

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ПОГОДЖЕНО

**Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

**Завідувач кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки
життєдіяльності**

_____ **Юлія КОЛОМІЄЦЬ**

_____ **Алла КЛЕПКО**

«___» _____ 2026 р.

«___» _____ 2026р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Екологічна оцінка технологій вирощування кормових культур»

Спеціальність _____ **101 «Екологія»**

Освітня програма _____ **«Екологія»**

Орієнтація освітньої програми _____ **освітньо-професійна**

Гарант освітньої програми

доктор педагогічних наук, професор _____ **Володимир БОГОЛЮБОВ**

Керівник бакалаврської роботи

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент _____ **Валерія БОНДАРЬ**

Виконав

_____ **Марк БЄЛОЦЕРКОВЕЦЬ**

КИЇВ-2026

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки життєдіяльності**

_____ **Алла КЛЕПКО**

«__» _____ **2026р.**

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ БАКАЛАВРСЬКОЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧУ**

_____ **Белоцерковця Марка Олеговича**

(прізвище, ім'я по батькові)

Спеціальність _____ **101 «Екологія»**

Освітня програма _____ **«Екологія»**

Орієнтація освітньої програми _____ **освітньо-професійна**

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Екологічна оцінка технологій вирощування кормових культур»

Затверджена наказом від « 27 » _____ **жовтня 2025 р. № 2537 «С»**

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____ **2026. 05.14**

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Оцінити екологічні ризики агротехнологій вирощування кормових культур;
2. Відібрати зразки ґрунту;
3. Провести аналіз відібраних зразків згідно з загальноприйнятими методиками та стандартами та зробити відповідні висновки

_____ **Дата видачі завдання « 01 » _____ **червня 2025 р****

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ **Бондарь В.І.**

Завдання прийняв до виконання _____ **Белоцерковець М.О.**

РЕФЕРАТ

Випускна бакалаврська кваліфікаційна робота на тему «Екологічна оцінка технологій вирощування кормових культур» викладена на 47 сторінках машинописного тексту, містить 7 рисунків, 12 таблиць, 35 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – агротехнології кормових культур.

Предмет дослідження – зміни агрохімічних, екотоксикологічних, санітарно-гігієнічних показників.

Мета роботи – комплексна екологічна оцінка сучасних технологій вирощування кормових культур, а також обґрунтування найбільш екологічно безпечних елементів їхньої агротехніки задля збереження родючості ґрунту та отримання якісних кормів.

Багаторічні бобові трави — люцерна посівна та суданська трава — є критично важливими культурами для Лісостепу. Вони виконують роль природних сидератів та фіксаторів атмосферного азоту, що дозволяє суттєво знизити дози мінеральних добрив. Окрім цього, вони покращують агрофізичні властивості ґрунту та ефективно протидіють водній і вітровій ерозії, яка є поширеною в регіоні. Однак в умовах кліматичних змін (дефіцит вологи, зміщення термінів вегетації) традиційні технології їх вирощування потребують комплексної екологічної та технологічної переоцінки. Проведення екологічної оцінки технологій вирощування люцерни та суданської трави в умовах Лісостепу дозволить визначити елементи агротехніки, які забезпечують максимальну продуктивність трав за мінімального антропогенного навантаження на довкілля. Оптимізація систем захисту, живлення та водоспоживання цих культур є ключем до отримання екологічно безпечних кормів та збереження родючості лісостепових ґрунтів.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1. Поняття небезпечних факторів	6
1.2. Роль екосистем у підтриманні екологічної рівноваги	11
1.3. Класифікація небезпечних факторів, що впливають на екосистеми	17
1.4. Показники якості та безпеки при оцінюванні технологій вирощування сільськогосподарської продукції	23
РОЗДІЛ 2 УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
2.1 Ґрунтово-кліматична характеристика місця проведення дослідження.	26
2.2 Відбір та методи аналізу	28
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	30
3.1. Оцінка агротехнологій вирощування за показниками родючості ґрунту	30
3.2. Оцінка агротехнологій вирощування за показниками акумуляції небезпечних речовин	32
3.3. Оцінка технологій за показниками фітосанітарного стану	34
3.4. Оцінка агротехнологій за показниками якості і безпечності	35
3.5. Оцінка технологій вирощування за показниками продуктивності	39
3.6. Екологічне оцінювання технологій за комплексом показників	41
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	44

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Поняття небезпечних факторів

Сьогодні природне середовище планети характеризується наявністю різноманітних небезпечних факторів, дія яких на нього часто має катастрофічний характер. Вплив різноманітних небезпек на природне середовище проявляється під час дії техносфери та природних стихійних явищ. При цьому під природними стихійними явищами розуміється відхилення від звичайних природних процесів, дія яких може порушити діяльність локальних чи регіональних екосистем. Техногенні небезпеки полягають у наслідках людської діяльності (аварії на промислових підприємствах, транспортні катастрофи), яка в багатьох випадках провокує процеси, що не є властивими природним екосистемам, дія яких в часі формує стійкі відхилення від нормального їх стану [7, с. 98].

Наразі, коли рівень технічного прогресу швидко зростає, спостерігається різке посилення антропогенного (техногенного) навантаження на навколишнє природне середовище, яке перевищує в рази ситуацію навіть на кінець минулого століття. Початок ХХІ ст. характеризується посиленням кризової екологічної ситуації, яка практично охопила всю територію планети. Так, сьогодні спостерігається опустелювання ґрунтів практично на усіх континентах, за виключенням Антарктиди, активне знеліснення території відбувається у тропіках Південної Америки, Африки, Південно-Східної Азії, лісах Європи та Сибіру. Причому, якщо рівень екологічної небезпеки у різних країнах різний, у багатьох з них спостерігається кризовий стан природного середовища, то деякі екологічні проблеми вже набули глобального характеру, і можуть вирішуватися лише у співпраці [19, с. 98].

В даному контексті мова йде про такі глобальні екологічні проблеми: посилення парникового ефекту, порушення озонового шару, забруднення Світового океану, деградація лісів і природних ландшафтів, зниження родючості ґрунтів через ерозію та опустелювання, зменшення біологічного

різноманіття. Тенденція до погіршення кризових ситуацій в навколишньому середовищі, важкість їхніх наслідків примушує їх розглядати як серйозну загрозу безпеці навколишнього середовища, стабільності розвитку екосистем, і, як результат, суспільній стабільності.

Окремі властивості чи елементи середовища, які впливають на організми та компоненти екосистеми, називають екологічними факторами. Ці фактори середовища можуть бути доволі різноманітні – вони можуть бути як необхідними для його розвитку, так і, навпаки, шкідливими для живих істот, сприяти чи перешкоджати їх виживанню та розмноженню. Такі фактори називаються небезпечними. Фактор (від лат. «factor» – діючий, що робить) – це «..причина, рушійна сила будь-якого процесу, якою визначається його характер чи окремі риси..» [45, с. 102].

В природничих науках поняття «небезпечний фактор» відображає потребу в оцінюванні потенційних ризиків для живих організмів і природних систем. Небезпека в класичному розумінні не обов'язково означає «..наявність безпосереднього руйнування, шкоди чи катастрофи, проте передбачає високу вірогідність негативного впливу при певних умовах..» [49, с. 63]. Для прикладу, деякі природні процеси, такі як зливові паводки чи лісові пожежі, є природними елементами екологічної динаміки, проте при надмірній інтенсивності вони перетворюються на серйозну загрозу для екосистем та людини, тобто ступінь небезпеки залежить не тільки від самого небезпечного фактору, але й від чутливості і стійкості конкретної екосистеми до певних змін.

Важливо відмітити, про існування двох підходів до використання значення терміну «небезпечні фактори»:

– перший:

включає небезпеки для навколишнього природного середовища (екосистем). Класичними прикладами таких небезпечних факторів для довкілля є вже згадувані забруднення повітря, забруднення води, потенційні розливи нафти, вирубка лісів, засолювання чи ерозія ґрунтів,

накопичення в атмосфері вуглекислого газу. Вони можуть відноситися як до певної частини навколишнього середовища (вирубка лісів) чи природи в цілому (накопичення в атмосфері вуглекислого газу);

– другий:

небезпечні фактори для навколишнього середовища, які, як правило, присутні в конкретному середовищі і є небезпечними для людей, що знаходяться в цьому середовищі. Це може бути будь-який фізичний, хімічний, біологічний фактор, речовина, матеріал чи продукт, які негативно впливають чи при певних умовах можуть впливати на здоров'я людини [18, с. 39].

До одних з найбільш небезпечних факторів сучасності слід віднести хімічне забруднення, оскільки пестициди, промислові викиди, важкі метали, мікропластик та інші шкідливі речовини змінюють структуру ґрунтів, хімічний склад повітря і води, пригнічують розвиток флори й фауни.

