виявити території, забруднені нафтою, а, за рівнями зміни фарбування ґрунтів – приблизно ступінь забруднення.

При моніторингу ґрунтів, забруднених вуглеводнями, особлива увага приділяється визначенню поліциклічних ароматичних вуглеводнів люмінесцентними та газохроматичними методами.

Забруднення ґрунтів важкими металами. Будь-які елементи знаходяться у ґрунті у формі різних сполук, тільки частина яких доступна рослинам. Але ці сполуки можуть трансформуватися та переходити з одних форм до інших[48].

Тому для цілей моніторингу вибирають певною мірою умовно дві чи три найважливіші групи. Зазвичай визначають загальний (валовий) вміст елементів, лабільні (рухливі) форми їх сполук, іноді окремо визначають обмінні форми та водорозчинні сполуки.

1.4. Висновки до розділу

Для України проблема виснаження ґрунтів є актуальною та потребує пошуку нових методів та способів щодо відновлення якості ґрунтів з різним ступенем деградації.

З метою ведення реєстру земель та своєчасного реагування на зміни якісних характеристик ґрунтів у нашій країні здійснюється моніторинг земель, що є

системою спостережень за станом земельного фонду для своєчасного виявлення змін, їх оцінки, прогнозу, попередження та усунення наслідків негативних процесів. Об'єктом моніторингу земель України є земельний фонд країни незалежно від форм власності на земельні ділянки.

Отже, для підвищення родючості ґрунтів та досягнення нейтральних рівнів деградації необхідно: розробити проекти законодавчих та нормативних актів щодо моніторингу ґрунтів, підготувати концепції та рекомендації щодо забезпечення нейтральних рівнів деградації ґрунтів, створити центри інформації про ґрунти та надати інформацію про пропозиції щодо фінансової підтримки послуг з моніторингу та збереження ґрунтів, відновлення стаціонарних експериментів з вивчення ґрунтових процесів та інституцій, особливо прогнозування напрямків еволюції ґрунтів в умовах зміни клімату, адаптації агротехнологій.

Для вирішення проблеми відновлення родючості ґрунтів з метою досягнення нейтрального рівня деградації ґрунтів Україна має розробити чітку стратегію охорони ґрунтів, запобігання та контролю деградації земель, включаючи ефективне виконання планів та законів із захисту ґрунтів, суворе контроль за їх виконанням, моніторинг, обов'язкові норми антропогенних навантажень, відповідальність органів влади та всіх землекористувачів, дотримання рекомендацій та впровадження новітніх технологій захисту ґрунтів.

Необхідно: розробити пропозиції до законодавчих та нормативно-правових актів щодо моніторингу ґрунтів; підготувати концепції та пропозиції щодо забезпечення нейтрального рівня деградації ґрунтів; створити ґрунтово-інформаційні центри; відновити дослідження ґрунтових процесів та інституцій, напрямок еволюції ґрунтів за прогнозованого клімату. зміна Стаціонарний дослід Адаптація до агротехніки. Вирішенню цієї проблеми допоможе реалізація Національного плану дій з протидії деградації ґрунтів, який містить перелік відповідних заходів до 2030 року.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ

2.1. Аналіз сучасних способів та методів відновлення якості ґрунтів

Постійно зростаючий тиск на сільськогосподарські угіддя з метою збільшення виробництва продуктів харчування поставив під серйозне випробування їх здатність виробляти сільськогосподарську продукцію за прийнятною екологічною ціною. За оцінками, якщо нинішня траєкторія збережеться, до 2030 року 840 мільйонів людей будуть страждати від голоду [49]. Однак багато земель, які вже використовуються або раніше використовувалися для виробництва продуктів харчування, агрономічно деградували. Зменшення родючості ґрунту та підвищена чутливість навколишнього середовища до землеробства через бідні ґрунти чи погане управління або те й інше призвели до постійного зниження врожайності на цих землях. Багато колись орних земель тепер непридатні для сільського господарства, і багато з них покинуто.

Деградовані землі часто є результатом зниження родючості ґрунту внаслідок інтенсивного господарювання, поганих заходів щодо збереження ґрунту та зміни клімату. Незліченні дослідження задокументували негативний вплив інтенсивного щорічного вирощування сільськогосподарських культур на ґрунтове середовище — справді, нинішнє відродження інтересу до регенеративного землеробства [50] має відновлення здоров'я ґрунту як центральний принцип. Деякі специфічні аспекти інтенсивного щорічного виробництва сільськогосподарських культур, які призводять до деградації ґрунту, включають часті порушення, такі як обробка ґрунту, відсутність безперервного цілорічного рослинного покриву, відсутність постійних систем глибокого вкорінення та функціонального різноманіття культур, а також незбалансований баланс поживних речовин. Крім того, зміни клімату — посилене потепління та зміна динаміки опадів у всьому світі — прискорили або посилили деградацію ґрунтів у регіонах, де ґрунти все частіше зазнають повеней і посухи. Втрати від ерозії були особливо серйозними — у багатьох місцях щороку

втрачається до 1% верхнього шару ґрунту, що є наслідком обробки ґрунту, надмірного випасу худоби та зростання кількості екстремальних кліматичних явищ, які прискорюють як вітрову, так і водну ерозію[51].

Постійне використання деградованих земель для сільськогосподарського виробництва вимагає постійно зростаючих управлінських заходів для забезпечення високопродуктивного виробництва продуктів харчування. У цьому контексті подальша деградація землі становить додаткову загрозу екологічній цілісності сільського господарства через посилення втрат вуглецю (C), азоту (N) і фосфору (P). Втрата C та основних поживних речовин із сільськогосподарської системи призводить до того, що землі важко виробляти поживну їжу для споживання людиною, і втрати лише збільшаться, оскільки управління буде інтенсифіковано, щоб замінити втрачену родючість, створюючи позитивну, низхідну спіралеподібну петлю зворотного зв'язку[52].

Оцінки масштабів деградованих земель у всьому світі помітно відрізняються залежно від визначення. Найчастіше визначаються як землі зі зниженою продуктивністю внаслідок діяльності людини, що залишає широкі можливості для оцінок її розміру, який у всьому світі коливається від 0,5 до понад 6 мільярдів га. Звуження визначення до, мабуть, найсуворішого сільськогосподарського масштабу — колишніх сільськогосподарських угідь, які зараз покинуті — дає більш обмежену оцінку від 864 до 951 мільйона га, хоча все ще дуже не визначено. Тут наука зосереджується на цьому вузчому визначенні деградованих земель — посівних угідь або пасовищ, які за належного управління можна було б відновити та знову зробити продуктивними без довгострокових наслідків для здоров'я навколишнього середовища. Таке управління може включати біологічні методи, які сприяють здоров'ю ґрунту та відновлюють цикли C, N і P за допомогою системного підходу, зосередженого на покращенні збереження поживних речовин і збалансуванні балансу поживних речовин, а не, наприклад, додавання добрив, призначених для підтримки високого рівня неорганічних рівні поживних речовин у ґрунтах. Екологічне управління поживними речовинами є невід'ємною частиною органічного, стійкого та регенеративного сільського господарства і досягається

головним чином шляхом покращення різноманітності рослин, включаючи включення багаторічних рослин у довгі сівозміни.

Розглянемо можливість відновлення родючості для нещодавно визнаного класу сучасних орних земель — під польових ділянок із незмінно низькою та неприбутковою врожайністю. Супутниковий аналіз стабільності врожайності показує, що >20% полів кукурудзи і сої можуть відповідати цій класифікації.[53] Крім того, технології точного землеробства (такі як виявлення малоефективних ділянок підпілля та перетворення їх на багаторічні насадження) створюють додатковий потенціал для відновлення продуктивної спроможності цих земель за допомогою стратегій вирощування багаторічних культур. Варіабельність підполя такого роду, ймовірно, зустрічається в усьому світі.

Відновлення погіршення родючості ґрунту за допомогою природної багаторічної обробки є давньою практикою землеробства, яка існує тисячоліттями. Перелогова система землеробства, відома під різними назвами в різних регіонах світу, широко використовувався в усьому світі до двадцятого століття, має центральний принцип відновлення родючості ґрунту під час фази природного пара після інтенсивного посіву. Природний пар забезпечує некерований період, протягом якого екологічна спадкоємність відновлює родючість ґрунту до точки, коли ґрунт можна знову «видобувати» для сільського господарства.

Те, що екологічна сукцесія відновлює родючість ґрунту або, у випадку первинної сукцесії, створює родючість ґрунту, є давнім екологічним принципом. У первинній сукцесії новий вихідний матеріал послідовно колонізується лишайниками, травами, різнотрав'ям, кущами та, зрештою, деревами, разом із дедалі складною екологічною спільнотою ґрунту, яка розвивається в міру накопичення органічної речовини ґрунту та швидкого циклу азоту, фосфору та інших поживних речовин. достатньо для підтримки прискорення первинної продуктивності. Вторинна сукцесія відбувається після збурення, яке скидає послідовний годинник на якийсь більш ранній час, але не видаляє ґрунт, і залежно від збурення — будь то пожежа, екстремальна погода, сільське господарство чи інші збурення — зрештою відбувається подібна, але швидша послідовність відновлення. , за відсутності

триваючих збурень, відновлення системи до деякого стану до збурення. У певному сенсі системи однорічного вирощування сільськогосподарських культур потрапляють у ранній сукцесійний цикл, за допомогою якого екологічний годинник скидається щороку зі збором врожаю. Основні поживні речовини легко втрачаються з ранніх сукцесійних систем і міцно зберігаються пізніше, коли багаторічна біомаса швидко накопичується, що допомагає пояснити внесок багаторічної рослинності в утримання поживних речовин і ефективність використання поживних речовин у системі. Таким чином, включення багаторічних рослин до систем вирощування культур для відновлення родючості та збереження поживних речовин спирається на екологічну теорію та довгу історію світової практики[54].

Все більше доказів свідчить про те, що деградовані землі також мають потенціал для відновлення, залишаючись продуктивними. Майже в усіх випадках багаторічна обробка — включення багаторічних культур і кормів у довгу сівозміну — є ключовою. Багаторічну переробку можна застосовувати в багатьох різних системах для покращення надання екосистемних послуг від сільського господарства, включаючи відновлення родючості, накопичення вуглецю у ґрунті, доступність нітрогену та утримання фосфору, усі важливі компоненти екологічного управління поживними речовинами.

На цьому етапі синтезуються переваги та потенціал використання багаторічних насаджень для відновлення родючості ґрунту на деградованих землях та їх екосистемних функцій. Зокрема, визначаються механізми, за допомогою яких багаторічні культури посилюють і відновлюють цикл С, N і P, використовуючи системний підхід.

Вплив багаторічної обробки на відновлення родючості. Головними атрибутами екологічного управління поживними речовинами є більш ефективний кругообіг поживних речовин і більше збереження С, N і P, які особливо важливі для підтримки врожайності в сільському господарстві[55]. Запаси С, N і P у ґрунті є ключовими показниками здоров'я ґрунту та майже завжди пов'язані з іншими аспектами якості ґрунту — фізичними характеристиками (включно з покращеною інфільтрацією, структурою ґрунту, пористістю та стабільністю агрегатів), хімічними

характеристиками (включаючи наявність поживних речовин та утримання) та біологічні властивості (включаючи складність харчової мережі ґрунту та придушення шкідників і патогенів).

Накопичення вуглецю в ґрунті. Можливо, немає кращого показника для характеристики родючості ґрунту, ніж рівень органічної речовини ґрунту або органічного вуглецю. Будь-яка діяльність, яка призводить до накопичення, приносить користь системі завдяки збільшенню водоутримуючої здатності ґрунту, зберігання та утримання поживних речовин (зокрема N і P), здатності до катіонного обміну, пористості ґрунту, стійкості до ерозії, середовища існування ґрунтової біоти та будь-якого біологічно опосередкованого процесу залежить від C. Відновлення родючості ґрунту, таким чином, значною мірою залежить від нарахування, а стратегії сприяння приросту C залежать від типу культури, ведення сільського господарства та органічних поправок[56].

Традиційна сільськогосподарська практика, як правило, сприяє втраті органічного вуглецю в ґрунті. Зокрема, обробка ґрунту стимулює окислення органічної речовини ґрунту, спрощує популяцію мікробів і прискорює ерозію, що призводить до зниження вмісту органічного вуглецю в ґрунті, низької родючості ґрунту та деградації землі. Крім того, однорічні культури вносять відносно невелику кількість C під землю. У типовій річній системі землеробства лише невелика частка загальної біомаси рослини складається з коренів, готових сприяти стабільному стану корисних речовин через оборот і ексудацію. Це важливо для накопичення корисних речовин, тому що C, отриманий з коренів, вносить більший внесок у стабілізацію, ніж надземні залишки, незалежно від того, чи є корисні речовини мінеральним C або частинки органічного C.

Навпаки, системи багаторічних культур, як правило, сприяють збільшенню органічного вуглецю у ґрунті, що є результатом кількох ознак. По-перше, співвідношення коренів і пагонів у багаторічних культурах високе, зазвичай у >1 та 3–20 разів більше, ніж у кукурудзи. Багаторічні рослини також, як правило, мають довший період вегетації, що сприяє більшому виробництву кореневої біомаси. Відносно великі та глибоко вкорінені системи відповідають більшим кореневим

входам С. В одному синтезі виявили, що перехід від однорічних звичайних систем (наприклад, сівозміни кукурудза-соя) до багаторічних культур збільшив підземний розподіл С на >400%, що пов'язано зі збільшенням кореневої біомаси до 2500%.