Особливо небезпечним є вплив хімічних сполук на воду, оскільки водні екосистеми відрізняються високою чутливістю до змін у хімічному складі їх середовища. Внаслідок цього у живих організмах відбувається накопичення токсичних речовин, що може призвести до різних негативних наслідків, наприклад, зміни структури популяцій екосистеми, зниження репродуктивної здатності, порушення харчових ланцюгів.

Не менш небезпечним фактором є кліматичні зміни, в результаті яких відбувається сповільнення циркуляції атмосферних мас при підвищенні середньої температури, що призводить до збільшення кількості екстремальних погодних явищ, які прямо впливають на стан екосистем. Важливість цього фактору пов'язана з тим, що зміни клімату діють глобально і системно, трансформуючи поступово усі екосистеми, спричиняючи деградацію лісових степових, гірських, арктичних біомів [26, с. 211]. Різке скорочення льодовиків, підвищення рівня океану, пересихання водойм, опустелювання, зменшення доступності прісної води сьогодні вже стали причинами виникнення кліматичної міграції, а в майбутньому це може набути масового явища при загостренні конфліктів за ресурси.

Одночасно зі зміною клімату занепокоєння викликає порушення озонового шару через неконтрольоване зростання викидів небезпечних хімічних сполук в атмосферу. Озон є своєрідним «щитом планети» від жорсткого космічного ультрафіолетового опромінення, оскільки він абсорбує енергію радіації, перетворюючи її в теплову енергію. Посилення ультрафіолетового випромінювання сонця, яке поглинається тканинами живих організмів, викликає руйнування молекул білка і зміни ДНК.

Для природних екосистеми негативні наслідки мають кислотні опади (град, дощі, тумани, сніги, пилові хмари). Джерелом цих опадів є кислотоутворюючі сполуки (оксиди сірки, хлористий водень, азот), які викидаються в атмосферу великими промисловими підприємствами, що працюють у нафтогазовій сфері, металургії, хімічній промисловості. Постійне забруднення повітря призводять до порушення балансу навколишнього середовища, ці хімічні сполуки абсорбуються та випадають у форматі опадів на ґрунт, призводячи до зниження його родючості, збільшення кількості важких металів, що є токсичними для живих організмів, деградації і загибелі лісових насаджень, отруєння водойм, в результаті чого гине як риба, так і комахи [19, с. 95].

На ґрунт найбільший руйнівний вплив має ерозія – процес вивітрювання чи вимивання його часток. В результаті цього втрачається родючий шар ґрунту, що в кінцевому результаті перетворює його на пустелю, тобто відбувається опустелювання. Це відбувається внаслідок посилення антропогенної діяльності – зростання масової оранки земель, вирубка лісів, випас худоби, засолення ґрунтів в результаті зрошення. Крім того, ґрунти також інтенсивно забруднює сміття та відходи виробництва. Сміття є небезпечним тому, що при його розкладанні виділяється фільтрат, насичений різними забруднювачами та шкідливими мікроорганізмами [35, с. 184]. При висиханні фільтрат розноситься мухами, вітром, птахами, тваринами на значні території. Крім того, у відходах розвиваються різноманітні патогенні бактерії, які є носіями різних захворювань.

Важливо зазначити, що вплив небезпечних факторів на природне середовище відбувається не миттєво, а в довгостроковій перспективі. Часто природний біом здатен певний час компенсувати негативні зміни завдяки внутрішній стійкості, проте перевищення критичних рівнів негативних чинників може спричинити незворотні наслідки. Чим швидше й глибше змінюється природне середовище, тим менше часу мають природні екосистеми на адаптацію.

У системі екологічного аналізу важливим є визначення критеріїв, за якими фактор можна віднести до небезпечних. Серед основних критеріїв виділяють масштаб прояву (локальний, регіональний або глобальний), інтенсивність впливу, тривалість дії, незворотність наслідків, а також потенціал до синергетичної взаємодії з іншими небезпечними факторами. Останній критерій особливо важливий, оскільки багато екологічних загроз проявляються саме через комплексну дію кількох факторів одночасно. Так, поєднання забруднення повітря з екстремальною спекою значно підвищує ризики для здоров'я населення; взаємодія вирубки лісів і зміни клімату посилює ймовірність пожеж; надмірне використання агрохімікатів у поєднанні з деградацією ґрунтів знижує продуктивність сільськогосподарських угідь [18, с. 39].

Таким чином, фактор є причиною, рушійною силою будь-якого процесу, якою визначається його характер чи окремі риси. В природничих науках поняття «небезпечний фактор» відображає потребу оцінювання потенційних ризиків для живих організмів і природних систем. Вплив небезпечних факторів на природне середовище є комплексним явищем, яке охоплює природні й антропогенні процеси, які порушують екологічний баланс. Їх небезпека полягає в багатосторонньому й накопичувальному впливі, який важко контролювати й передбачити. В сучасних умовах глобальних змін природного середовища знання про небезпечні фактори стають необхідною передумовою формування екологічно відповідальної

поведінки і розробки політик, спрямованих на сталий розвиток суспільства та природи.

1.2. Роль екосистем у підтриманні екологічної рівноваги

У 1935 р. англійським вченим А. Тенслі було вперше використано в науковому дискурсі термін «екосистема», які він визначив, як основні структурні одиниці, з яких складається біосфера.

Загалом під системою розуміють упорядковано взаємозалежні та взаємодіючі компоненти, які утворюють єдине ціле. В природознавчій науці під системою розуміється співтовариство живих організмів (біотика) та неживого середовища (повітря, ґрунт, сонячне світло, клімат), в якому вони проживають та спільно функціонують. Такі системи називаються екологічними системами або екосистемами, тобто екосистема – це «..комплекс організмів та одночасно середовище їх існування із всіма взаємозв'язками та взаємодією між ними..» [49, с. 28].

Такі взаємодії здійснюються через наступні процеси – конкуренція, хижацтво, симбіоз, паразитизм. Крім того, усі організми в екосистемі, будь-то тварини, рослини, гриби або бактерії залежать один від одного (для виживання). Екосистема за допомогою таких відносин підтримує постійний потік енергії й циклів поживних речовин, чим забезпечує життєдіяльність усіх її учасників.

До найбільш важливих ознак екосистем відноситься їх формування з живих організмів з різними типами живлення. За цим принципом до природних екосистем обов'язково входять такі складові елементи:

- продуценти (автотрофи) – забезпечують акумулювання енергії сонця і створення органічної речовини, це, як правило, рослини організми;
- консументи – здійснюють переробку органічної речовини (тварини);
- редуценти – утилізують відходи життєдіяльності продуцентів та консументів (бактерії, гриби) [1, с. 9].

Серед науковців існує кілька підходів до визначення сутності екосистеми:

- як «..єдиний природний організм, що сформувався протягом тривалого періоду та створений живими організмами й середовищем їх існування, де усі компоненти тісно взаємопов'язані шляхом обміну енергією та речовиною..» [10, с. 5];

- як «..сукупність організмів, які спільно живуть, та умов їх існування, які знаходяться у закономірному взаємозв'язку один з одним та утворюють систему взаємозумовлених біотичних та абіотичних явищ та процесів..» [32, с. 63];

- як «..функціонально цілісні, термодинамічно відкриті системи, які існують за рахунок отримання з навколишнього середовища енергії й частково речовини, та які саморегулюються та саморозвиваються..» [36, с. 45].

Екосистема, будучи складним комплексом живих організмів і їх фізичного середовища, включає наступні компоненти:

- біотичні – рослини, мікроорганізми, тварини;
- абіотичні – ґрунт, вода, повітря;
- енергетичні – за допомогою яких забезпечується кругообіг речовин та підтримується життя.

Для усіх екосистем характерні певні спільні характеристики, хоча вони й відрізняються одна від одної в залежності від типу місцевості, клімату і біорізноманіття. До таких основних особливостей екосистем слід віднести:

- складаються з живих істот (біотичних факторів) та абіотичних (неживих) елементів;
- в залежності від розташування екосистеми можуть бути наземними, водними чи змішаними екосистемами;
- є динамічними системами, які зазнають як природних (кліматичних явищ), так і антропогенних (спричинених діями людини) змін;

– мають трофічну структуру, тобто таку харчову ієрархію, якою регулюється передача енергії між різними організмами (продуценти, консументи та редуценти);

– головним джерелом енергії для більшості екосистем виступає природня (сонячна) радіація [49, с. 98].

Основними закономірностями існування екосистем різного рівня є наступне:

– чим більш різноманітними є умови біотопів в межах певної екосистеми, тим більше видів міститься у відповідному біоценозі. Наприклад, у тропічних лісах живе більшість існуючих видів тварин та рослин;

– чим більше екосистема містить видів, тим менше особин спостерігається у відповідних видових популяціях. Наприклад, в екосистемах із малою видовою розмаїтістю (степи, пустелі, тундри) певні популяції можуть досягати досить великої чисельності, тоді як в тропічних лісах популяції, як правило, нечисельні;

– чим більша видова розмаїтість екосистеми, тим вона є більш стійкою. Наприклад, екосистема моря більш стійка за екосистему ставка, оскільки її населяють різноманітні види риб, а її рослинний світ надзвичайно багатий;

– екосистеми, які експлуатуються людьми, що представлені одним видом чи дуже малим числом видового різноманіття (агроценози із землеробськими монокультурами), є нестійкими за своєю природою та не можуть самопідтримуватися, тому стосовно таких екосистем людям потрібно бути особливо уважними;

– усі частини екосистеми взаємопов'язані, жодна з них не може існувати без іншої. У випадку порушення структури екосистеми з певної причини, коли зникає певна група організмів, їх вид, то усе угруповання може сильно видозмінитися чи навіть зруйнуватися [36, с. 48].

Розмір екосистеми залежить від того простору, при наявності якого можливе здійснення процесів самовідновлення та саморегуляції сукупності усіх складових компонентів та елементів екосистеми. Загалом, екосистеми можуть бути різноманітних розмірів (наприклад, саванна і акваріум), простими та складними (наприклад, ставок та океан), штучними й природними (наприклад, теплиця та ліс). Усіма ними на поверхні планети утворюється різнорідна мозаїка, при цьому зазвичай в одній природній зоні можна зустріти багато подібних екосистем, які можуть бути об'єднаними в однорідні комплекси чи бути розділені іншими екосистемами.

Таке різноманіття екосистем визначає їх стійкість та здатність до адаптації, приміром, тропічні ліси забезпечують виробництво значної частини кисню, необхідного для функціонування усього живого на планеті, тоді як океанами регулюється глобальна температура. Тобто, екосистеми відіграють важливу роль у підтримці кліматичного балансу на планеті, очищенні води, повітря, забезпеченні ресурсами. Їх значення у підтриманні екологічної рівноваги на планеті важко переоцінити, оскільки від їхнього стану залежить не тільки виживання окремих видів живих організмів, але й життєдіяльність усього людства.

Необхідність існування екосистем пов'язана з тим, що послуги, які вони надають людям, є необхідними для існування людської цивілізації. Прикладами таких еко-системних послуг є:

- продукування біологічних ресурсів – рослини і тварини використовуються в сільському господарстві, рибній промисловості, лісовому господарстві, тобто вони надають біологічні ресурси, які необхідні для життя різним видам організмів, зокрема воду, їжу, життєвий простір й інші необхідні умови;

- регулювання клімату – екосистеми (особливо ліси і океани), відіграють ключову роль у поглинанні вуглекислого газу, що сприяє забезпеченню природного балансу. Екосистеми відповідають за циклічну

переробку таких речовин, як кисень, вуглець, азот, що вкрай необхідні для підтримання життя на планеті [44];

- очищення та фільтрація води, повітря та ґрунту – такі екосистеми, як болота, ліси і вологі зони, фільтрують воду, повітря та ґрунт, запобігаючи їх забрудненню, водночас сприяючи збереженню якості навколишнього середовища [46];

- підтримка біорізноманіття – екосистеми необхідні для існування і розвитку різноманітних видів тварин, рослин і мікроорганізмів, що є надзвичайно важливим для збереження збалансованого функціонування навколишнього середовища та забезпечення його стійкості;

- запилення рослин – різноманітні комахи забезпечують запилення рослин, яке є необхідним для виробництва сільськогосподарських культур та підтримання рослинного різноманіття [34];

- культурне і рекреаційне використання – екосистеми є важливим рекреаційним і культурним джерелом для людей, що використовуються для відпочинку, туризму, спостереження за дикою природою й іншими видами дозвілля;

- підтримка економічних систем – значна кількість екосистем забезпечують економічну вигоду шляхом виробництва різноманітних продуктів і послуг (лікарські засоби, продукти харчування, матеріали для будівництва, енергія) [42].

Зниження обсягів або втрата екосистемних послуг спричинить прямі негативні економічні наслідки, такі як зниження виробництва сільськогосподарської продукції, погіршення якості повітря і води, збільшення витрат на управління повітряними і водними ресурсами.

Важливо відмітити, що всі екосистеми є важливим середовищем не лише для міжвидових взаємовідносин, але й пов'язаних з ними процесів природного добору. Види, які взаємозв'язані в екосистемі, завжди впливають й на абіотичні компоненти середовища, в якому вони проживають, що, своєю чергою, спричиняє зворотний вплив абіотичних факторів на компоненти

екосистем. Постійний взаємовплив усіх компонентів екосистеми спричиняє її трансформацію, результатом якої є перетворення усієї біосфери Землі. При цьому первинними можуть виступати будь-які несуттєві на перший погляд зміни компонентів екосистеми.

Наприклад, поступальні зміни в екосистемі відбуваються внаслідок замулення озера, яке з глибоководного поступово перетворюється на мілке, а далі – й на болото, через деякий час на болоті може вирости чагарник, який поступово перетвориться в ліс. Такий процес називається сукцесією – череда послідовних змін угруповань організмів, які поступово призводять до перетворення цілої екосистеми.

Розрізняють первинну та вторинну сукцесію. Первинна сукцесія – це «..поява та розвиток рослинних угруповань і місцях, в яких раніше рослинності не було чи вона зникла на певний час..» [48, с. 36]. Характерним прикладом цього є оселення лишайників на скельних породах, які практично не потребують поживних речовин та можуть прикріплюватися до них. Згодом сюди вітром заносяться частинки ґрунту, в результаті чого з'являються різні види мохів, а пізніше й трав'янисті рослини, які сприяють поступовому формуванню ґрунту. Далі ця територія заселяється різними видами верб, які утворюють чагарники. Наступним етапом є заселення хвойних рослин (ялина, сосна, модрина), на зміну яким поступово приходять мішані ліси (рис. 1.1.). Вторинна сукцесія передбачає відновлення природної рослинності після певних екосистемних порушень, наприклад, після пожежі чи повені.



Рис. 1.1. Приклад первинної сукцесії

Організми, які спостерігаються в екосистемі на початкових етапах сукцесії, характеризуються різкими коливаннями чисельності популяцій, незначним видовим різноманіттям, слабо розгалуженими трофічними сітками. В процесі сукцесії їх видове різноманіття збільшується, в результаті чого підвищується стійкість екосистем.

Важливість екосистем у збереженні природного балансу пов'язана ще й з їх здатністю зберігати свою структуру та характер функціонування в часі і просторі під впливом змін зовнішніх умов середовища. Екосистеми за їх нормального стану, не ослаблені дією небезпечних факторів, здатні протистояти різноманітним негативним впливам та, у випадку відновлення нормальних умов їх функціонування, повертатися в стан, близький до початкового [47]. Звичайно, за несприятливих умов чисельність того чи іншого виду скорочується, проте в оптимальних умовах їх родючість, швидкість росту та розвитку зростають, а чисельність відновлюється.

Таким чином, екологічні системи є складними біологічними спільнотами живих організмів, які взаємодіють одним з одним та з їх фізичним середовищем проживання. Організми функціонують в системі складних взаємозв'язків, які включають потік енергії і кругообіг поживних речовин. Так, енергія надходить в екосистему через фотосинтез та поглинається рослинними тканинами. Тварини, харчуючись рослинами, відіграють життєво важливу роль у русі енергії та об'єктів в екосистемі.

Екосистеми забезпечують важливі послуги навколишньому середовищу, які лежать в основі усього життя на планеті, включаючи чисте повітря, воду, ґрунт, запилення рослин, регулювання клімату і середовища існування для усього біорізноманіття включаючи й людину.

1.3. Класифікація небезпечних факторів, що впливають на екосистеми

Функціонування екосистеми залежить від дії зовнішніх та внутрішніх факторів. Причому зовнішні фактори, такі як клімат, ґрунт, вода,

контролюють формування екосистеми, проте від неї не залежать, а внутрішні фактори контролюються, наприклад, проростанням коренів, гниттям, затіненням, порушеннями, послідовністю й типами присутніх в екосистемі видів, тобто зовнішніми процесами, як правило, контролюється надходження ресурсів в екосистему, тоді як доступність (розподіл) цих ресурсів в екосистемі контролюють внутрішні фактори. Найбільш небезпечними факторами для нормального функціонування екосистем є зміна клімату, вплив інвазивних видів, надмірне землекористування та експлуатація, забруднення, що порушує їх природні функції.

Загалом небезпечні фактори, які впливають на екосистеми, можна класифікувати за трьома основними групами:

- абіотичні – фактори неживої природи, які включають географічні (рельєф), кліматичні (світло, температура), хімічні (склад повітря, води, ґрунту) фактори;

- біотичні – фактори живої природи, які охоплюють взаємодію між живими організмами, які входять в екосистему (хижацтво, конкуренція);

- антропогенні – фактори, зумовлені діяльністю людини, які на сьогодні стали однією з найбільш серйозних загроз, оскільки включають знищення середовища існування, його забруднення, надмірну експлуатацію ресурсів. Крім того, такі фактори неживої природи, як зміна клімату, теж спричинені в певній мірі людською діяльністю [7, с. 53].