Більша коренева біомаса також передбачає більшу швидкість ексудації коренів, яка, як відомо, збільшує та покращує агрегацію ґрунту, що захищає ґрунт С від мікробної атаки. Таким чином, можна очікувати, що більше коренів у всьому профілі ґрунту збільшить агрегацію на різних глибинах ґрунту. Агрегація не тільки захищає ґрунтовий С, забезпечуючи довший час перебування С, але також має позитивні наслідки для водоутримуючої здатності ґрунту та інфільтрації води. Ґрунти з високим рівнем агрегації краще витримують сильні опади, оскільки вода може швидше проникати на більші глибини, ніж ґрунти з поганою структурою. Таким чином, покращена інфільтрація води зменшує стік доступної для рослин води та основних поживних речовин, покращуючи доступність води з часом і допомагаючи цим системам бути більш стійкими до екстремальних погодних явищ.

Відсутність руйнування ґрунту ще більше сприяє збільшенню органічного вуглецю — у безперервних багаторічних системах обробіток ґрунту використовується лише в роки закладення, так що після цього постійний рослинний покрив і краща структура ґрунту призводять до зменшення ерозії, зниження швидкості розкладання та більшої стабільності агрегатів. Використання багаторічних культур також має потенціал для збільшення кількості та різноманітності органічних речовин, що повертаються в ґрунт, якщо їх включити до будь-якої системи. Більш тривалі періоди вирощування та менше видалення біомаси під час збору врожаю з багаторічних культур призводять до більшого ґрунтового покриву та більшої кількості біомаси, яка повертається в ґрунт, що призводить до збільшення органічного вуглецю.

Різноманітність сама по собі також може сприяти накопиченню органічний вуглець ґрунту, як у багаторічних, так і в річних системах, що призводить до більш різноманітних ґрунтових мікробних спільнот (та більшої мікробної біомаси С).

Більше мікробного різноманіття та біомаси С також може сприяти утворенню пор у ґрунті та стабільності агрегатів, що сприяє гіфам грибів та мікробним

позаклітинним сполукам. Крім того, мікробна біомаса та побічні продукти розкладання можуть стимулювати збільшення фракцій органічної речовини, пов'язаної з мінералами і, таким чином, стабільні запаси С. Різноманітність також може сприяти накопиченню С у ґрунті через міжвидовий кореневий перенос С, завдяки чому системи з видами, які беруть участь у такому переносі, отримують стабільний С з вищими темпами. Окрім впливу на накопичення органічного вуглецю, різноманітність рослин також може посилити придушення шкідників (траводних, бур'янів і хвороб), запилення та інші послуги екосистеми.

Збереження азоту. Азот є одним із найважливіших і динамічних елементів, які обмежують ріст наземних рослин. Хоча азотні добрива зазвичай додають до сільськогосподарських екосистем, виробництво є енергоємним і дорогим, і зазвичай призводить до великих втрат азоту, що завдає шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людини. Менше половини азотних добрив вноситься до сільськогосподарські угіддя в усьому світі відновлюються після збору врожаю, решта втрачається в навколишньому середовищі, де це сприяє евтрофікації поверхневих вод, спричиняє морські мертві зони, забруднює запаси питної підземної води, пригнічує біорізноманіття та сприяє глобальному потеплінню, що зрештою загрожує довгостроковій продовольчій безпеці.

Запаси азоту в ґрунті, як правило, сильно виснажуються на деградованих землях, що робить виробництво на цих землях ще більш залежним від зовнішніх джерел азоту. У той же час виробництво стає менш чутливим до надходжень азоту через інші обмеження на родючість ґрунту, такі як низький вміст органічної речовини в ґрунті. Кінцевим результатом є ще нижча ефективність використання азоту, що робить ці системи ще більш не герметичними та екологічно шкідливими, а також посилює деградацію ґрунту у невдалій висхідній спіралі.

Таким чином, збереження азоту є наріжним каменем регенеративного сільського господарства та стійкої інтенсифікації, є центральним елементом екологічного управління поживними речовинами та може бути легко оцінено, враховуючи баланс надходжень N і виходи. Системи вирощування сільськогосподарських культур із високою ефективністю використання азоту, де

вихід азоту, окрім урожаю, є низьким відносно вхідних ресурсів, зберігатимуть азот. Або, іншими словами, у системах із збереженням азоту більшість надходжень азоту стане частиною врожаю або зберігатиметься в ґрунті органічна речовина, готова постачати N для наступної культури. Це можна побачити в паралельному порівнянні удобрення багаторічних та однорічних систем вирощування культур, де ефективність використання азоту (кількість видаленого азоту відносно внесених добрив) є значно вищою для багаторічних систем. Багаторічні культури — зібрані, використані для збереження насаджень — мають природний високий потенціал для зберігання азоту з різних причин і, крім того, можуть мати нові стратегії отримання азоту, які можуть мінімізувати їхні потреби в добриві азотом[57].

У світі існує велика кількість деградованих земель, які потребують відновлення родючості ґрунту для задоволення поточних і майбутніх потреб у продовольчій безпеці. Використання багаторічної обробки для відновлення втраченої родючості здається можливим завдяки практикам, які сприяють накопиченню C та ефективному використанню та збереженню N і P. Зростання вуглецю є центральним для відновлення родючості, що є результатом більшої кількості та різноманітності підземних надходжень C, покращеної структури ґрунту та меншого порушення ґрунту. Збереження азоту може бути результатом практик, які підвищують загальносистемну ефективність використання азоту, включаючи багаторічні рослини з їхньою здатністю захоплювати азот із глибшого профілю ґрунту, переміщувати азот до коренів до старіння, а для деяких фіксувати атмосферний азот. Покращене утримання та переробка багаторічних рослин відбувається завдяки збільшеному надходженню корневих і мікробних метаболітів, які роблять мінеральний і органічний фосфор у ґрунті доступними для поглинання рослинами, а також менші втрати через стікання, вимивання та ерозію.

Бар'єри на шляху використання багаторічної обробки для відновлення деградованих ґрунтів можна подолати за допомогою політики, яка може стимулювати землевласників, фермерів і власників ранчо керувати екологічними процесами для родючості ґрунту та екосистемних послуг, можливо, шляхом переміщення стимулів від практик деградації землі, таких як інтенсивна коротка

ротація зернових, до більш різноманітних сівозміни та інші методи, пов'язані з відновлюваним сільським господарством. Зрештою, мільйони гектарів нині деградованих посівів і пасовищ можуть бути повернуті для відновлення та покращення екосистемних послуг, у тому числі пов'язаних із збереженням біорізноманіття, води та поживних речовин, а також економічного та суспільного добробуту.

2.2. Методи відновлення ґрунтів з використанням добрив

Більшість сумішей добрив в основному складаються з азоту (N), фосфору (P) і калію (K). Ці три елементи складають найбільшу масу та вартість більшості сумішей. Азот, фосфор і калій (N-P-K) також присутні в тканинах рослин у процентному співвідношенні на основі сухої маси. Інститут добрив має велику кількість онлайн-ресурсів, які детально описують походження та використання компонентів добрив.

Азот (N). Газоподібний азот, доступний у всьому світі, є основним компонентом атмосфери (78 відсотків). Виходячи з цього факту, можна було б очікувати, що сам азот буде майже безкоштовним для рослин, подібно до водню, кисню та вуглецю, які рослини отримують безпосередньо з повітря чи води. Процес виробництва азотних добрив поєднує природний азот з атмосфери з природним газом для утворення безводного аміаку. Потім цю речовину можна вносити безпосередньо під культури як азотне добриво або використовувати для виготовлення інших добрив, включаючи: сечовину та нітрат амонію. Хоча це може здатися простим, цей процес вимагає значної кількості енергії, яку не кожен може виробити або дозволити собі.

Фосфор (P). Фосфор міститься трохи менше ніж в 1 відсотку земної кори. Добриво на основі фосфору походить із фосфатів, що походять із кам'яних відкладень у вигляді скам'янілих залишків стародавнього морського життя або вулканічної діяльності. Фосфат, видобутий із цих природних геологічних родовищ, поєднується з іншими хімічними речовинами для отримання потрібного

суперфосфату або монофосфату амонію (MAP). Найбільші ресурси фосфору мають Китай, США, Індія, Канада та Бразилія. Незважаючи на те, що багато країн знайшли запаси фосфорної породи, енергоємні етапи видобутку та переробки роблять можливим лише кілька країн постачати фосфорні добрива.

Калій (K). Калій є сьомим за поширеністю елементом у земній корі, його частка становить приблизно 2,5%. Добриво на основі калію отримують із природних родовищ руди, які утворилися в результаті випаровування морів і океанів. Видобутий калій або поташ викопують, очищають і гранулюють з іншими поживними речовинами. Типовими джерелами калійних добрив є нітрат калію, сульфат калію, хлорид калію або монофосфат калію. Значні запаси калію існують у всьому світі, але більшість видобутку здійснюється в Канаді, Німеччині, Білорусі та Ізраїлі [61].

Другорядні елементи. Кальцій (Ca) становить 3,6 відсотка земної кори, магній (Mg) становить 2,1 відсотка, а сірка (S) становить менше 1 відсотка. Джерела кальцію включають вапняк і гіпс, хоча вапно і гіпс можуть бути отримані в результаті промислових процесів. На щастя для виробників теплиць і розсадників, деякі зрошувальні води можуть забезпечити значні джерела кальцію, магнію та/або сульфату. Торф сфагновий може мінералізуватися в контейнері і постачати значний запас сірки в декоративні культури.

Мікроелементи. Рослини вимагають бору (B), міді (Cu), заліза (Fe), марганцю (Mn), молібдену (Mo) і цинку (Zn) у дуже малих кількостях за шкалою часток на мільйон (ppm) у рослинній тканині в сухому стані. вагова основа. Ці поживні речовини отримують із мінеральних руд, присутність яких у земній корі варіюється від звичайної до дуже рідкої. Добрива з міді, заліза, марганцю та цинку зазвичай доступні у сульфатованій або хелатній формі, щоб зробити їх більш доступними для рослин у ширшому діапазоні рівнів рН кореневої зони. Бор і молібден доступні в кількох формах боратів або молібдатів.

Важливою складовою при виборі технології виробництва добрива є вартість технології, а саме. Еколого-економічне обґрунтування використання технології.

Більшість органічної сировини для добрив використовується в основному в сільському господарстві в усьому світі. Процес використання цієї сировини як

добрива в теплицях і розсаднику є достатньо вартісним. Ці матеріали потребують додаткового очищення для видалення небажаних компонентів, що можуть зашкодити виробництву декоративної тари, або модифікувати, щоб відповідати виробничим системам (наприклад, бути більш розчинними). Потім їх необхідно транспортувати до змішувального заводу, змішати разом, упакувати та відправити клієнту або дистриб'ютору. Добрива мають високу вагу, і, як наслідок, транспортування потребує додаткової витрати. Наявність транспортних контейнерів і вантажівок також впливає на здатність своєчасно відвантажувати сировину та готову продукцію[62].

Якщо проаналізувати усіх складові компоненти, які входять до складу змішаних добрив, походження цих матеріалів, їх обмежену пропозицію в усьому світі та альтернативне використання, легко побачити притаманну нестабільність цін на добрива та доступності [63]. Хоча добрива становлять досить низький відсоток загальних прямих виробничих витрат, але ціни на добрива, ймовірно, продовжуватимуть зростати зі зростанням цін на нафту та зростанням попиту на добрива на світовому ринку.

Незважаючи на те, що добрива можуть становити лише менше 5 відсотків загальних прямих витрат на виробництво рослини, щорічні рахунки за добрива зростаючої компанії можуть скласти значну суму. Враховуючи наведені вище дані, можемо зробити висновок про те, що зниження цін на органічні добрива найближчим часом не передбачається. Тому, актуальним є питання пошуку шляхів виробництва з більш доступної та менш вартісної сировини. Зокрема, з використанням у якості сировини відходів харчової промисловості.

2.3. Оцінка переваг та недоліків існуючих технологій виробництва добрив для ґрунту з різної сировини

З року в рік вартість добрива може коливатися, а іноді певний аналіз або марка добрива може навіть бути недоступною. розглядається сировина, з якої складається типова суміш добрив, звідки ці матеріали походять і як вони обробляються, стає

цілком очевидним. Вартість і пропозиція добрив, призначених для використання в теплицях і розсадниках, пов'язані з рядом змінних, включаючи географію, глобальні ринки, політику, транспортну логістику та витрати на енергію.

Аналіз пакування на предмет переліку вихідної сировини для отримання типового добрива змішаних добрив, показує, що добрива (особливо повні суміші, що містять N-P-K, Ca, Mg, S та мікроелементи) можуть легко містити десяток або більше компонентів[58]. Навіть якщо вашим джерелом добрив є блендер, у продукті можуть бути інші компоненти, не зазначені на етикетці. Складність інгредієнтів у сумішах добрив стає особливо очевидною, коли ви дивитеся на змішаний гранульований продукт. Сировина, яка йде на добриво, також включається в ряд інших продуктів, не пов'язаних з декоративним садівництвом. На жаль, проблеми попиту та пропозиції, пов'язані з цими продуктами, іноді суперечать потребам нашої галузі. Наприклад, кілька років тому ціни на сировину для добрив різко зросли через низку сумісних факторів [59]:

- 1) Ринки, що розвиваються, такі як Китай та Індія, скупчили великі блоки наявних запасів сировини для виробництва добрив, необхідних для підтримки їхнього зростання.

- 2) Сільськогосподарський попит на добрива також досяг піку завдяки розширенню ініціатив щодо біопалива.

- 3) Ціни на нафту різко зросли, а витрати на доставку по всьому світу зросли.

- 4) Деякі заводи з виробництва сировини для добрив по всьому світу були тимчасово закриті.

Поєднання цих факторів призвело до значного збільшення попиту на меншу пропозицію сировини. Якщо взяти до уваги той факт, що ця сама сировина використовується в інших галузях промисловості, то це є причиною високої вартості даної сировини. З метою розуміння того, що є основною сировиною для виробництва даного типу добрив, нами було проаналізовано інформацію щодо походження сировини, що використовується у даних технологіях виробництва добрив.

2.4. Висновки до розділу

Отже, можемо зробити висновок про те, що в Україні спостерігається постійне виснаження ґрунтів. Багато колись орних земель тепер непридатні для сільського господарства, і багато з них покинуто. Деградовані землі часто є результатом зниження родючості ґрунту внаслідок інтенсивного господарювання, поганих заходів щодо збереження ґрунту та зміни клімату. Серед різних заходів та методів відновлення якості ґрунтів, використання органічних добрив має ряд вагомих переваг. Але, технології виробництва таких добрив потребують удосконалення у напрямку підвищення еколого-економічних характеристик. Тому, актуальним є питання пошуку шляхів виробництва добрив для відновлення якості ґрунтів з більш доступної та менш вартісної сировини. Зокрема, з використанням у якості сировини відходів харчової промисловості.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЕКОЛОГІЧНОГО ДОБРИВА З АЛЬТЕРНАТИВНОЇ СИРОВИНИ

3.1. Переваги використання кавової макухи у якості добрива для відновлення якості ґрунту

Кава є незамінним ритуалом повсякденної рутини для кожної четвертої особи населення світу. Україна на сьогоднішній день є п'ятою країною за рівнем імпорту кави, а зростання обсягів споживання почалося ще вісім років тому. Саме сучасні тенденції споживання кави в форматі “to go” (з собою, по дорозі), доступність напою у паперовому стаканчику зробили свою справу. Людина, як жодна інша істота, залежна від актуальних способів отримання легкого задоволення. Кава - це нова залежність нашого покоління. Але окрім популяризації задоволення, кава, є і новою екологічною проблемою нашого часу.

За споживанням зернової кави стоїть велике питання утилізації відходів, і чи можуть вони служити користю для нас. Серед основних типів відходів варто вирідили наступні: паперові стаканчики, пластикові кришки та найцінніший ресурс - кавова гуща. Стаканчики разом з пластиковими кришечками майже неможливо утилізувати на місці, оскільки вони можуть накопичуватися на великій відстані від місця реалізації напою, а ось кавова гуща накопичується безпосередньо у закладі. Це спрощує процедуру збору кавової гущі, з перспективою її другого життя.

Концепція сталого розвитку та стратегія безпечного управління відходами в Україні є першою умовою зменшення кількості відходів, яка висуває можливість вторинного використання тих типів відходів, для яких це можливо.

Без ретельного вивчення питання щодо шкоди, яку завдає екології кавова гуща, здається, що це тип органічних відходів, що не здатні завдавати значної шкоди для навколишнього середовища, адже термін повного розкладу кавової гущі близько 2,5 років. Проте в сучасних умовах утилізації твердих-побутових відходів, кавова гуща потрапляє на загальні полігони сміття, де завдяки значному вмісту вологи, вона пріє та загниває, про біореструктуризацію мова навіть не йде.

Можливо, на перший погляд, постановка проблематики вторинного використання кавової гущі не виглядає суттєвою, але статистика імпорту кави чітко показує глобальність цієї проблеми сьогодні.

У 2020 році порівняно з 2019 роком імпорт кави збільшився на 15,4%, це близько 69,4 тис. тонн кави [64].

У січні 2022 року порівняно з січнем 2021 року імпорт кави збільшився на 37,1%, це приблизно 97 тис. тонн кави.

За останні 8 років імпорт кави стрімко збільшує обороти. Статистика показує наступні цифри: за 2014 рік було поставлено 24 262 тони виробів з кави, вже в 2021 році цифра досягла 72 894 тонни за рік. Значне падіння за вісім років (в період з 2014 по 2022 рр.) було відзначено лише одного разу в 2020 році, коли було ввезено 73 628 тонн, у порівнянні з 2019 роком (рис 3.1.)[65].

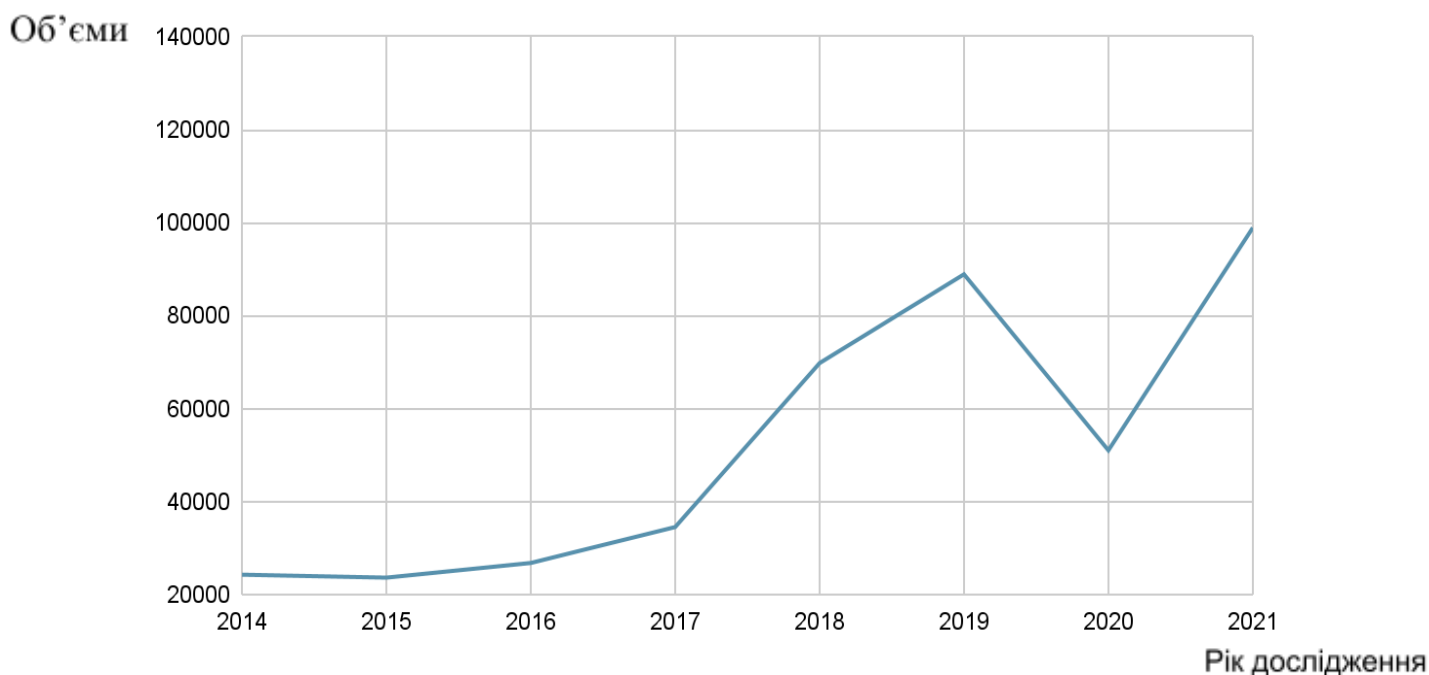


Рисунок 3.1 – Ємність ринку кави в Україні у 2014-2021

роках

За приблизними підрахунками середньостатистичний житель нашої країни, вживає близько 180 порцій кави на рік, то наприклад, в Фінляндії - 772, в Швеції - 472, а у Німеччині - 420.

3.2. Особливості та ефективність використання відходів кавового виробництва, як добрива у різних країнах світу

Кава - це широко поширена сільськогосподарська культура харчового призначення, що переробляється в усьому світі, в тому числі і в Україні, вона є одним із популярних продуктів харчової промисловості на сьогоднішній день. Популярність, а відповідно і обсяги його виробництва та реалізації ростуть з кожним роком. В даний час більшість споживачів (59%) віддають перевагу зерновій каві.

Плід кави має міцну зовнішню шкірку (екзокарп), під якою знаходиться соковита жовтувата пульпа (мезокарп). Пульпа обволікає парне напівкулясте насіння, яке укладено в зелену пергаментну оболонку (ендокарп). Сухе насіння після видалення сріблястої шкірки надходить у торгівлю. У 1 кг міститься близько 2200 насінин. Їх одержують із 5 – 6 кг цілих плодів. Після знімання плодів застосовують 2 способи їх обробки – вологий (мокрый) та сухий. Перший користуються, якщо кава високоякісна, а суха застосовується для менш ароматних зерен, так як вона простіше і не вимагає дорогого обладнання.

При виробництві смаженої зернової кави накопичуються значні кількості відходів, такі як кавовий шлам з якого потім виготовляють розчинну каву, некондиційні зерна кави, лущиння кави, кавовий пил, подрібнені частинки кавового напівфабрикату. З 1 т кавових зерен зазвичай отримують лише 0,33-0,37 т порошку розчинної кави, при цьому утворюється понад 0,5 т відходів, більшу частину яких становить кавовий шлам. На окремому підприємстві, що виробляє розчинну каву, утворюється в середньому близько 10-20 тис. т на рік кавового шламу. Кавовий шлам є порошком темно-коричневого кольору із запахом кави. Основним компонентом відходу є клітковина (54,0-56,0%), вміст сирого протеїну становить 12,0-14,0%, загальних жирів – 12,5-14,5%.

Кавовий шлам - це основний побічний продукт, що отримується після вологої обробки кавових зерен, необхідної для відділення кавових гранул або лущиння кави. Незважаючи на те, що кавовий шлам є досить багатим за своїм складом продуктом, в даний час не існує прийнятної технологічної схеми його переробки, і

він просто знищується або в кращому випадку переробляється тільки частково (витяг ароматичних і фарбуючих речовин з кавових відходів, використання кавового шламу шламу як сировини для одержання кавової олії). Слід зазначити, що присутність білка, цукрів та неорганічних речовин у кавовому шламі та його висока вологість сприяють швидкому зростанню мікроорганізмів, і якщо він не переробляється відразу, то викликає забруднення навколишнього середовища.

Сьогодні певна кількість напрямів використання кавових відходів набирають популярності:

- переробка відходів кави в органічні добрива;
- використання кавової гуші як альтернатива дизельному паливу (з 10 кг відходів можливо отримати близько 2 літрів палива, що є високоефективним і 100% вуглецево-нейтральним). Наприклад, вихід біопалива з кавових відходів становить 18% маси сировини, вихід газу – 60%, вугілля – 8%, інші продукти – 14%;
- створення лінії для отримання кавової олії з кавового шламу та відходів виробництва кави (результатом є природна кавова олія, майже вільна від ароматичної фракції кофеолу) та білково-вуглеводну кормову добавку.

Однак в даний час ці технології не знайшли практичного застосування в промисловості через трудомісткість та складність здійснення технологічного процесу, а також через наявність значних відходів після вилучення цільового продукту з кавового шламу, які також необхідно утилізувати;

Що ж до отримання енергії, то згідно з проектом, було встановлено систему очищення води, в якій «метан, виготовлений стічними водами, вловлюється в системі, забезпечуючи чистий та безпечний біогаз для запуску фермерського обладнання, роботи кухонної печі та інших приладів».

Така система з очищення стічних вод після виробництва кави була встановлена у восьми кава-фермах у Нікарагуа, десять у Гондурасі та одна у Гватемалі[66].

Серед переваг системи відзначається також можливість виробництва значної кількості біогазу та запобігання викиду парникових газів в атмосферу.

Керівники програми налаштовані розширення цієї ініціативи. У заяві також наголошується, що проект готовий прогресувати від пілотного до подальшої

експансії та за межі Центральної Америки.

Занепокоєння станом навколишнього середовища, яке забруднено стічними водами при виробництві кави, проявляється міжнародними організаціями вже кілька років.

Глобальний звіт Global Coffee Report у 2012 році зазначає, що стічні води вже давно є одним із найруйнівніших побічних продуктів переробки кави. Дослідники починають застосовувати економічно-орієнтований підхід, щоб забезпечити необхідними засобами фабрики з виробництва кави зменшення небезпечних стоків. Таке занепокоєння вченими пояснюється тим, що стоки від вологої та напів вологої обробки багаті на органічні речовини високою токсичністю[67]. Результатом може стати зменшення рівня кисню у воді, а це може вбити практично все водне життя.

Так, дослідження можливості застосування кавових відходів з метою покращення ґрунтової родючості були здійснені в ДР Конго [68]. Піщані ґрунти займають значні території у країнах – виробниках кави, в Африці (Ангола, ДР Конго) та Південній Америці. У ході низки досліджень вивчався потенціал відходів кавового виробництва з метою покращення показників родючості піщаних ґрунтів у ДР Конго.