Розглянемо ці небезпечні фактори більш детально.

Абіотичні фактори. Дану групу небезпечних факторів утворюють, як зазначалося вище, компоненти та явища неорганічної, неживої природи, які чинять прямий чи непрямий вплив на живі організми в екосистемі. Серед них основна роль відводиться кліматичним факторами (сонячна радіація, світловий та температурний режим, вологість, опади, атмосферний тиск, вітер), далі йдуть ґрунтові (едафічні) фактори, які важливі для організмів, що живуть у ґрунті, і наступними є фактори водного середовища.

До кліматичних факторів належать: промениста сонячна енергія, її надходження та перерозподіл, поглинання продуцентами, прозорість атмосфери, віддзеркалення (альbedo) в різних районах земної кулі, освітленість земної поверхні, вологість повітря, рух повітряних мас, тривалість світлового дня, атмосферні опади [44, с. 357].

Важливість сонячної радіації для екосистем пов'язана з тим, що вона є основою фотосинтезу – процесу перетворення світлової енергії в хімічну, при якому рослини, водорості, бактерії використовують світло, воду і вуглекислий газ для створення органічних речовин (глюкози) і виділення кисню. Зважаючи на це, «..випромінювання сонця необхідне для забезпечення життя на Землі, оскільки воно є джерелом енергії для фотосинтезу.» [45, с. 147]. Крім того, сонячна радіація визначає термічний режим біосфери планети, завдяки зміні якого від екватора до полюсів відбувається кліматична зональність, що, у свою чергу, формує великі зональні типи рослинності (тайга, тропіки, тундра, пустелі, степи).

Розглядаючи шкідливу дію абіотичних факторів на екосистеми, слід пам'ятати, що вони можуть мати різний вплив, зокрема:

- виступати як стресори – при виході абіотичних факторів за межі норми для певної екосистеми, вони викликають стрес серед її компонентів, що знижує її здатність до самовідновлення;

- вплив на видовий склад – абіотичними факторами у значній мірі обмежується те, які види можуть існувати в даній екосистемі. Як уже зазначалось вище, екосистеми з більш високою видовою різноманітністю є більш стабільними, оскільки одні види можуть замінити інших;

- катастрофи – природні екстремальні події, такі як землетруси, виверження вулканів, сильні повені, пожежі, можуть завдати значної шкоди екосистемі, або навіть повністю знищити її, потребуючи тривалої реколонізації;

- поступові зміни клімату – такі зміни спричинені антропогенними факторами, спричиняють зростання міграції різноманітних видів, що може

призвести до порушення рівноваги та спричинити зміну типу екосистеми, наприклад, з лісів у степ, далі у пустелю.

Біотичні фактори. Біотичними небезпечними факторами вважаються ті чинники, що мають живий характер походження. Вони охоплюють процеси та взаємодії всередині біоти екосистеми, які можуть набувати деструктивного впливу.

Найчастіше до таких факторів відносять інвазивні види, конкуренцію, надмірне хижацтво, епізоотію та епіфітотію, паразитизм, а також поведінкові або популяційні зміни видів, спричинені людською діяльністю. Крім того, найчастіше біотичні фактори активізуються під впливом зовнішніх умов тієї ж антропогенної діяльності. Наприклад, саме людська діяльність є основною причиною поширення інвазивних видів в екосистемах, особливо закритих [26, с. 211].

Вплив інвазивних видів є одним з найбільш значущих небезпечних біотичних факторів. Інвазивні види, як правило, характеризуються здатністю швидко заселяти нові території, витісняючи види, які на них були поширені. Найчастіше у них немає природних ворогів у місцях нового поширення, тому вони можуть стрімко збільшувати чисельність, змінювати структуру екосистем і руйнувати усталені трофічні зв'язки. Класичним прикладом впливу інвазивних видів на місцеві екосистеми є біотика Австралії, екосистема якої розвивалася відокремлено від іншого світу, в результаті чого там виникла велика кількість ендемічних видів рослин й тварин.

Після появи там європейських переселенців на континент було завезено досить велику кількість інвазивних видів тварин та рослин, які негативно вплинули на місцеву екосистему, оскільки у них не було природних ворогів (конкурентів). До таких видів можна віднести кроликів, домашніх котів, карпів. Так, карпи настільки розмножилися в місцевих водоймах, що стали причиною зникнення інших риб, поїдаючи їх кормову базу і личинки.

Хижацтво є природним регулятором видових популяцій, проте в деяких умовах цей процес може перетворитися на загрозу та спричинити зникнення

певних видів. Це відбувається при різкому збільшенні/зменшенні чисельності хижаків унаслідок зменшення конкуренції чи наявності/відсутності необхідної кормової бази [49, с. 141]. У наземних екосистемах це може бути зростання популяції вовків чи лисиць, що може дестабілізувати популяції дрібних ссавців і птахів. У морських екосистемах надмірна чисельність морських зірок, які живляться кораловими поліпами, призводить до руйнування коралових рифів.

Ще одним небезпечним біотичним фактором, який спричиняє значні зміни екосистем, є паразитизм та поширення хвороб серед тварин і рослин. Масові епізоотії та епіфітотії здатні знищувати цілі популяції, спричиняючи при цьому масштабні порушення екосистемних процесів. Прикладами таких явищ можуть бути: грибкові інфекції, які уражують організми, призводячи до їхнього масового зникнення; короїди, які знищують цілі лісові масиви; вірусні інфекції, які зменшують чисельність комах-запилювачів.

Порушення, які спричиняють небезпечні біотичні фактори, призводять до: зменшення біорізноманіття; деградації екосистемних послуг; руйнування трофічних мереж; зміни структури й функцій екосистем; зменшення стійкості екосистем. Екосистеми, що зазнали біотичного тиску, стають більш вразливими до впливу небезпечних абіотичних факторів (посух, повеней, пожеж) та зростаючого антропогенного впливу. Їхній деструктивний потенціал полягає у здатності змінювати структуру екосистем, порушувати трофічні ланцюги й спричиняти довготривалі негативні екологічні наслідки.

Антропогенні фактори на сучасному етапі суспільного розвитку мають найбільший вплив на стабільність екосистем, адже саме через господарську діяльність людини посилюється дія на екосистеми абіотичних та біотичних небезпечних факторів [24, с. 184]. Причому сьогодні господарська діяльність охоплює практично всі природні сфери – атмосферу, гідросферу, літосферу та біоту, змінюючи їхню структуру, функціонування та здатність до саморегуляції. Наприклад, зростання шкідливих викидів у атмосферу

призвело до руйнування озонового шару Землі та до виникнення парникового ефекту, що вплинуло на зміну клімату на планеті.

Серед найбільш значимих небезпечних антропогенних факторів можна виділити:

- зміну клімату – парниковий ефект та глобальне потепління є прямим результатом господарської діяльності людини;
- забруднення навколишнього середовища, що пов'язано із викидами у довкілля шкідливих речовин (промислових відходів, важких металів, пестицидів, добрив, продуктів нафтохімії).

Вони, потрапляючи в ґрунт, воду чи атмосферу від здійснення діяльності суб'єктами галузей промислового виробництва, сільського господарства, транспорту, комунальних систем забруднюють їх токсичними речовинами, що значно порушує екологічний баланс, руйнуючи екосистеми, знижуючи біорізноманіття. Крім викидів сучасним суспільством продукуються величезні обсяги побутових та промислових відходів, більшість з яких не піддається розкладанню й накопичується у довкіллі (сьогодні в океані утворюються цілі острови з пластикових відходів, які за площею можна порівняти з середньою європейською країною);

- вирубування лісів і деградація ґрунтів – масове знищення лісових масивів призводить до втрати ареалів існування тисяч видів тварин та рослин, порушення водного балансу територій, зміни мікроклімату і різкого зниження біорізноманіття.

А зважаючи на те, що ліси відіграють важливу роль у процесах ґрунтоутворення, регулюючи ерозійні процеси та підтримуючи цим їх родючість, масова їхня вирубка запускає механізми деградації ґрунтів внаслідок вітрової і водної ерозії, виснаження поживних речовин, ущільнення, засолення та зменшення гумусового шару. Разом ці процеси призводять до зниження обсягів опустелювання територій і порушення природних циклів кругообігу речовин.

Наслідки небезпечних антропогенних факторів є найбільш руйнівними, оскільки мають довготривалий і комплексний характер впливу та призводять до: зменшення біорізноманіття, деградації водних ресурсів, ґрунтів, втрати екосистемних послуг, збільшення частоти стихійних лих, техногенних катастроф, зміни глобальних природних циклів, втрати природних середовищ існування.

1.4. Показники якості та безпеки при оцінюванні технологій вирощування сільськогосподарської продукції

Всі показники якості сільськогосподарських культур поділяють на фізичні, біохімічні, технологічні, санітарно-гігієнічні, які в свою чергу умовно можна поділити на дві групи:

- сенсорні (смак, запах, зовнішній вигляд продукції);
- хімічний склад і показники поживної цінності.

Таблиця 1.1 - Основні показники якості сільськогосподарської продукції

С/г культура	Показник		
	Фізичні	Біохімічні	Технологічні
зернові	натура зерна, маса 1000 зерен, скловидність, вирівняність, колір, запах, вологість зерна	вміст білка, його фракційний та амінокислотний склад, кількість вітамінів та зольних елементів	вміст, властивості і якість клейковини
технічні	колір зовнішній вигляд	вміст цукрів і нецукрів	МБ-фактор, чистота очищеного соку, коефіцієнт мелясоутворення, технологічний вихід цукру
овочеві	колір запах смак зовнішній вигляд	вітамін С, суха речовина, вміст сахарози, суха речовина соку, вміст каротину, кислотність загальна, клітковина, цукор загальний	-

Вплив природних факторів і різних прийомів агротехніки на сільськогосподарські рослини завжди комплексний. Виділити та визначити значимість окремого чинника чи агроприйому на врожай доволі важко. Втім доля сорту, як основного позитиву, що впливає на врожайність сільськогосподарських культур, за останні 50 років значно зросла – від 5 до 20%. Інші чинники – природна родючість ґрунту – 10%, погода – 15%, обробіток ґрунту – 10, добрива – 30 і захист рослин – 15% становить близько 80%. [3].

На сучасному етапі розвитку міжнародних відносин самостійно діючі на світовому ринку держави мають значні труднощі у реалізації виробленої продукції, особливо в аграрній сфері. Україна завжди була вагомим конкурентом на світовому ринку аграрної продукції. Якість продукції є вирішальним чинником, який забезпечує високий рівень реалізаційної ціни на сільськогосподарську продукцію. Якісну продукцію можна одержати лише за умов високих технологій, збалансованого застосування всіх компонентів розвитку рослин і формування високоякісної продукції. До однієї з причин низьких цін на сільськогосподарську продукцію слід віднести наявність невідповідності продукції діючим у світі, як і в Україні, стандартам якості.

Міжнародний ринок представляє достатньо високі вимоги до якості сільськогосподарської продукції. Таким чином, при вступі України до СОТ, в умовах відкритості економіки виникає загроза припинення виробництва, яке є неконкурентоспроможним [15].

Таким чином, якість продукції - сукупність її взаємопов'язаних характеристик і здатностей (можливостей) задовольняти визначені запити певних груп споживачів. Різні товари забезпечують різний ступінь задоволення потреб споживачів. У першу чергу споживачами будуть сприйматися товари, що забезпечують їм більший ступінь задоволення за весь період споживання (використання). Поняття якості включає цілий комплекс характеристик товару: доступність, постачання, техніко-економічні

характеристики, дизайн, надійність, ефективність споживання і експлуатації, ремонтпридатність, ступінь екологічності і т.п. Цих характеристик товар набуває (і проявляє) на всьому протязі його виробництва, реалізації і споживання чи експлуатації. Вихідною точкою забезпечення і контролю якості є потреби і запити цільових груп споживачів. Звичайно, якість товару забезпечує товаровиробник (а також його торгові чи збутові посередники), але саме споживачі визнають або не визнають (прямо чи опосередковано) рівень якості товару і його відповідність ціні. Виходячи з цього, об'єктивні оцінка якості товару, її окремих показників, а також загального рівня якості за усім комплексом показників є вкрай необхідною. Вона є основою розробки комплексу заходів, що групуються у межах товарної політики, як головної складової комплексу маркетингу.

РОЗДІЛ 2 УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Ґрунтово-кліматична характеристика місця проведення дослідження.

Дослідження проведено у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», яке розташовано у с. Пшеничному, Київської області.

Господарство займає вигідне економічне і географічне положення, воно розташоване на відстані 3 км від транспортної магістралі Київ - Одеса, 50 км від м. Київ та 20 км від залізничної станції Васильків. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових та технічних культур, а також на виробництві молока та м'яса.

Клімат зони - помірно континентальний. Середня кількість опадів за рік становить 495,5 мм, але так як зона з нестійким природним зволоженням, то кількість опадів може коливатися від 493,4 до 545,6 мм за рік. Середньорічна температура становить +8,2°C. Середня температура найбільш холодного місяця січня -13,4°C, а найтеплішого липня +15,3°C. Абсолютна мінімальна температура повітря становить -32°C, а на поверхні ґрунту -34°C, але це зустрічається досить рідко і не кожен рік. Середня глибина промерзання ґрунту 95 см .

Сума активних температур, яка суттєво впливає на рослинний світ і, відповідно, на розвиток сільськогосподарських культур, становить в середньому 2664 °C, а кількість днів з +5°C - 83-125.

Останні приморозки припиняються 16-20 квітня, середня дата першого приморозку 13 жовтня. Середня тривалість безморозного періоду 158-176 діб.

На території господарства існує кілька ґрунтових різновидностей, головною з яких є чорнозем типовий мало гумусний крупнопилувато-середньосуглинковий за гранулометричним складом.

Ґрунти такого типу добре гумусовані, внаслідок чого мають темний колір та значну глибину, добре оструктурені. Вони багаті на поживні

елементи, їхні фізичні та механічні якості досить сприятливі для вирощування культурних рослин.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 4,4%, рН – 6,8-7,3, ємність вбирання 30,7-32,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Так ґрунтова відміна є типовою для зони Лісостепу, займаючи 54,6% її території. Ґрунтові води розташовані на глибині 5-6 м. До складу мінеральної твердої фази ґрунту входить 37% фізичної глини; 63% піску. Щільність ґрунту в рівноважному стані 1,16-1,25 г/см³, вологість стійкого в'янення – 10,8%. Повна вологоємність ґрунту становить в шарі 0–30см – 38,4%, в шарі 30-45см – 42,7%. Польова вологоємність цього ґрунту в шарі 0-30см сягає 28,2%, вологість розриву капілярів – 19,7%, максимальна гігроскопічність – 7,46%, недоступна для рослин вологість – 10%, загальна щільність у рівноважному стані – 52-55%. Агрохімічні показники чорнозему типового, який репрезентує ґрунтовий покрив господарства наведені в таблиці (2.1) .

Ґрунти характеризуються великим вмістом валових і рухомих форм поживних речовин. В шарі 0-20см міститься 0,21% загального азоту, 76 мг на кг ґрунту легкогідролізованого азоту, 100 - рухомого фосфору, 78 – обмінного калію. За вмістом легкогідролізованого азоту ґрунту відноситься до малозабезпеченого, рухомого фосфору – середнього і обмінного калію – середньо забезпеченого.

В структурі ВП НУБІП України «Агрономічної дослідної станції» входять:

- Площа сільськогосподарських угідь господарства становить 1058 га, в тому числі ріллі - 936 га.
- Сінокоси – 33 га.
- Пасовища - 88 га;
- Багаторічні насадження – 1 га;
- Під водою – 6 га;
- Під забудовою - 30 га;
- Площа лісу (лісополоси) – 21 га;

➤ Інші землі – 31 га.

В господарстві діє дві сівозміни:

- 1) польова 9-пільна 642,7 га середній розмір поля 75га.
- 2) кормова 6-пільна 293,3га середній розмір поля 38 га.

2.2 Відбір та методи аналізу

Об'єктом екологічної оцінки були кормові культури: люцерна на зелений корм і силос, суданська трава на зелену масу і сінаж. Площа посіву люцерни становило 89 га, суданської трави – 70 га. Ґрунт - чорнозем типовий легко- і середньо суглинковий. Технологія вирощування передбачала наступні технологічні операції:

- оранка
- передпосівна культивування і ущільнення ґрунту
- посів
- коткування

Рослинні зразки відбирали у фазі повної стиглості, зразки ґрунту – водночас з рослинними зразками з шару 0–20 см. Проби ґрунту відбирали згідно ДСТУ 4287:2004. Визначення агрохімічних показників ґрунту, а саме: вмісту гумусу проводили за ДСТУ 4114-2002, вмісту азоту легко гідролізованого за методом Тюріна-Конової, фосфору і калію за ДСТУ 4115:2002.

Достовірність та надійність результатів підтверджували за допомогою математичної статистичної обробки одержаних даних із застосуванням дисперсійного, регресійного аналізів за використання Microsoft Office Excel 2010.м.

Вміст важких металів у ґрунті, сільськогосподарській продукції визначали хронопотенціометричним методом. Цей метод полягає у електрохімічному концентруванні на вимірювальному електроді іонів токсичних елементів із розчину проби та наступному їх електролітичному

розчиненні при заданому опорі ланцюга, що регулює швидкість розчинення. Основними аналітичними функціями методу є час інверсії елементу, який при стандартизованих умовах концентрування та вимірювання прямо пропорційний його концентрації у розчині, та потенціал конверсії – якісна характеристика елементу. Чим менший вміст елементу у пробі, тим більше часу необхідний для його накопичення. Визначення масової частки рухомих форм токсичних елементів у розчині проби ґрунту здійснюють за методом добавки стандартного розчину іонів елементу .