Відходи кавового виробництва, які використовуються при закладці досвіду, мали вологість 8,4%, рН водної витяжки - 8,0%. Мінеральний компонент містив (%): Са-0.37, Mg-0.14, К-2.49, Na-0.04, P-0.18, Mn-0.01, Al-0.58, Fe-0.29; у складі органічного компонента були присутні (%): С – 44.87, N – 1.69, лігнін – 28.6, целюлоза – 30.4, геміцелюлози – 14.9, поліфеноли – 0.4.

Досвід проводився протягом 24 місяців та включав три варіанти. Контрольний варіант (без внесення кавових відходів) досліджувався одночасно з варіантами, які використовують кавові відходи. Ділянки зволожувалися дистильованою водою щотижня обсягом 87% від середньої норми опадів. Кожні три місяці проводилася оцінка змін хімічного складу ґрунту, частки вилуженої води та катіонів у ньому.

У всіх випадках протягом трьох місяців спостерігалось підвищення рН ґрунту вище 5,5. Катіони Са, Mg, К показали зростання відповідно від 5 до 7, від 2 до 3 і від 7 до 14 разів зі збільшенням норми внесення кавових відходів.

Вміст вуглецю та азоту суттєво підвищився протягом 6 місяців приблизно на 1,5 та 0,12 % відповідно, викликавши зменшення співвідношення C/N з 17 до 13.

Комбінована дія підвищення рН із збільшенням органічного вуглецю сприяли суттєвому збільшенню коефіцієнта катіонного обміну. Підвищення доступного фосфору було так само суттєвим, хоч і тимчасовим, максимальне значення було досягнуто на 9 місяць випробувань. Внесення відходів кавового виробництва суттєво збільшило частку збереженого ґрунту води – з 53 до 60%. Це своє чергу сприяло утримання основних катіонів, фіксувало Mg, але збільшувало частку вільного заліза. Таким чином, у кавових відходів є потенціал використання для вапнування ґрунту, а також як NPK добрива з такими перевагами як збереження та утримання води та азоту.

Деякими дослідниками пропонуються технології анаеробного зброджування кавових відходів [69]. Анаеробне зброджування як технологія використовується вже кілька десятиліть, як спосіб переробки опадів стічних вод. Розвиток технології анаеробної переробки відходів підштовхнув інтерес до скорочення відходів та отримання альтернативних джерел енергії. У зв'язку з необхідністю переробки відходів виробництва кави робляться зусилля з адаптації даної технології для переробки кавових відходів. Відходи кави з біорозкладу вуглецю вищі, ніж інших сільськогосподарських відходів, з анаеробною руйнівністю близько 70%, що робить їх основним матеріалом для анаеробного зброджування. У літературі зазначаються різні обсяги виходу біогазу з кавових відходів. У Гватемалі експерименти зі свіжими відходами кавового виробництва дозволили отримати максимальний щоденний обсяг виробництва біогазу 1,30 м³ з 1 м³ відходів.

Вміст екстрактивних речовин, білків, жирів, клітковини та редукуючих цукрів у шламі становить відповідно до 4; 0,8; 10-20; 50–60 та 15–25% у перерахунку на суху речовину. У шламі присутні також азотисті, зольні, мінеральні речовини, органічні кислоти та вітаміни. Речовини, що містяться у відходах кавового виробництва, сприятливо впливають на життєдіяльність тварин. Так, мідь, марганець, цинк та залізо позитивно впливають на процес кровотворення, тканинне дихання. Кальцій є незамінною складовою частиною кісткових клітин та бере

активну участь у регулюванні осмотичного тиску в рідинах організму. Фосфор бере участь у всіх енергетичних процесах, що протікають в організмі, незамінний в обміні білків, жирів і вуглеводів, в синтезі ферментів, гормонів і вітамінів.

Отже, використання вторинних сировинних ресурсів дозволяє не тільки повністю або частково відмовитися від дорогої імпортової сировини у виробництві високоякісних повнораціонних комбікормів, а й вирішити питання щодо утилізації твердих відходів, що забруднюють довкілля. Процес переробки відходів кави в органічні добрива передбачає такі етапи:

- розмелювання відходів кави;
- зволоження хімічними реагентами;
- електромагнітна обробка зволоженої суміші з метою активації процесів розкладання;
- витримка суміші протягом 2-х ... 3-х тижнів у бурті;
- додавання хімічних або біологічних компонентів для додання добриву необхідного хімічного складу чи біологічної активності.

Таким чином, існує низка способів використання кавових відходів у сільському господарстві. Одним з них є застосування кавових відходів як добрива, проте на даний момент даний напрямок вивчений недостатньо. У зарубіжних країнах є досвід використання застосування відходів виробництва кави як добрив.

На закінчення можна відзначити, що агроекологічні проблеми ведення сучасних систем землеробства на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах пов'язані переважно з низьким рівнем їхньої природної родючості. Підвищення рівня родючості вимагає здійснення низки агротехнічних, меліоративних та інших заходів, до найважливіших внесених добрив, зокрема нетрадиційних. З іншого боку, екологічний стан довкілля погіршується через зростання обсягів відходів виробництва. Відходи харчової промисловості, і зокрема, відходи виробництва кави також можуть негативно впливати на навколишнє середовище. Використання їх як добрив може дозволити вирішити обидві проблеми, проте на цей час ґрунтовий шлях утилізації кавових відходів.

Якщо розглянути питання активного використання кавової гущі розвиненими

країнами світу, то можна дійти висновку, що за останні 10 років, індустрія вторинного використання кавової макухи набирає обертів, та знаходить декілька гілок практичного використання. Основні напрями використання кавової гущі зображено на рис. 3.2. Спостерігаючи за індустрією використання кавової макухи, дивуєшся винахідливості та практичності цих винаходів. Наприклад, у Чехії у 2017 році, з кавової гущі, яку заздалегідь було зібрано місцевими кав'ярнями, було підсвічено різдвяну ялинку на головній площі Праги, яка всі різдвяні свята використовувала електроенергію, яку отримували з переробленої кавової гущі. Або ж отримання нового виду палива з кавової макухи, що підтримує шести годинну роботу генераторів для подачу електроенергії в приватні будинки.

До основних способів використання кавової гущі належать:

1) сільське господарство – використання в якості добрив сухої кавової гущі досить обмежено з-за не вивченості трансформації залишків корисних речовин з гущі до ґрунту. Тобто можна знайти купу аматорської інформації про використання в окремих фермерських господарствах кавової гущі, але ґрунтовних наукових досліджень до сих пір не проводилося. Можна також знайти інформацію про взагалі шкоду від кавової гущі з-за її кислотного рівня рН.

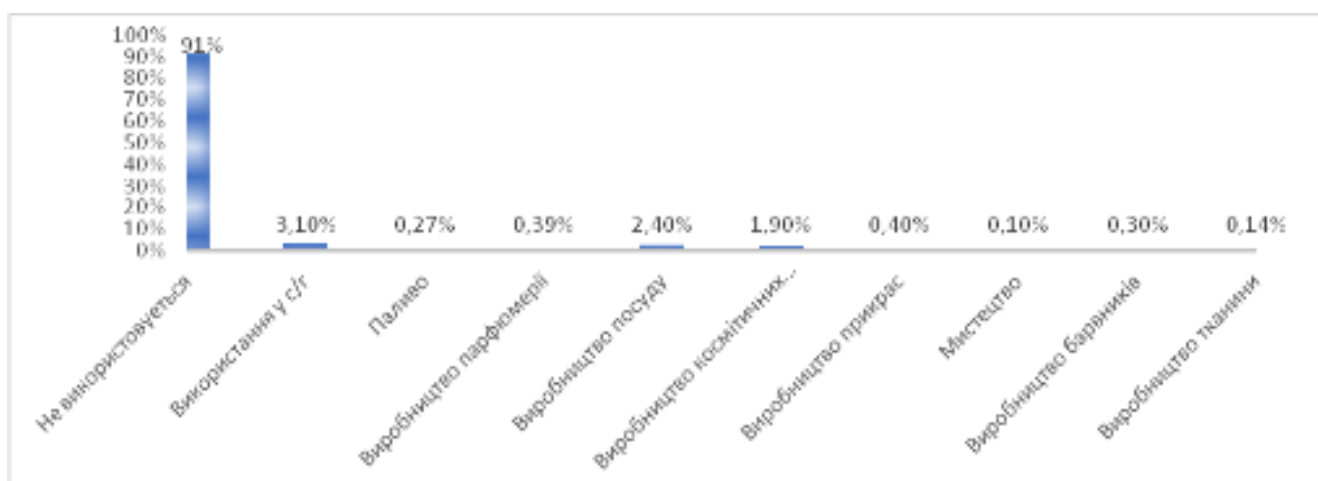


Рисунок 3.2. – Методи використання кавової гущі у світі

1) Загально вивченим є використання мокрої гущі як основи для вирощування грибів, зокрема печериць та використання гущі в якості палива. Відносно новий, але перспективний напрямок, який при цьому потребує значних капітальних вкладень;

2) Використання в якості абразивного матеріалу у виробництві косметичних засобів, в тому числі у складі кремів, скрабів, мила. Перевагу використанню гущі надають виробники так званої «зеленої» або «еко» косметики;

3) Використання в якості доданки до полімерних матеріалів для зменшення вартості кінцевого виробу. Найперспективнішим є виробництво здатного до біорозкладання полімерного посуду, у складі якого переважає органічна доданка – кавава гуща.

4) Використання кавової гущі у сучасному мистецтві, в тому числі для виробництва прикрас, малювання та різноманітних інсталяцій.

В Україні на сьогодні, використання кавової гущі як ресурсу майже відсутнє. Бізнес тільки починає розглядати гущу як ресурс та шукає найперспективніші ідеї для розвитку та втілення (рис. 3.3)[70].

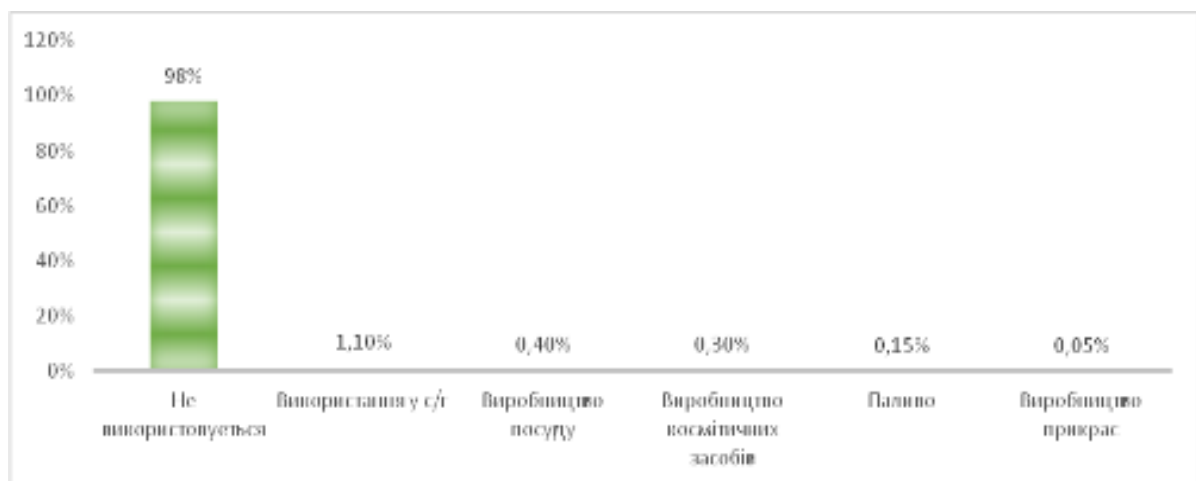


Рисунок 3.3. – Використання кавової гущі в Україні (за даними на 2018)

Аналіз рисунків 3.2 та 3.3 показує, що в Україні використовують у 5 разів менше кавову гущу, ніж у світі. Навіть використання у сільському господарстві менше за світ у три рази (3,1% у світі та 1,1% в Україні).

Розглянемо найуспішніші, втілені у життя бізнес-проекти з вторинного використання кавової гущі у світі.

П'ять років тому Джуліан Лехнер, студент факультету дизайну одного з італійських університетів, пив чергову чашку еспресо, коли йому в голову прийшла

незвичайна ідея. Він вирішив присвятити свою дипломну роботу виробництва нових матеріалів з використаної кавовій маси. Зараз він живе в Берліні, і йому вдалося створити матеріал для виробництва кавових чашок і блюдець, придатних для миття в посудомийній машині. Так, саме з кавової гущі.

Інший підприємець, Але Аман Адвані, глава і співзасновник фірми з пошиття одягу Ministry of Supply, розташованої в штаті Массачусетс (США), запустив на ринок шкарпетки з додаванням кавової гущі, які блокують утворення неприємного запаху. Шкарпетки містять перероблений поліестер з частинками кави для контролю запаху [71].

Революційний вид тканини під торгівельною маркою S.Cafe використовують понад 110 модних брендів, у тому числі American Eagle, Timberland і LL Bean. Тканина S.Cafe виготовляється з пряжі, що містить від 1,2 до 1,5% наночастинок кавовій гущі.