Екологічне нормування здійснювали за системою показників і нормативів, що враховує вплив технології на екотоксикологічний, агрохімічний, фітосанітарний стан агроєкосистеми, якість продукції, продуктивність сільськогосподарських культур. У межах зазначених показників технології оцінювати за 4 класами – незадовільним, задовільним, нормальним і оптимальним станом. Вплив технології на екологічний стан агроєкосистеми оцінювали за кожним досліджуваним показником наступним чином [Макаренко Н.А., 2008]:

I клас - незадовільний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення перевищує 25%);

II клас – задовільний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення більше 10, але не перевищує 25%);

III клас – нормальний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення не перевищує 10%);

IV клас – оптимальний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення не спостерігається).

На заключній стадії екологічного оцінювання проводили узагальнену оцінку технології та окремих технологічних процесів щодо можливості прийняття рішення про подальше її впровадження у сільськогосподарське виробництво.

РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Оцінка агротехнологій вирощування за показниками родючості ґрунту

Важливим питанням при проведенні оцінки технології є визначення придатності ґрунту для вирощування конкретних культур. Відомо, що кожна сільськогосподарська культура висуває свої вимоги до вмісту поживних речовин у ґрунті і рівня його родючості (табл.3.1). Нехтування цими вимогами буде призводити до недобору врожаю і зниженню рентабельності її вирощування.

Таблиця 3.1 - Оцінювання придатності ґрунту для вирощування кормових культур

Екологічний стан	Показник стану ґрунту	Оцінка, бали
вміст гумусу		
Незадовільний	< 3,0	0
Задовільний	3,0 – 3,5	1
Нормальний	3,6 – 3,9	2
Оптимальний	≥ 4,0	3
вміст азоту, що легко гідролізується		
Незадовільний	< 164	0
Задовільний	164 – 176	1
Нормальний	177 – 184	2
Оптимальний	≥ 185	3
вміст рухомого фосфору		
Незадовільний	< 109	0
Задовільний	109 – 130	1
Нормальний	131 – 144	2
Оптимальний	≥ 145	3
вміст калію		

Незадовільний	< 109	0
Задовільний	109 – 130	1
Нормальний	131 – 144	2
Оптимальний	≥ 145	3
реакція ґрунтового розчину		
Незадовільний	< 4,3	0
Задовільний	4,3 – 5,0	1
Нормальний	5,1 – 5,6	2
Оптимальний	5,7	3

Як видно з таблиці вміст гумусу на чорноземі типовому легко- і середньо суглинковому коливався в межах 3,16 – 3,29%, легкогідролізованого азоту – 145,5 – 155,4 мг/кг, рухомого фосфору 125 – 130 мг/кг, обмінного калію 120 – 135,37 мг/кг. Проведена екологічна експертиза відповідності стану ґрунту вимогам люцерни і суданської трави показала, що за вмістом гумусу ґрунт відповідав задовільному агрохімічному стану (1 бал), вмістом легкогідролізованого азоту – незадовільному агрохімічному стану (0 балів). За реакцією ґрунтового середовища, рухомого фосфору – нормальному агрохімічному стану (2 бали) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Екологічне оцінювання стану чорнозему типового легко- і середньо суглинкового щодо вимог вирощування кормових культур за показниками родючості

Показник	Показник стану ґрунту	Екологічний стан	Оцінка, бали
Кормова культура - люцерна			
Вміст гумусу	3,16	Задовільний	1
Вміст азоту, що легко гідролізується	155,4	Незадовільний	0

Вміст рухомого фосфору	125	Нормальний	2
Вміст калію	135,37	Нормальний	2
Реакція ґрунтового розчину	7,46	Нормальний	2
Кормова культура – суданська трава			
Вміст гумусу	3,29	Задовільний	1
Вміст азоту, що легко гідролізується	145,5	Незадовільний	0
Вміст рухомого фосфору	130	Нормальний	2
Вміст калію	120	Задовільний	1
Реакція ґрунтового розчину	7,44	Нормальний	2

3.2. Оцінка агротехнологій вирощування за показниками акумуляції небезпечних речовин

Було проведено екологічну оцінку агротехнологій за впливом на процеси міграції та акумуляції важких металів в генетичних горизонтах ґрунту. Розподіл важких металів за генетичними горизонтами ґрунту визначається процесами ґрунтоутворення і мінералогічним складом материнських порід. Також рівень вмісту важких металів залежить від гранулометричного складу і вмісту органічної речовини.

Дослідження впливу агрохімікатів на фоні інтенсивного захисту на акумуляцію в ґрунті важких металів, показали, що внесення добрив впродовж тривалого часу не супроводжувалося підвищенням вмісту свинцю, міді, нікелю і цинку в чорноземному ґрунті. Розподіл свинцю, міді, цинку і нікелю за генетичними горизонтами ґрунту був нерівномірний, але не перевищував ГДК. Проте, найбільша кількість важких металів спостерігалася в верхніх шарах ґрунту. У нижньому шарі ґрунту спостерігається тенденція їх до зменшення. Так, вміст свинцю в чорноземному ґрунті на фоні інтенсивного захисту коливався в межах: від 2,55 мг/кг до 3,4 мг/кг, вміст міді змінювався від 2,47 мг/кг до 3,33 мг/кг, вміст нікелю на всіх варіантах

удобрення на фоні інтенсивного захисту по профілю ґрунту змінювався від 2,49 мг/кг до 3,92 мг/кг, вміст цинку коливався від 6,2 мг/кг до 8,96 мг/кг. Можна відмітити те, що інтенсивний захист сприяв деякому збільшенню вмісту рухомих форм цинку і нікелю (табл. 3.3). Наші дослідження показали, що за вмістом цинку, нікелю, міді технології відповідали оптимальному стані.

Таблиця 3.3 - Екологічне оцінювання впливу агротехнологій вирощування на процеси акумуляції хімічних речовин у ґрунті

Елемент	Параметри ґрунту		Екологічний стан	Оцінка, бал
	Оптимальні	Фактичні		
Цинк, мг/кг	23	5	Оптимальний	3
Нікель, мг/кг	4	3,9	Оптимальний	3
Мідь, мг/кг	3	0,3	Оптимальний	3

Екологічну оцінку проводили за коефіцієнтом концентрації у різних генетичних горизонтах ґрунту, який характеризував ступінь накопичення елементів (важких металів) у ґрунті відносно контролю:

$$K_c = k_i / K_i,$$

k_i – вміст, i – хімічного елементу у n – компоненті, K_i – вміст i – хімічного елементу в еталоні (контролі).

Величина коефіцієнту концентрації свідчила про активність процесів вилуговування ($K_c < 1$) і накопичення ($K_c > 1$) катіонів у генетичних горизонтах ґрунту. Відповідно до цього було проведено екологічне оцінювання чорноземного ґрунту за коефіцієнтом концентрації при застосуванні різних технологій вирощування ріпаку ярого (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Екологічне оцінювання чорноземного ґрунту за коефіцієнтами концентрації свинцю і міді при застосуванні різних технологій вирощування

Варіанти дослідів	генетичний горизонт					Екологічний стан	Оцінка, бали
	He	Hi	INgi	Pigl	Pkgl		
коефіцієнт концентрації свинцю							
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	нормальний	2
коефіцієнт концентрації міді							
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	1,2	1,3	1,2	1,1	1,2	нормальний	2

Отримані результати за вмістом свинцю свідчать (табл. 3.4), що у більшості випадків застосування мінеральних добрив на фоні інтенсивного захисту не призводило до погіршення екологічного стану ґрунту. Коефіцієнт концентрації коливався в межах 1,1-1,3, що характеризував мінімальне накопичення свинцю у генетичних горизонтах даного ґрунту. Інші технології відповідали оптимальному екологічному стану. Екологічне оцінювання ґрунту за коефіцієнтом концентрації міді показало, що технології відповідали нормальному екологічному стану, коефіцієнт концентрації яких коливався в межах 1,1-1,3. Це свідчить про, те що відбувалося також незначне накопичення міді у генетичних горизонтах ґрунту.

3.3. Оцінка технологій за показниками фітосанітарного стану

Оцінка технологій вирощування люцерни за впливом на фітосанітарний стан включала лише наявність шкідників. Результати дослідження показали, що в посівах люцерни зустрічався лише листовий люцерновий довгоносик (табл.3.5).

Таблиця 3.5 - Оцінювання технологій вирощування люцерни за показниками ураження шкідниками

Оцінка, бали	Ураження рослин	Фітосанітарний стан
листяний люцерновий довгоносик		
3	рослини не пошкоджені	оптимальний
2	листки і сім'ядолі пошкоджені на 1-5%	нормальний
1	на 6-25% листової поверхні	задовільний
0	на 26-50% листової поверхні і більше	незадовільний

Рівень ураження люцерновим довгоноси́ком показав відповідність технології оптимальному фітосанітарному стану (табл.3.6).

Таблиця 3.6 - Екологічне оцінювання технологій вирощування люцерни за показниками ураження шкідниками

Шкідливий об'єкт	Ураження рослин	Фітосанітарний стан	Оцінка, бали
листяний люцерновий довгоносик	рослини не пошкоджені	оптимальний	3

Під час проведення досліджень на посівах кормових культур не було виявлено їх ураження хворобами лише поодинокі рослини мали ознаки захворювання на антракноз (оптимальний фітосанітарний стан, 3 бали).

3.4. Оцінка агротехнологій за показниками якості і безпечності

Якість продукції рослинництва залежить від сукупного поєднання багатьох погодно-кліматичних, ґрунтових та технологічних факторів. Лише за умови дотримання певних технологічних операцій вирощування можна

отримати якісну і безпечну продукцію. Встановлювали вплив технологій на біохімічні і технологічні показники якості кормової продукції. Відхилення від оптимуму за впливом на показники якості визначалися згідно характеристики сортів і нормативних документів (ГОСТ 13634 – 90, ДСТУ 3769-98, ДСТУ 4525:2006, СОУ 01.11-37-465:2006, СОУ 01.11-37-469:2006).

Таблиця 3.6 - Оцінка технологій вирощування кормових культур за біохімічними показниками якості

Екологічний стан	Біохімічні і технологічні показники		Оцінка, бали
	Люцерна	Суданська трава	
Загальна волога, %			
Незадовільний	< 60,3	< 33,7	0
Задовільний	60,3-72,3	33,7-40,3	1
Нормальний	72,4 -80,3	40,4 -45,0	2
Оптимальний	≥ 80,4	≥ 44,9	3
Суша речовина, %			
Незадовільний	< 14,8	< 41,2	0
Задовільний	14,8-17,6	41,2-49,3	1
Нормальний	17,7-19,6	49,4-55	2
Оптимальний	≥19,7	≥54,9	3
Сирий протеїн, %			
Незадовільний	< 2,8	< 6,08	0
Задовільний	2,8-3,2	6,08-7,20	1
Нормальний	3,3-3,6	7,21-8,02	2
Оптимальний	≥3,7	≥8,01	3
Сирий жир,%			
Незадовільний	< 0,6	< 1,07	0
Задовільний	0,6-0,71	1,07-1,27	1
Нормальний	0,72-0,7	1,28-1,41	2
Оптимальний	≥0,8	≥1,42	3

Сира клітковина, %			
Незадовільний	< 3,38	< 12,48	0
Задовільний	3,38-4,05	12,48-14,97	1
Нормальний	4,06-4,50	14,98-16,63	2
Оптимальний	≥4,51	≥16,64	3
Каротин, мг/кг			
Незадовільний	< 21,3	< 23,16	0
Задовільний	21,3-25,55	23,16-27,80	1
Нормальний	25,56-28,3	27,81-30,8	2
Оптимальний	≥28,4	≥30,9	3
Перетравний протеїн, %			
Незадовільний	< 22,5	< 33,8	0
Задовільний	22,5-26	33,8-40,4	1
Нормальний	27-29	40,5-44	2
Оптимальний	≥30	≥45	3

Показники якості формуються під впливом багатьох чинників, до яких відносяться агротехнічні заходи. Проведена екологічна експертиза технологій показала, що за загальною вологою, сирим протеїном, сирим жиром, каротином, перетравним протеїном технології відповідали нормальному екологічному стану (табл.3.7).

Таблиця 3.7 – Екологічне оцінювання технологій вирощування кормових культур за показниками якості

Показник	Фактичний вміст	Екологічний стан	Оцінка, бали
Культура люцерна			
Загальна волога, %	80,3	нормальний	2
Суша речовина, %	19,7	оптимальний	3
Сирий протеїн, %	3,6	нормальний	2

Сирий жир, %	0,7	нормальний	2
Сира клітковина, %	4,51	оптимальний	3
Каротин, мг/кг	28,3	нормальний	2
Перетравний протеїн, %	29	нормальний	2
Культура суданська трава			
Загальна волога, %	45,0	нормальний	2
Суха речовина, %	55,0	нормальний	2
Сирий протеїн, %	8,02	нормальний	2
Сирий жир, %	1,28	нормальний	2
Сира клітковина, %	16,63	нормальний	2
Каротин, мг/кг	30,8	нормальний	2
Перетравний протеїн, %	44	нормальний	2

Таким чином, застосування таких агротехнологій (лише система обробітку оранка, передпосівна культивуація, ущільнення ґрунту, коткування) забезпечує одержання кормів високої якості. Також проводили оцінку технологій вирощування кормових культур за показниками якості молока згідно чинних нормативів (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 - Показники якості молока згідно з ДСТУ 3662-97

Показник якості молока	Екстра сорт	Вищий сорт	Перший сорт	Другий сорт
Кислотність, °Т	≤16,0-17,0	16,0-17,0	≤19,0	≤20
Ступінь чистоти за еталоном. група	I	I	I	II
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис./см ³	≤100	≤300	≤500	≤3000
Температура, °С	≤6	≤8	≤10	≤10

Масова частка сухих речовин, %	$\leq 12,2$	$\geq 11,8$	$\geq 11,5$	$\geq 10,6$
Кількість соматичних клітин, тис./ см ³	≤ 400	≤ 400	≤ 600	≤ 800

Встановлено, що молоко, яке отримують в господарстві характеризувалось наступними показниками: вміст жиру - 3,9-4,0 %, білку - 3,2 %, масової частки сухої речовини - 12,14 %, густина молока - 10,32, загального бактеріального обсіменіння - 100 тис/см³, кількістю соматичних клітин - 139-246 тис/см³ і згідно з ДСТУ відповідає екстра гатунку. Отже, технології за показниками якості молока відповідали оптимальному і нормальному екологічному стану (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Екологічне оцінювання технологій за показниками якості молока

Показник якості молока	Оптимальний вміст	Фактичний вміст	Екологічний стан	Оцінка, бали
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис./см ³	≤ 100	100	оптимальний	3
Масова частка сухих речовин, %	$\leq 12,2$	12,14	нормальний	2
Кількість соматичних клітин, тис./ см ³	≤ 400	139-246	нормальний	2

3.5. Оцінка технологій вирощування за показниками продуктивності

Водночас, екологічне оцінювання технологій вирощування люцерни і суданської трави виявило, що за впливом на продуктивність культури, деякі технологічні операції призводили до зниження оптимального рівня в (табл.3.10).

Таблиця 3.10 - Оцінка технологій за впливом на продуктивність

Екологічний стан	Продуктивність, т/га	Оцінка, бали
Люцерна (Ярославна)		
Незадовільний	<18,8	0
Задовільний	18,8-22,4	1
Нормальний	22,5-24	2
Оптимальний	>25	3
Суданська трава (Білявка)		
Незадовільний	<5,3	0
Задовільний	5,3-6,2	1
Нормальний	6,3-6	2
Оптимальний	>7	3

Так, за показниками продуктивності технології відповідали незадовільному екологічному стану (табл.3.11).

Таблиця 3.11 – Оцінювання технологій за впливом на продуктивність кормових культур

Урожайність, т/га		Відхилення від оптимуму, %	Екологічний стан	Оцінка, бали
оптимальна	фактична			
Люцерна (Ярославна)				
25	18	28	Незадовільний	0
Суданська трава (Білявка)				
7,0	2,7	60	Незадовільний	0

3.6. Екологічне оцінювання технологій за комплексом показників

Врахування всіх показників, що вивчалися під час випробування технологій, дозволило провести комплексне екологічне оцінювання і встановити ступінь відповідності технологічних процесів (табл. 3.12). Екологічне оцінювання (ЕО) технології за комплексом показників проводили за рівнянням:

$$EO = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n}{n}$$

де n_n – показник, згідно з яким проводили оцінювання, бал

n – кількість показників, за якими проводили оцінювання.

Згідно методичних рекомендацій використано таку градацію технологій за досконалістю:

I	< 1,5 бала	технологія недосконала і не може бути рекомендована виробництву
II	1,5 – 2,4 бала	технологія перед впровадженням у виробництво потребує істотного вдосконалення
III	2,5 – 2,9 бала	потребують вдосконалення окремі технологічні операції
IV	3 бали	технологія досконала і може бути рекомендована виробництву

Таблиця 3.12 - Комплексне екологічне оцінювання агротехнологій вирощування кормових культур в зоні Правобережного Лісостепу України

Показник	Люцерна	Суданська трава
	Оцінка, бали	Оцінка, бали
Вміст гумусу	1	1
Вміст азоту, що легко гідролізується	0	0
Вміст рухомого фосфору	2	2

Вміст калію	2	1
Реакція ґрунтового розчину	2	2
Ураження шкідниками	3	-
Ураження хворобами	3	3
Показники якості кормів	2	2
	3	2
	2	2
	2	2
	3	2
	2	2
	2	2
Показники якості молока	3	3
	2	2
	2	2
Продуктивність	0	0
Комплексна екологічна експертиза	1,9	1,8

Таким чином, отримані дані свідчать, що екологічна оцінка технологій дає можливість проводити аналіз небезпечних чинників, які пов'язані з вирощуванням, розробляти заходи необхідні для їх контролю. Для досягнення оптимальних параметрів родючості ґрунту можливо потрібно передбачити збільшення норм застосування органо-мінеральних добрив але при цьому потрібно враховувати, те щоб внесення добрив не спричинило погіршення якості насіння; сприяти вдосконаленню обробітку ґрунту за допомогою способів підготовки, строків його проведення, який впливає на забур'яненість полів, на його водний, харчовий, мікробіологічний режими, поліпшенню сівозміни.