Ця тканина поставляється тайванської текстильною компанією Singtex і використовується переважно для пошиття спортивного одягу, а також нижньої білизни і модного одягу. Можливо, ви вже носите на собі кавову гущу - або як мінімум одяг, до складу якої вона входить.

Займаючись пошуком рішень в області вторинної переробки сировини, британська кавова компанія Greensip вирішила глибше вникнути в відомий багатьом любителям садівництва рада з приводу використання кавовій гущі як добриво. Фірма зуміла створити повністю органічне добриво і засіб для боротьби зі слимаками. До складу засобу для боротьби зі слимаками входить кавова гуща, яку поставляють клієнтами Greensip в обсязі від 200 до 300 тонн в рік, а також інші натуральні інгредієнти, такі як папороть і деревна зола.

Знімаючи з пальців власноруч зроблені кільця, Розалі Макміллан час від часу вловлює легкий аромат кави, що виходить від її рук - а все тому, що вона створює прикраси, на 70% складаються з переробленої кавовій гущі. Цей чудовий матеріал до душі людям з усього світу. Крім кави, до складу виробів входять подрібнені шматочки джутових мішків, в яких поставляється кави, а також біосмол в якості сполучного речовини.

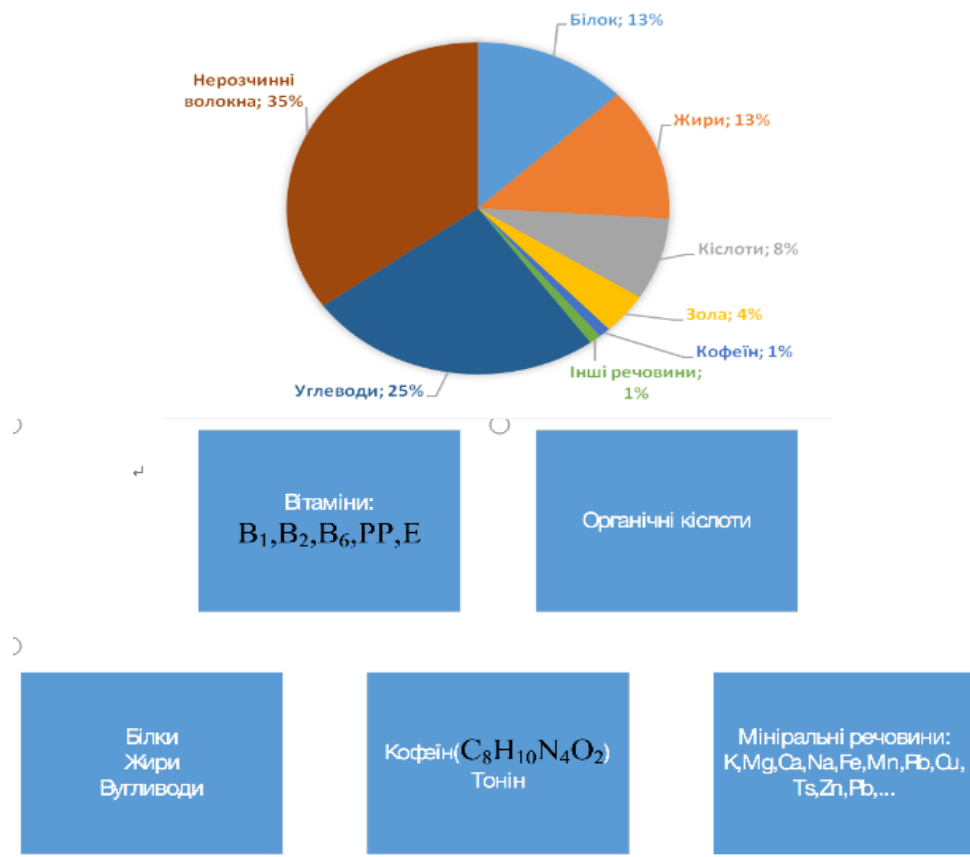
3.3. Якісні характеристики кавової макухи, як альтернативної сировини для добрива

У складі кавових зерен – понад 100 хімічних сполук. Багато з них при обсмажуванні розкладаються, утворюючи речовини, що впливають на смак та аромат кави. Речовини, що впливають на властивості кави як напою:

- кофеїн - алкалоїд, що виконує роль енергетика. У робусті більше кофеїну, ніж у арабіці;
- тригонеллін - алкалоїд, який при нагріванні руйнується з утворенням нікотинової кислоти. Продукти розпаду тригонелліну вступають у реакції, утворюючи речовини, що створюють приємний аромат обсмажених зерен;
- вуглеводи, зокрема моносахариди (глюкоза, фруктоза, лактоза, сахароза), що надають напою солодкий присмак. В арабіці – 8,2–8,3% цукрів, у робусті – 3,3–4,1%. Коричневий колір обсмажених кавових зерен – наслідок карамелізації цукрів під час термічної обробки;[72]
- жири – при нагріванні розкладаються, утворюючи кислоти. Саме через наявність жирів обсмажену каву при тривалому зберіганні набуває гіркого запаху. Вважається, що найменше жирів міститься в індійській арабіці;
- органічні кислоти: лимонна, винна, яблучна, щавлева, кавова. Фруктові кислоти надають напою кислинку: цитрусову чи ягідну, іноді з винними нотами.

Якщо в напої відчувається неприємний присмак оцту – отже, зерна зазнавали занадто довгої ферментації, через що у них утворилася оцтова кислота. Такий смак вважається недоліком. Кислоти розкладаються при нагріванні, тому в каві темної обсмажування практично не відчувається кислинка. Якщо хочеться приглушити кислинку в каві світлої обсмажування, потрібно готувати напій у пуровері або заварювати методом колд-брю; хлорогенова кислота (відноситься до органічних кислот), що сама по собі не має гіркого присмаку. При обсмажуванні вона утворює лактони хлорогенової кислоти, які, у свою чергу, розкладаються на феніліндани – дуже гіркі речовини. Тому кава з зерен темної обсмажування завжди більше гірчить;

Найбільший вплив на організм людини при вживанні кави з перерахованих речовин надає алкалоїд кофеїн, або 1,3,7-триметилксантин, що є похідним пуринових основ (рис. 3.4). Кава має сприятливу фізіологічну дію на організм завдяки вмісту кофеїну, що виражається в регулюванні рівня глюкози в крові і підвищенні загального тонуусу і працездатності людини. У каві кофеїн знаходиться як у вільному стані, так і в поєднанні з калієм і хлорогенова кислотою у вигляді кофеїн-хлорогенова кислого калію; при цьому переважає пов'язана форма. Більш високі сорти кави відрізняються зниженим вмістом кофеїну, а низькосортний африканський вид робуста може накопичувати до 3,2% кофеїну. В процесі зберігання кави вміст кофеїну в зернах практично не змінюється, а при обсмажуванні збільшується, що підтверджується даними (табл. 3.1).



Рисунок

3.4 –

Хімічний склад кави

Поряд з кофеїном в зернах сирі кави з алкалоїдів також знаходиться трігонелін (- метілбетаїнікотінової кислоти) в кількості 0,24-1,2%,

Зміна вмісту кофеїну у каві в залежності від сорту та обсмаження [74]

Сорт	Вміст кофеїну, в %	
	Сира	Смажена
Сантос	1,3	1,5
Плантейшн А	1,2	1,3
Плантейшн В	1,4	1,5
Ходейда	1,2	1,3
Черрі	1	1,2
Харарі	1,2	1,4
Робуста з Гвінеї	1,7	1,9

Отже, можемо зробити висновок, що компонентний склад кавової макухи, залежить від способу термічної обробки кавових зерен перед використанням.

3.4. Аналіз виробничих потужностей у місті Київ

На сьогоднішній день у місті Київ сортують сім типів відходів - сухі відходи, скло, пластик, папір, небезпечні відходи (батареї, лампи, термометри, а також медичні препарати і дрібна електроніка). Сміття потрапляє на сортувальні лінії для вторинного сортування або ж одразу потрапляє на підприємства з переробки сміття.

Поміж загальної кількості закладів харчування, що сягає понад 1000 закладів, що є найпотужнішим джерелом накопичення органічних відходів побутового типу, варто ретельно розглянути заклади, які готують каву, як вторинний продукт та кав'ярні. На сьогоднішній день у місті Київ понад 3000 кав'ярень, навіть аптеки чи продуктові магазини відкриваються рідше. Так, кожен заклад має різний попит, різні об'єми реалізованих чашок та різна кількість споживачів. Але загальна спільна риса - це продаж кавових напоїв, що безпосередньо готуються з обсмажених зерен, з використанням кавової машини. Результатом, діяльності цих закладів є накопичення

кавової гущі. За приблизними підрахунками, за добу в місті Київ збирається близько 20 тон вологої гущі, для порівняльного аналізу було розраховано ще декілька міст, м. Харків – це 16 тон на добу, у м. Львів – 15 тон на добу, у м. Дніпро – 10,5 тон на добу, у європейських столицях ця цифра взагалі сягає 20 тон на добу. Статистичних даних щодо кількості утворення кавової гущі в Україні немає, наведені цифри є результатом власних досліджень. Таким чином з ростом популярності кав'ярень зростає й навантаження на полігон. При цьому кавова гуща є цінним ресурсом, який можна використовувати, тим самим покращуючи екологічний стан у мегаполісі. Проблема утилізації кавової гущі перш за все полягає у відсутності мотивації та заохочення чи покарання.

3.5. Технологія виробництва добрива для ґрунту з кавової макухи

Для підготовки та реалізації виробництва з переробки кавової гущі у добриво, необхідно скласти та описати технологію виготовлення добрива з альтернативної сировини. Для розуміння процедури утворення сировини та подальшої роботи з нею, необхідно описати її технологічне утворення. Як було зазначено раніше, кавова гуща утворюється під час приготування кавового напою. Стандартна порція меленої кави становить 10 грамів для приготування однієї чашки кавового напою, та 18 грамів для приготування подвійної порції кави. У вологому вигляді, з температурою 80 оС вага вологої сировини становить 32,4 грам (рис. 3.5.1). Для отримання необхідної кількості сировини для виготовлення тестового зразку добрива, мені знадобився 1 робочий день кав'ярні з середньою кількістю відвідувачів. Технологія виготовлення добрива, яка базується на повній екологічності продукту, складається з одного, але найголовнішого етапу - просушування. При просушуванні, відсоток витрат води становить 45%, тож з отриманих 3кг вологої сировини буде отримано 1,6 кг добрива.



Рис. 3.5 - Зважування зволоженої сировини з 1 порції кавового напою

Забір та зберігання кавової гущі має відбуватися шляхом відсортування основного ресурсу від інших видів відходів. Для цього необхідні пластикові місткі контейнери, стабільна внутрішня температура та вологість приміщення. Норма вологості у приміщенні залежить від типу приміщення. У середньому, цифри коливаються в межах 40-60%. Згідно з санітарними правилами, оптимальна вологість в холодний період року повинна становити 30-45%. Допустимі показники для цих типів приміщень – до 60%. У теплий період року оптимальна вологість становить 30-60%. Допустима – до 65%. Однак у регіонах з підвищеною вологістю повітря (вище 75% на вулиці) допустимі показники підвищені до 75%. Контейнер з кавовою гущею необхідно попередню перемішати, для розбиття кам'яних утворень у сировині та для покращення насичення киснем сировини та попередження утворення плісняви. Після отримання кавової гущі у приміщення переробки та сортування, необхідно висипати вміст контейнеру на полотно просихання, перемішати до пухкого стану та залишити висихати гущу.

При висиханні сировини, основним правилом є - приміщення з вентиляцією та стабільною температурою 15-17 °С.

Доступність сонячного освітлення не рекомендована. Тривалість часу для висихання становить 48 год (2 доби), і необхідно сировину час від часу розпушувати. Після процесу висихання, добриво готове до використання та для покращення родючості ґрунтів.

Фінальним етапом виробництва є фасування кавової макухи. Переслідуючи ціль повної екологічності, сортування кавового добрива відбувається шляхом навантаження необхідної кількості добрива у багаторазові контейнери.

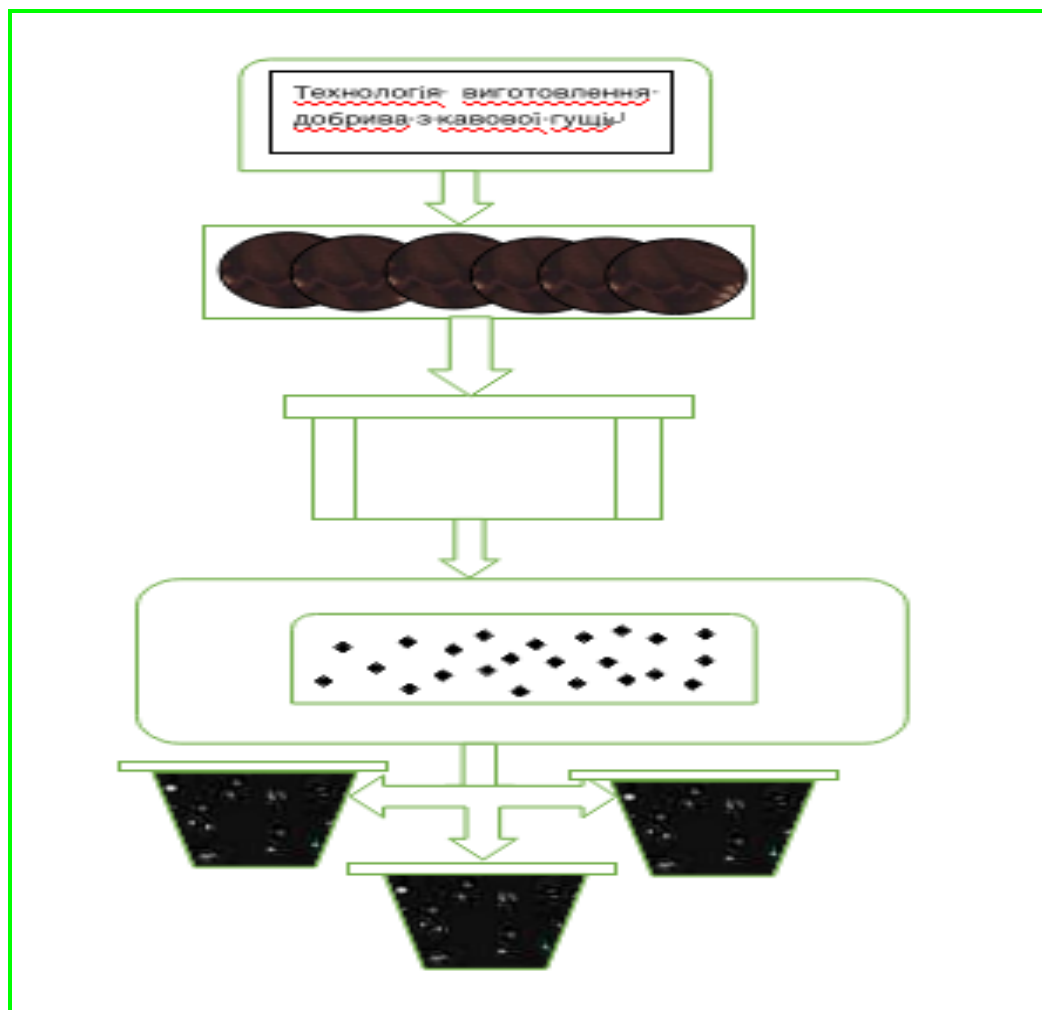


Рис. 3.6 – Схема технології виробництва добрива

Оскільки технологічні особливості виготовлення добрива є дуже простими, та повний опис технології підтверджує повну екологічність добрива, тому й терміни придатності необмежені, єдина умова це належні умови зберігання - сухе та темне приміщення.

3.6. Експериментальне дослідження покращення родючості ґрунтів з використанням добрива з альтернативної сировини

Для проведення експериментальної частини мною був проведений забір декількох зразків ґрунту з двох областей України, а саме Дніпропетровської та Кіровоградської. Заздалегідь підготовлений ґрунт, добриво та розроблений план експерименту були розроблені для підтвердження чи спрощення гіпотези про вплив добрива з кавової гущі на покращення родючості ґрунтів. Далі було визначено рослини за допомогою яких було перевірено зміну родючості ґрунту після додавання запропонованого нами виду добрива. Так, мною були визначені наступні екземпляри - крес - салат, горох, кріп, петрушка (*Lepidium sativum*, *Pisum*, *Anethum graveolens* L, *Petroselinum*)

Методика проведення експерименту:

1. Ростильні коробки заповнюються чистим ґрунтом висотою по 3 см.
2. Ростильні коробки де додано кавова макуха відповідно заповнюються ґрунтом по 3 см.
3. Попередньо підготовлено декілька ростильень з різним відсотковим вмістом.
4. Для кожної рослини підготовлено по 2 ростильні, одна з чистим ґрунтом, друга з додаванням кавової макухи. Усі ростильні зволожуємо 100 мл води та висіваємо зверху на ґрунти по 300 насінин рослин.
5. Ростильні розміщуються в непрозорому пакеті при температурі 22 С та відкриваємо на 1 год кожного дня.
6. На третю добу рослини відкриваються на виставляються на освітлене місце, також вимірюється довжина стебла та кореня.
7. Вимірювання повторюються на 3-тю, 5-ту, 7-му, 10-ту, 15-ту добу.

Попередньо у кожен зразок ґрунту з добривом, було додано 80 гр кавової макухи (рис. 3.7), у кожному ростильню було розподілено 200 г ґрунту. До кожної ростильні додано по 100 мл води для пророщування. Далі ростильні були переміщені у сухе, темне місце на 3 дні.



Рис. 3.7 – кількість використаного добрива для кожної рослини

Табл. 3.2

Вихідні дані умов експерименту

Параметр	Дніпропетровська обл	Кіровоградська обл
Маса ґрунту	200 гр	200 гр
Маса добрива	80 гр	80 гр
pH ґрунту	5.0	5.5

У кожній ростильні на поверхню ґрунту було викладено приблизно по 100 насінин рослин для пророщування (рис. 3.8).

На 3, 5, 7 та 11 добу проводились вимірювання ростових характеристик рослин зі всіх проб. Петрушка та кріп прокинулися на 11 добу після висаджування. Було відібрано по 10 рослин з кожної ростильні та здійснено вимірювання у сантиметрах середньої довжини стебла та кореня проростків льону (таблиці).



а)



б)



в)



г)

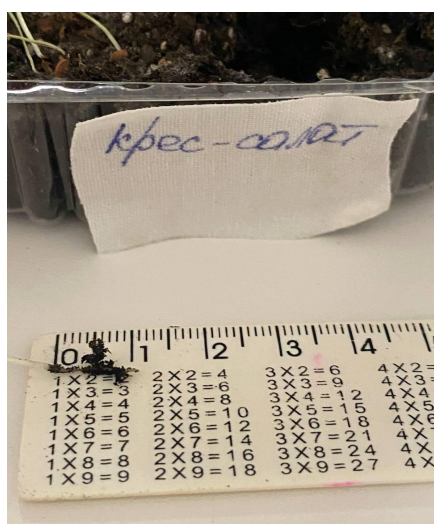
Рис. 3.8 – Ростильні, підготовлені для пророщування (без додавання добрива та з додаванням добрива): а) з висіяним насінням петрушки; б) з висіяним насінням кропу; в) з висіяним насінням гороху; г) з висіяним насінням крес-салату

Середня довжина стебла та кореня проростків з додаванням добрива на 3-й день досліджень

№ проби	Крес-салат	Горох	Кріп	Петрушка
Корінь, см	0,7	-	0.52	0.4
Стебло, см	0,5	0,6	0	0



а)



б)

Рис. 3.9 - Зразки крес-салату (а) та гороху (б), на 3-й день досліджень



Рис. 3.10 - Петрушка на 3й день після сходу



Рис. 3.11 - Ростильні з крес - салатом на 5й день

Таблиця 3.4

Середня довжина стебла та кореня проростків з додаванням добрива на 5-й день після проростання

№ проби	Крес-салат	Горох	Кріп	Петрушка
Корінь, см	1,2	-	1,4	0,9
Стебло, см	2,8	3,3	3,7	1,9

Таблиця 3.5

Середня довжина стебла та кореня проростків без додавання добрива на 5-й день після пророщування

№ проби	Крес-салат	Горох	Кріп	Петрушка
Корінь, см	1	-	0,64	0,4
Стебло, см	2,2	2,7	3,9	1,3



Рис. 3.12 - Ростильні з кропом на 5й день після пророщування



а)

б)

Рис. 3.13 - ростильні з горохом (а) та крес-салатом (б) на 7й день

Таблиця 3.6

Середня довжина стебла та кореня проростків з додаванням добрива на 7-й день після прокльону

№ проби	Крес-салат	Горох	Кріп	Петрушка
Корінь, см	2,5	-	2,1	2,4
Стебло, см	4,6	5,7	4,4	2,1

Таблиця 3.7

Середня довжина стебла та кореня проростків без додавання добрива на 7-й день після прокльону

№ проби	Крес-салат	Горох	Кріп	Петрушка
Корінь, см	2	-	1,78	1,9
Стебло, см	2,9	4,1	4,1	1,9



Рис. 3.14 - Порівняння ростових характеристик гороху, пророщеного на ґрунті без додавання добрива (а) та з додаванням добрива з кавової гуці (б)



Рис. 15 - Порівняння ростових характеристик крес-салату, пророщеного на ґрунті без додавання добрива (а) та з додаванням добрива з кавової гуці (б)

Аналізуючи отримані результати експериментальних досліджень ми бачимо вплив додавання добрива з кавової макухи до ґрунту на пророщення обраних для дослідження рослин та на їх ростові характеристики.

3.7. Висновки до розділу

Оскільки в наш час індустрія кави майже з кожним днем набирає оборотів, та кількість кав'ярень перевищує кількість аптек та продуктивних магазинів. Питання утилізації кавової гущі з кожним днем стає гострішим, а шляхи вирішення даного питання все ж залишаються на етапі усних варіантів та планів, без подальшої реалізації. Кавова гуща продовжує потрапляти або у загальні каналізаційні стоки або у загальне сміття, де продовжує загнивати на полігонах твердих побутових відходів. Хоч кавова макуха є біологічно розкладаючою речовиною, та строк її розкладу 2,5 роки, на полігонах твердих побутових відходів, вона випріває та загниває під тонами іншого сміття.

В той час, коли європейські країни знаходять безліч варіантів застосування кавової макухи, перетворюють її на паливо, альтернативні джерела видобутку електроенергії, роблять з неї устілки для взуття та багато чого іншого, в Україні, на жаль, кавова макуха залишається питанням останнього порядку, та у більшості випадків користується популярністю у косметичних брендів та маленьких сільськогосподарських угідь.

У даному розділі було детально розглянуто переваги та недоліки використання кавової гущі у вигляді добрива, та відходів кавової промисловості у інших напрямках. Можливості її забору дуже прості, та ринок кожного великого та не дуже міста України переповнені кав'ярнями.

Щодо гіпотези використання кавової гущі, як добрива для рослин, можна зазначити, що при проведенні експерименту з додаванням добрива з кавової макухи, мої передбачення щодо її ефективності підтверджені. Результати проведеного дослідження підтверджують вплив добрива з кавової макухи на покращення родючості забрудненого ґрунту.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Дана магістерська робота присвячена розробці добрива для ґрунтів з альтернативної сировини - кавової макухи. Обробка та подальший аналіз результатів виконуються у житловому приміщенні, обладнаному для роботи за компютером та міні - лабораторією для експериментальної частини, тому при визначенні вимог для безпечних умов праці у приміщенні необхідно врахувати шкідливі та небезпечні фактори роботи. Основні аспекти системи охорони праці коротко наведені у цьому розділі.

Приміщення хімічної лабораторії з її улаштуванням, обладнанням та плануванням повинно відповідати вимогам державних будівельних норм і правил та санітарним нормам.

4.1. Аналіз шкідливих та небезпечних факторів впливу в робочому приміщенні

Облаштування робочого приміщення переслідуючи мету збереження життя та зменшення небезпечних факторів впливу на дослідника - один з найголовніших аспектів якісного та результативного виконання роботи. Приміщення для виконання експерименту розташовується у п'ятиповерховому будинку, яке умовно розділено на дві робочих зони. Перша робоча зона обладнана інвентарем для роботи з комп'ютером, друга робоча зона обладнана для проведення експерименту - вирощування рослин з додаванням повністю екологічного добрива до ґрунту, для спрощення чи підтвердження теорії про ефективність добрива. При проведенні первинного аналізу робочого приміщення, значних небезпечних факторів впливу на дослідника виявлення не було, проте, у кожне питання варто зануритися глибше, і розглядати шкідливі фактори впливу на людину, з усіх сторін.

Так, першим було ретельно розглянуто питання роботи за комп'ютером, та визначенням шкідливих та небезпечних факторів впливу. Згідно з санітарними нормативами, необхідно забезпечити належний рівень освітлення, врахувати вимоги параметрів мікроклімату, такі як температурний режим та відносна вологість,

ступінь і сила вібрацій, звуковий шум та вогнестійкість приміщення. Оскільки лабораторія, як зазначалося раніше, знаходиться в житловому будинку, також варто наділити увагою такі чинники, як батареї опалення(ДБН В.2.5-23-2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення), водопровідні труби(ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво), вентиляційні кабелі тощо, які мають бути надійно сховані під захисними щитками(ДБН В.2.5-24-2012 Електрична кабельна система опалення), які перешкоджатимуть можливому потраплянню дослідника під напругу [73]. У кімнаті, де облаштоване робоче місце мають бути наявні елементи природного та штучного освітлення, бажано, щоб на вікнах були встановлені жалюзі, для можливості регулювати рівень освітлення у різний період дня, також бажано розташувати комп'ютер в приміщенні так, щоб сонячні промені були направлені до монітору з півдня чи північного сходу. Для комфортної та безпечної роботи з комп'ютером необхідно встановити крісло з правильним нахилом, для зменшення навантаження на хребет.

4.2. Заходи безпеки при проведенні експерименту

Щодо роботи в лабораторії з рослинами, варто зауважити, що добриво для ґрунту повністю екологічне, без будь яких домішок, виготовлене шляхом просушування кавової гущі. Проте, незважаючи на безпечність процесу, варто дотримуватись простих, але дієвих рекомендацій під час роботи з добривом, ґрунтом та рослинами.