ВИСНОВКИ

1. Екологічне оцінювання відповідності агрохімічного стану ґрунту вимогам засвідчило, що вміст гумусу складав 2,8 %, технології відповідали оптимальному стану, за вмістом азоту, що легко гідролізується і рухомого фосфору агрохімічний стан ґрунту відповідав оптимальному стану, за вмістом обмінного калію – задовільному стану, за реакцією ґрунтового середовища нормального стану.

2. Екологічне оцінювання за коефіцієнтом концентрації свинцю, міді, цинку і нікелю, показало, що всі технології відповідали оптимальному екологічному стану.

3. Результати екологічного оцінювання технологій вирощування за показниками фітосанітарного стану показали, що технології відображали оптимальний, нормальний екологічний стан.

4. Оцінка технологій кормових культур за біохімічними та технологічними показниками якості засвідчила, що технології, які передбачають лише систему обробітку ґрунту дозволяють отримати корми і молоко високої якості. Можна припустити, що саме застосування в господарстві мінімальних доз мінеральних і органічних добрив, забезпечило відповідність кормів і молока гігієнічним нормативам.

5. Водночас, екологічне оцінювання технологій вирощування досліджуваних культур виявило, що за впливом на продуктивність культури технології відповідали незадовільному екологічному стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балюк С. А. Екологічний стан ґрунтів України та заходи щодо його покращення / С. А. Балюк, М. І. Ромащенко. – Харків : ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського, 2021. – 190 с.
2. Тараріко Ю. О. Екологічно безпечні агротехнології: оцінка та проектування / Ю. О. Тараріко. – К. : Аграрна наука, 2007. – 256 с.
3. Шарварко М. В. Охорона навколишнього середовища при інтенсивному вирощуванні кормових культур / М. В. Шарварко // Екологічні науки. – 2022. – Т. 2, № 41. – С. 84–89.
 - а. Каленська С. М. Біологізація технологій вирощування сільськогосподарських культур / С. М. Каленська // Вісник аграрної науки. – 2019. – № 5. – С. 18–25.
4. Демидась Г. І. Сучасні технології вирощування нетрадиційних кормових культур та їх екологічна оцінка / Г. І. Демидась, Т. М. Мисник // Агроекологічний журнал. – 2021. – № 3. – С. 45–52.
5. Макаренко Н. А. Екологічна оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур за фітосанітарним станом агроценозів / Н. А. Макаренко, В. І. Бондарь, В. В. Макаренко // Агроекологічний журнал. – 2024. – № 1. – С. 14–22.
6. Петриченко В. Ф. Люцерна посівна як стратегічна кормова культура в умовах змін клімату: агротехнологічні та екологічні аспекти / В. Ф. Петриченко, О. В. Корнійчук // Корми і кормовиробництво. – 2025. – Вип. 94. – С. 12–21.
7. Ткачук О. О. Екологічні аспекти застосування елементів біологізації в технологіях вирощування багаторічних кормових трав / О. О. Ткачук // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2018. – № 2. – С. 58–64.
8. Шарварко М. В. Охорона навколишнього середовища та екологічна безпека при інтенсивному вирощуванні кормових культур / М. В. Шарварко // Екологічні науки. – 2022. – Т. 2, № 41. – С. 84–89.

9. Шевчук О. А. Екологічні та фізіологічні аспекти оптимізації продуктивності кормових культур за мінімального хімічного навантаження / О. А. Шевчук // Збірник наукових праць Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. – 2023. – Вип. 88. – С. 104–112.

10. Екологічна якість ґрунту: теоретичні і методолого-методичні підходи до її оцінки в сучасних системах землеробства : монографія / Г. М. Господаренко, І. В. Красота, І. В. Чикін та ін. – Умань : Сочінський М. М., 2025. – 186 с.

11. Екологічна експертиза та оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур : методичні рекомендації / за ред. Н. А. Макаренко. – К. : Інститут агроекології та природокористування НААН, 2018. – 84 с.

12. Інноваційні технології вирощування кормових культур та відновлення лучних фітоценозів за умов змін клімату : монографія / за ред. В. Ф. Петриченка. – Вінниця : Аграрна наука, 2023. – 340 с.

13. Макаренко Н. А. Екологічна оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур за фітосанітарним станом агроценозів / Н. А. Макаренко, В.І. Бондарь, В. В. Макаренко // Агроекологічний журнал. – 2024. – № 1. – С. 14–22.

14. Стародуб В. І. Екологічна оцінка технологій вирощування сільськогосподарських культур за комплексом фітосанітарних показників / В. І. Стародуб, Є. Д. Ткач // Агроекологічний журнал. – 2025. – № 3. – С. 73–83.

15. Демидає Г. І. Сучасні технології вирощування нетрадиційних кормових культур та їх агроекологічне обґрунтування / Г. І. Демидає, Т. М. Мисник // Агроекологічний журнал. – 2021. – № 3. – С. 45–52.

16. Палапа Н. В. Агроекологічний моніторинг земель під кормовими сівоzmінами в контексті сталого природокористування / Н. В. Палапа // Агроекологічний журнал. – 2026. – № 1. – С. 34–41.

17. Ковальова С. П. Екологічно безпечні агротехнології: роль люцерни у фіксації біологічного азоту та оптимізації структури ґрунту / С. П.

Ковальова, О. М. Ткаченко // Агроєкологічний журнал. – 2023. – № 2. – С. 55–62.

18. Кравченко В. М. Агроєкологічні особливості вирощування люцерни за різних способів сівби та норм висіву насіння / В. М. Кравченко, І. В. Попова // Агроєкологічний журнал. – 2022. – № 4. – С. 112–119.

19. Борсук О. А. Вплив різних систем удобрення на показники родючості дерново-підзолистих ґрунтів та продуктивність кормових сівозмін / О. А. Борсук // Агроєкологічний журнал. – 2023. – № 1. – С. 41–48.

20. Мельник І. П. Агроєкологічна оцінка короткоротаційної сівозміни за використання побічної продукції та сидеральних культур / І. П. Мельник, Н. В. Приймак // Агроєкологічний журнал. – 2024. – № 3. – С. 89–96.

21. Безноско І. В. Вплив сидеральних культур на чисельність та структуру ґрунтових мікроорганізмів у агроценозах / І. В. Безноско, Т. О. Гордієнко // Агроєкологічний журнал. – 2025. – № 2. – С. 63–71.

22. Мазуренко Б. В. Врожайність і якість коренеплодів буряків кормових залежно від елементів агротехнології в умовах Лісостепу / Б. В. Мазуренко, О. В. Ткач // Агроєкологічний журнал. – 2024. – № 2. – С. 102–109.

23. Виробництво, заготівля та безпека кормів : монографія / В. Ф. Петриченко, О. В. Корнійчук, В. Д. Бугайов та ін. ; за ред. В. Ф. Петриченка. – Вінниця : Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, 2024. – 312 с.

24. Кормові ресурси польових агроєкосистем : монографія / за ред. академіка НААН В. Ф. Петриченка. – Вінниця : Діло, 2020. – 420 с.

25. Екологічна та біологічна безпека України : колективна монографія / за наук. ред. О. І. Дребот, А. І. Парфенюк. – К. : Видавництво НУБіП України, 2022. – 322 с.

26. Екологічна якість ґрунту: теоретичні і методолого-методичні підходи до її оцінки в сучасних системах землеробства : монографія / Г. М.

Господаренко, І. В. Красота, І. В. Чикін та ін. – Умань : Сочінський М. М., 2019. – 186 с.

27. Еколого-економічна оцінка трансформації екосистем України за глобальних змін клімату : монографія / В. В. Коніщук, І. В. Шумигай, П. М. Душко та ін. ; за наук. ред. проф. В. В. Коніщука. – К. : Аграрна наука, 2025. – 319 с.

28. Perennial Forage Systems Enhance Ecosystem Quality Variables / M. J. Rutter, J. K. Smith et al. // Sustainability (MDPI). – 2024. – Vol. 16, No. 23. – P. 10160–10175.

29. Forage crops boost the productivity and environmental sustainability of smallholder dairy systems / A. O. Ndambi, J. Goopy, M. Herrero et al. // Agriculture, Ecosystems & Environment (Elsevier). – 2025. – Vol. 378. – Art. 109281.