Головним та єдиним етапом технології виготовлення добрива з кавової гущі є просушування (зменшення вмісту вологи у сировині). Для цього процесу необхідне сухе, та мало освітлене приміщення з температурними умовами 15-16 оС. Оскільки для дослідника за санітарними нормативами такі умови є неналежними, тому етап просушування відбувається у нічний час, напередодні висадження рослин. Для попередження забруднень працівників треба при роботі з альтернативною сировиною необхідно забезпечити наявність таких засобів індивідуального засобу:

багаторазові гумощі рукавиці та спеціальну форму (халат чи комбінезон), оскільки кава має єдку здатність проникати до епідермісу тканин шкіри та тканин, наявність респіраторів не обов'язкова.

Для вирощування рослин також є певні правила та рекомендації кліматичних умов, світлового навантаження та вологості, тому важливо організувати робоче приміщення та процеси таким чином, щоб результати експерименту дали належні результати, та не мінімізували комфорті умови роботи дослідника. При роботі з ґрунтом використовуються ті ж засоби індивідуального захисту, що і при роботі з сировиною. Зона роботи з рослинами розташована на підвіконні, згідно з проектною документацією будинку, засіб індивідуального опалення (конвектор) знаходиться на відстані 20 см від підвіконня.

4.3. Пожежна безпека

Забезпечення пожежної безпеки квартири або будь-якого іншого об'єкта досягається профілактичними діями з боку самих власників. У даному випадку ми будемо розглядати житлову квартиру, оскільки експериментальна частина виконується у житловому приміщенні, хоча правила та вимоги пожежної безпеки щодо влаштування електропроводки актуальні і для інших приміщень (офіс, підприємства тощо).

Пожежна безпека є критично важливим питанням у житлових приміщеннях. Багато людей, що живуть поруч один з одним, природно, збільшує ймовірність нещасних випадків та інших умов, які можуть спричинити пожежу. (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>)[74]. Від пожежі у квартирі може постраждали не лише власник, а й сусіди. Навіть невелика пожежа, яку взято під контроль, може призвести до пошкодження димом або водою сусідніх блоків.

Наступні кілька рекомендацій щодо протипожежної безпеки для квартир можуть допомогти залишатися в безпеці у власному помешканні, одночасно зменшуючи шанси завдати шкоди сусідам.

1. Встановлення та моніторинг димових сигналізаторів

Найефективнішою порадою щодо пожежної безпеки для квартир є запобігання виникненню пожежі, і один із найкращих способів зробити це – встановлення димової сигналізації. Встановлення у квартирі димової сигналізації зменшить ризик утворенню пожежі.

Оскільки у квартирі, де проводилася дослідна частина влаштоване електро-опалення, то в цьому випадку правила пожежної безпеки певно відрізняються від загальноприйнятих. Також беручи до уваги сучасні умови, з регулярним відключенням світла та користуванням свічками, правила пожежної безпеки набувають нового сенсу.

Пожежний моніторинг - це більше, ніж просто пожежна або димова сигналізація. Це передбачає підключення ваших датчиків диму та вогню до центру моніторингу, де професіонали моніторингу в реальному часі присутні 24 години на добу та сім днів на тиждень. У момент виявлення диму або вогню ці спеціалісти з моніторингу отримують сповіщення та починають діяти. Після того, як вони переконалися, що сталася справжня пожежа, вони можуть повідомити вас і відповідний персонал служби екстреної допомоги для швидкого вжиття заходів. Немає порівняння з душевним спокоєм, який ви відчуєте, знаючи, що вас сповістять, коли у вашій квартирі виникне пожежа. Без пожежного моніторингу, якщо станеться нещасний випадок, що спричинив пожежу посеред ночі, ваша квартира може згоріти вщент, перш ніж хтось вчасно попередить про це.

2. Будьте обережні з відкритим вогнем

Відкритий вогонь створює постійну небезпеку пожежі. Будьте надзвичайно обережні, якщо ви використовуєте будь-який вид відкритого вогню. Духові та електричні плити також небезпечні для пожежі. Необхідно бути обережними під час використання цих приладів.

Використання свічок помірно або дозовано. Варто переконатися, що свічки знаходяться подалі від штор та інших легкозаймистих матеріалів. Можна поставити свічники на тверду рівну поверхню, обов'язково задувши їх перед сном або виходячи з кімнати.

3. Варто уникати небезпеки ураження електричним струмом

Ризик виникнення пожежі від електричних джерел може бути таким же високим, як і від джерел, що базуються на полум'ї.

Уникати перевантаження електричних приладів та обирати подовжувачі з світловим фільтром.

Варто використовувати пристрої захисту від перенапруг або інші пристрої, перевірені на безпеку, щоб захистити розетки та збільшити їх потужність, якщо необхідно.

4. Знати та практикувати дії в надзвичайних ситуаціях

Знання, що робити у разі пожежі, є ще одним важливим елементом пожежної безпеки для квартир та для збереження власного життя.

4.4. Висновки до розділу

У даному розділі було проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів впливу при роботі з комп'ютером та дослідженням впливу добрива з альтернативної сировини на покращення родючості ґрунту. При проведенні первинного аналізу небезпечних факторів та чинників виявлено не було, проте надані загальні рекомендації щодо роботи з специфічною (їдкою) сировиною та правила роботи та розташування комп'ютерного обладнання для зменшення шкідливих факторів впливу.

Серед основних порад при роботі з добривом та ґрунтом було виділено наступні:

- насіння засобів індивідуального захисту (спеціальна форма, рукавиці, наявність респіратора не обов'язкова);
- збереження температурних умов на рівні 20 оС;
- контроль електронагрівального обладнання;

При роботі з комп'ютером рекомендації щодо зменшення небезпечного впливу ґрунтуються на санітарно - гігієнічних нормах:

- екран монітора має знаходитися на відстані 400-800 мм від очей користувача, з урахуванням розмірів алфавітно-цифрових знаків і символів;
- робочий стілець має бути підйомно-поворотним, легко регульованим за

висотою та забезпечувати належну підтримку та зручне положення спини і хребта

- освітленість робочої поверхні стола має становити не нижче 400 лк;
- освітленість поверхні на екрані не повинна бути більше 200 лк;
- приміщення повинно бути укомплектоване системами центрального або

індивідуального опалення, кондиціонування чи вентиляції повітря.

ВИСНОВКИ

У результаті детального вивчення питання деградації ґрунтів, було з'ясовано, що прискореним каталізатором для процесів деградації та виснаження ґрунтів є антропогенна діяльність, а саме інтенсифікація виробництва (постійне засівання однією найбільш прибутковою культурою (соняшник або ріпак)), не дотримання сівозмін та використання не нормованої кількості речовин для захисту рослин (інсектициди, акарициди, гербіциди та інші), які потрапляючи до ґрунту зменшують його родючість. Ґрунти дуже вразливі перед деградаційними процесами, що спричинені переважно не збалансованим процесом землекористування в сільському господарстві, що забезпечує відсутність позитивних результатів у питанні охорони ґрунтів. Також було з'ясовано, що переважна частина українських ґрунтів є деградованими, та питання їх відновлення все ще не є першочерговим, оскільки задача прибутковості є основною. Таким чином, українські ґрунти наближуються до їх критичного стану, а сучасні умови та події тільки зменшують шанси на відновлення родючості ґрунтів та призупинення деградаційних процесів, оскільки діяльність аграріїв є не єдиною причиною, що суттєво впливає на деградацію ґрунтів. Так, захоронення твердих побутових відходів, відходи хімічної, радіаційної та біологічної промисловостей, викиди важких металів, забруднення нафто-паливними рідинами, добування корисних копалин також суттєво впливають на деградацію ґрунтів.

Основними і найнебезпечнішими наслідками деградації ґрунтів є повне знищення родючого шару ґрунтів, що призведе до не придатності ґрунтів для вирощування будь яких культур, що в результаті створить масштабний дефіцит продовольчих товарів. Також, усі елементи, якими забруднюється та виснажується ґрунт, завдають школи і навколишньому середовищу, що у свою чергу, може призвести до збільшення кількості захворювань, що у свою чергу в поєднанні з голодом, призведе до зменшення населення.

Оскільки проблема деградації ґрунтів досліджена та проаналізована, мною було визначено найбільш популярні та дієві методи відновлення ґрунтів, їх

різноманіття, а також переваги та недоліки. Серед найбільш популярних методів відновлення ґрунтів є використання добрив, що у свою чергу, поділяються на 2 основні категорії - мінеральні та органічні, та меліорація. Проводячи аналітику діяльності сільськогосподарських підприємств, було визначено, що найбільш популярними є мінеральні добрива зі зміненим хімічним складом, та використання органічних добрив, а саме продуктів перегнивання. Щодо заходів меліорації, варто зазначити, що при дотриманні всіх технологічних рекомендацій, то шкоди вони не несуть. Проте, технічна меліорація, як правило, відбувається без дотримання технологічних правил, та значно ущільнює ґрунти, що також є чинником, який впливає на деградацію ґрунтів.

Як було визначено, захоронення твердих побутових відходів є впливовим чинником процесу деградації ґрунтів, а найбільш небезпечним чинником є саме відходи харчової промисловості, оскільки вони є органічними, але процес їх розкладання неможливий, через нашарування різних типів побутових відходів. Так процес гниття, пріння та утворення незліченної кількості бактерій виходить з під контролю. При дослідженні різних типів харчових відходів, було встановлено, що одним з найбільш об'ємних видів є відходи діяльності кавової промисловості. На території України, за одну добу утворюється понад 60 тонн кавової гущі, і це приблизні підрахунки у декілька найбільш густонаселених містах. Загалом, на території нашої країни, за одну добу утворюється близько 96 тонн кавової гущі, яка через відсутність роздільного захоронення різних типів побутових відходів, потрапляє на загальні полігони, де, як було встановлено раніше, пріє та гніє. У результаті аналізу використання кавової гущі було отримано невтішні результати, так на 98% кавова гуща взагалі не використовується, та інші 2% вміщують в собі досліді з виготовлення пального, декоративні вироби та використання у косметичній індустрії.

Підсумовуючи, всі вищезазначені результати досліджень, мною була запропонована технологія виготовлення екологічного добрива з кавової гущі. Технологія включає в себе декілька простих та невибагливих етапів, таких як роздільний збір сировини та просушування, що не потребує використання

природних та енергетичних ресурсів. Варто зазначити, що кавова гуща є невизнаною, але перспективною сировиною для її вторинного використання. Так, вона може служити сировиною для виготовлення альтернативного палива, може бути застосована у косметології, кавову гущу можна використовувати для боротьби зі слизнями, та багато інших не досліджених напрямів. Тим паче, що забір кавової гущі доступний майже на кожному кроці сучасної людини.

Моя гіпотеза щодо ефективності використання добрива з кавової гущі для покращення родючості ґрунтів, була підтверджена, та отримані результати експерименту задовольняють її вихідні дані.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: монографія / В.П. Патики, Н.А. Макаренко, І.І. Малярчук та ін.; під. ред. В. П. Патики. – К.: Основа, 2005. – 300 с.
2. Агроекологічна оцінка земель України і розміщення сільськогосподарських культур/ В.В. Медведєв, С.Ю. Булигін, В.Г. Дерев'янка та ін.; під ред. В.В. Медведєва. – К.: Аграрна наука, 1997. – 163 с.
3. Стан світових земельних і водних ресурсів для виробництва продуктів харчування та сільського господарства. Системи управління при Ризик. – ФАО, 2012. – 285 с.
4. Хімічні елементи в ґрунтах / В.А. Олексієнко, А.В. Олексієнко. – М.: Логос, 2014. – 312 с.
5. Бонітування ґрунтів та основи державного земельного кадастру: навч. посіб. / Б.Ф. Опарин, А.В. Русаков, Д.С. Булгаков. – Спб.: видавництво СПб., 2002. – 88 с.
6. Балюк С.А. Класифікація зрошуваних ґрунтів України за ступенем засолення, солонцюватості та лужності / С.А. Балюк, О.А. Носоненко // Ґрунтознавство. – 2008. – Т. 9. – № 3-4. – С. 27-32.
7. С.А. Балюк, Б.С. Носко, Є.В. Скевер// Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів та шляхи збереження їх родючості// Вісник аграрної науки. – № 1. – Київ, 2016. – 11-17 с.
8. Балюк С.А., Медведєв В.В. // Стратегія збалансованого використання, відновлення та управління ґрунтовими ресурсами р.Україна// – К.: Аграрна наука, 2012. – 239 с.
9. Балюк С.А., В.В. Медведєв //Концепція організації та функціонування моніторингу ґрунтів в Україні в погляд на європейський досвід// Харків, друкарня “Смуґаста”, 2015. – 45 с.

10. А.С. Зарішняк, С.А.Балюк, В.В. Медведєв та ін.// Наукове забезпечення управління ґрунтами ресурсів у контексті євроінтеграційних процесів.// Наукова доповідь – Харків, 2016. – 44 с.
11. Матеріали 12-ї Конференції Конвенції ООН про боротьбу Опустелювання//<http://www.menr.gov.ua/press-center/news/150-news28/4301-vidbulasia-12-konferentsiia-storin-konventseniia-on-pro-borotbu-z-upusteliuvanniam>.
12. ДСТУ 7874:2015 (Національний стандарт України): «Охорона ґрунтів. Деградація» [Чинний від 25.06.2015]. – К., ДП «УкрНДНЦ», 2016.- 9 с.
13. А.В. Кучер, О.В. Анісімова, І.В. Казакова та ін.// Економічне забезпечення відновлення родючості ґрунтів// Харків, “Смугаста типографія”, 2015. – 112 с.
14. Балюк С.А. Екологічний стан ґрунтів України / С.А. Балюк, В.В. Медведєв, М.М. Мірошніченко та ін.// Український географічний журнал- 2012. – №2. – С. 38-42.
15. Бацула О.О. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу у ґрунті / О. О. Бацула. – К.: Урожай, 1987. – 128 с.
16. С.А. Балюк, Б.С. Носко, Є.В. Скевер// Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів та шляхи збереження їх родючості// Вісник аграрної науки. – № 1. – Київ, 2016. – 11-17 с.
17. Бонітування ґрунтів в системі земельного кадастру: навч.посібник / Востокова Л.Б., Булгаков Д.С., Орішнікова Н.В., Яковлев А.С; під ред. Шоби С.А., Яковлевої А.С. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 300 с.
18. Бонітування ґрунтів України. – у 2-х кн. – Кн. 1.: Шкали бонітування ґрунтів орних земель України. – К.: Ін-т землеустрою УААН, 1993. – 258 с.
19. Бонітування ґрунтів України. – у 2-х кн. – Кн. 2.: Шкали бонітування ґрунтів багаторічних плодових насаджень і природних кормових угідь. – К.: Ін-т землеустрою УААН. – 1993. – 500 с.

20. Госпадаренко Г.М. Агрохімія / Г.М. Госпадаренко. – К.: ННЦ «ІАЕ», 2010. – 400 с.
21. Госпадаренко Г.М. Система застосування добрив / Г.М. Госпадаренко. – К.: ННЦ «ІАЕ», 2015 – 332 с.
22. Гринченко Т.А. Комплексна оцінка еволюції родючості ґрунтів за ступенем їх окультурення, при довгому впливі меліорації та добрив/ Т.А. Гринченко, А.А. Єгоршин // Агрохімія. – 1984. – № 11. – С. 45-53.
23. Гришко В.М. Важкі метали: надходження у ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека /В.М. Гришко, Д.В. Сачиков, Піскова О.М. та ін.– Донецьк: «Донбас», 2012. – 304 с.
24. Ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості і: ДСТУ 3866-99. – [Чинний від 2000-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1999. – 25 с. – (Національний стандарт України).
25. Франчук Г. М. Урбоекологія і техноекоекологія / Г. М. Франчук, В. М. Ісаєнко, О. І. Запорожець. К. : НАУ, 2007. 200 с.
26. Екологічні ризики забруднення сільськогосподарської продукції непридатними пестицидами / І.М. Городиська, В.В. Монарх, Т.О. Моклячук та ін. // Збалансоване природокористування. – 2013. – № 4. – С. 17-22.
27. Заяць В.М. Оцінка земель підприємств агропромислового комплексу на сучасному етапі / В.М. Заяць // Економіка сільського господарства. – 2004. – № 2. – С. 19-22.
28. Земельний кодекс України [Електронний ресурс]: закон України No 2768-III від 25.10.2001; станом на 18.12.2017. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>. – Дата останнього доступу 25.12.2017. – Назва з екрана.
29. Качинський Н.А. Фізика ґрунтів / Н.А.Качинский. – в 2-х ч. – Ч. 1. – М. :, 1965. – 323 с.

30. Корсак К.В. Основи сучасної екології: навч. посіб. / К.В. Корсак, О.В. Плахотнік. – К.: МАУП, 2004. – 340 с.
31. Кузьмичов В.П. Головні принципи бонітування ґрунтів / В.П. Кузьмичов // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1969. – Вип. 8. – С. 3-26.
33. Кузьмичов В.П. Еродовані ґрунти України та їх продуктивність / В.П. Кузьмичов // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1970. – Вип. 14. – С. 3-30.
34. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека. Хрестоматія / Дзеркалов Д.В. – В.: Основа. - 2009. – 513 с.
35. Варламов Е.Н., Колотуша С.С., Шматков С.І. Концептуальні засади розробки концепції та державної програми моніторингу навколишнього природного середовища України// Тр. I міжнар. наук.- практ. конф. "На шляху до сталого розвитку регіонів. Екологічні та соціально-економічні
36. Охорона навколишнього природного середовища. Розпорядження Кабінету Про схвалення Концепції Державної програми проведення моніторингу Міністрів України від 31 грудня 2004 р., No 992-р // Офіційний вісник України, 2005. – No 1. – ст. 101
37. Краснова М.В. Екологічний контроль як попереджувально-охоронна функція управління в системі запобігання та ліквідації екологічної шкоди // Бюлетень Міністерства юстиції України. – 2007. – No 11(73). – С. 44-55
38. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р., No 391 // Офіційний вісник України, 1998. – No 12. – ст. 91 (в ред. від 25.05 2006)
39. Екологічний моніторинг регіону: експертна оцінка стану і функціонування / [І. П. Ковальчук, П.К. Волошин, А.В. Михович та ін.]: За заг. ред. І.П. Ковальчука – Львів: ГО «Опілля – Л», 2009. – 608 с. - 314-319 с.

40. Моніторинг ґрунтів та земель: для чого та як він здійснюється.: - Електрон. текст. дані.: режим доступу: <https://apk.hlr.ua/articles/monitoring-pochv-i-zemel-dlya-chego-i-kak-on-osushhestvlyayet> (дата звернення 21.10.2022р.) - Назва з екрану

41. Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В., Буланий О.В., Тонха О.Л. Б 90 Моніторинг якості ґрунтів . Підручник . К.: Видавництво НУБіП України, 2019.- 421с. - 233 с.

42. Надточій П.П. Екологія ґрунту: монографія / П.П. Надточій, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач. – Житомир: Рута, 2010. – 473 с.

43.О. І. Лялін. Ґрунтознавство конспект лекцій для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство, - Садово-паркове господарство / 20 - 114 с.

44. О. І. Лялін. Ґрунтознавство конспект лекцій для студентів 1 курсу спеціальності 206 – Садово-паркове господарство, - Садово-паркове господарство / 20 - 118 с.

45.Наукова публікація: - Кислотність або рН ґрунту — основа ґрунтової хімії. Як підвищити урожайність.: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.:

<https://superagronom.com/blog/656-kislotnist-abo-rn-gruntu--osnova-gruntovoyi-himiyi-yak-pidvischiti-urojajnist> - (дата звернення 21.10.2022р.) - Назва з екрану

46. Наукова публікація.: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.: <https://farming.org.ua/Засолення%20ґрунтів,%20заходи%20боротьби%20з%20засоленням%20ґрунту.html> - (дата звернення 21.10.2022р.) - Назва з екрану

47. Науковий вісник НЛТУ України, 2017, т. 27, № 3.-О. Ф. Бабаджанова, Ю. Г. Сукач, Р. Ю. Сукач Львівський ДУ безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна. ФІТОТОКСИЧНІСТЬ ҐРУНТІВ.

48. Бондарева О.Б. Міграція та накопичення свинцю і кадмію у ґрунті і рослинах під впливом добрив / О.Б. Бондарева, Л.І. Коноваленко, О.М. Мігула // Агроекологічний журнал. – 2012. – № 3. – С. 20-24.
49. Т. П. Трушина. Екологічні основи природокористування. Ростов-на-Дону: Фенікс, 2010. 416 с.
50. Ачасов А.Б. Використання дистанційних методів для дослідження ґрунтів: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук.- Х., 1998.- 20 с.
51. Определение податливости почв к ветровой эрозии при крупномасштабных эрозионных обследованиях в степной зоне УССР: Методические рекомендации.- Харьков: УНИИПА, 1980.- 14 с.
52. Трусковецький Р.С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції / Р.С. Трусковецький. – Харків: ППВ «Нове слово», 2003. – 224 с.
53. Allan D.L. SSSA Statement on soil quality / D.L. Allan, D.C. Adriano, D.F. Bezdicek et al //Agronomy News. – Madison: ASA, 1995.– June. – p.7.
54. Doran J.W. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set / J.W. Doran, T.B. Parkin. // Methods for Assessing Soil Quality / eds. J.W. Doran, A.J. Jones. – Madison: SSSA, Inc., 1996. – P. 25-38.
55. Cabrera M.J. Modeling the nitrogen cycle / M. Cabrera, J.-A.Molina, M. Vigil // Nitrogen in Agricultural Systems. Agronomy: monograph / eds. J.S. Schepers, W.R. Raun; ASA, CSSA, SSSR. American Society of Agronomy – Madison, 2008. – Pp. 695-730.
56. Cambardella C.A. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence / C.A. Cambardella, E.T. Elliot // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1992 – No 56. – P. 777-783.
57. Brandes, E., McNunn, G. S., Schulte, L. A., Muth, D. J., Vanloocke, A., and Heaton, E. A. (2018). Targeted subfield switchgrass integration could improve the farm

economy, water quality, and bioenergy feedstock production. *Glob. Change Biol. Bioenergy* 10, 199–212. doi: 10.1111/gcbb.12481

58. Breuer, L., Huisman, J. A., Keller, T., and Frede, H. G. (2006). Impact of a conversion from cropland to grassland on C and N storage and related soil properties: analysis of a 60-year chronosequence. *Geoderma* 133, 6–18. doi: 10.1016/j.geoderma.2006.03.033

59. Briske, D. D., Sayre, N. F., Huntsinger, L., Fernandez-Gimenez, M., Budd, B., and Derner, J. D. (2011). Origin, persistence, and resolution of the rotational grazing debate: integrating human dimensions into rangeland research. *Rangel. Ecol. Manag.* 64, 325–334. doi: 10.2111/REM-D-10-00084.1

60. Burke, I. C., Lauenroth, W. K., and Coffin, D. P. (1995). Soil organic matter recovery in semiarid grasslands: implications for the conservation reserve program. *Ecol. Appl.* 5, 793–801. doi: 10.2307/1941987

61. Byrnes, R. C., Eastburn, D. J., Tate, K. W., and Roche, L. M. (2018). A global meta-analysis of grazing impacts on soil health indicators. *J. Environ. Qual.* 47, 758–765. doi: 10.2134/jeq2017.08.0313

62. Н.С. Алексеев Теоритичні основи товарознавства продовольчих товарів: Підручник для вузів / Алексеев Н.С., Ганцов Ш.К., Кутянин Г.И. – К.: Економіка, 2002. – 402с.

63. J. Hoffman The world atlas of coffe / Hoffmann James. – NY: Octopus Publishing group, 2018. – 272p.

64. Періодичне видання - Аналіз ринку кави 2017 – лютий 2019 pp. : ACNielsen Ukraine.

65. Україна скуповує каву: ТОП-5 країн, з яких її везуть .: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.:

<https://economics.segodnya.ua/ua/economics/enews/ukraina-skupaet-kofe-top-5-stran-iz-kotoryh-ego-vezut-1505095.html> (дата звернення 30.10.2022р.) - Назва з екрану

66. Allegra Strategies – Number Of branded Coffee Shops In Middle East .: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.: <http://www.biowatt.com.ua/trends/energiya-iz-othodov-proizvodstva-kofe/> (дата звернення 30.10.2022р.) - Назва з екрану

67. Глобальний звіт Global Coffee Report .: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.: <https://franchise-capital.com/wp-content/uploads/2021/01/Franshyza-global-coffee.pdf> (дата звернення 30.10.2022р.) - Назва з екрану

68.Кав'ярні третьої хвилі: що купують частіше та чому. Сайт компанії систем автоматизації кафе та ресторанів «Poster».: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.: <https://joinposter.com/post/specialty-coffee-research> (дата звернення 30.10.2022р.) - Назва з екрану

69. Новый тренд кава навиніс. Матеріали онлайн-журналу «Food&Mood».: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.: <https://foodandmood.com.ua/rid/news/710552-novyj-trend-kofe-navynos-v-keramicheskikh-chashkah-s-eko-podtekstom> (дата звернення 30.10.2022р.) - Назва з екрану

70. Чого очікувати від ринка кави в Україні. Сайт українського виробника кави Gemini.: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.: <https://gemini.ua/chogo-ochikuvati-vid-rinka-kavi-v-ukraini/> (дата звернення 30.10.2022р.) - Назва з екрану
71. Сайт міжнародної асоціації кави «Specialty Coffee Association».: - Електрон. текст. дані.: режим доступу.: <https://sca.coffee/> (дата звернення 30.10.2022р.) - Назва з екрану

72. Как змінюється ринок кав'ярень Електрон. текст. дані.: - Електрон. текст. дані.: режим доступу:

<https://blackfield.coffee/ukrayinu-vpershe-vklyuchili-u-zvit-pro-rinok-kavi-u-yevropi-mi-z-apitali-pro-tse-v-avtoriv-doslidzhennya/> (дата звернення 01.11.2022р.) - Назва з екрану

74. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція ТА кондиціонування, - Електрон. текст. дані.: режим доступу: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/100.1.%20ДБН%20В.2.5-67~2013.%20Опалення,%20вентиляція%20та%20кондиці.pdf> (дата звернення 11.11.2022р.) - Назва з екрану

74. Наказ від 30.12.2014 №1417 “Про затвердження правил пожежної безпеки України”. - Електрон. текст. дані.: режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення 11.11.2022р.) - Назва з екрану