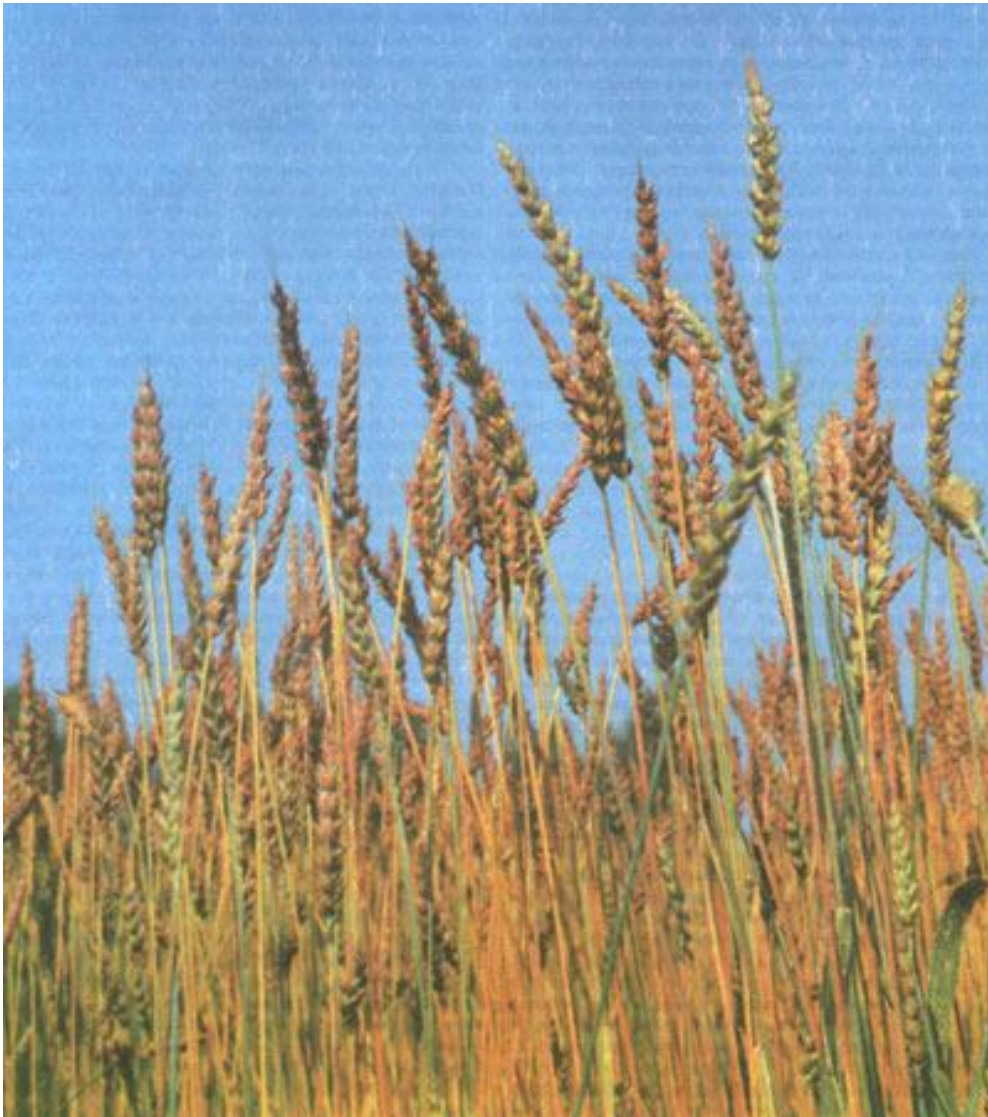


НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М.П.Драгоманова
Інститут природничо-географічної освіти та екології

О.Т. Лагутенко

Агроєкологія

Лабораторний практикум



Київ 2012

УДК 631.95(075.8)

ББК 40.3я73

A-26

Рецензенти: О.І.Наумовська, канд. с.-г. наук, доцент кафедри екології
агросфери та екологічного контролю Національного університету
біоресурсів і природокористування
І.Б.Чорний, канд. біол. наук, доцент кафедри ботаніки
Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова

Лагутенко О.Т.

Агроекологія: лабораторний практикум. – К., НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2012.
– 88 с.

Лабораторні роботи містять теоретичний матеріал, який доповнює лекційний курс, а також завдання, в яких повно описані сучасні методи агроекологічних досліджень щодо оцінки впливу різних екологічних факторів на компоненти агроєкосистеми. Практикум рекомендований для студентів спеціальності “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”.

УДК 631.95(075.8)

ББК 40.3я73

© Лагутенко О.Т., 2012

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ:	
№ 1. Кількісний облік – найпростіший метод дослідження в агроекології	5
№ 2. Моніторинг стану ґрунтів та прогнозування деградаційних процесів	10
№ 3. Агрометеорологічне прогнозування урожаю	16
№ 4. Агроекосистема та агроценоз	20
№ 5. Оцінка оптимальності агроландшафтів	24
№ 6. Оцінка загрози занесених видів рослин	28
№ 7. Визначення рівня деградації ґрунтів	32
№ 8. Водна ерозія ґрунтів	35
№ 9. Вітрова ерозія ґрунтів	40
№ 10. Антропогенне забруднення повітря	43
№ 11. Мінеральні добрива як екологічний фактор	45
№ 12. Органічні добрива та баланс гумусу в ґрунті	49
№ 13. Розрахунок норм добрив для отримання запрограмованих врожаїв	53
№ 14. Пестициди як екологічний фактор	58
№ 15. Радіаційне забруднення як екологічний фактор	62
№ 16. Елементи екологічної конверсії в агропромисловому комплексі	65
№ 17. Оцінка ефективності різних систем удобрення за біологічною продуктивністю рослин	67
№ 18. Наукове обґрунтування застосування хімічних меліорантів	71
№ 19. Наукові основи ефективного використання зрошуваних земель	75
ТАБЛИЦЯ ДЛЯ ПЕРЕВЕДЕННЯ ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ	78
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	79
ДОДАТКИ	81

ВСТУП

Агроєкологія – галузь загальної екології, яка вивчає закономірності екологічних процесів у сільськогосподарському виробництві. Це – біологічна, хімічна і сільськогосподарська наука. Предметом її дослідження є агроєкосистеми. Основні відмінності агроценозів від природних екосистем зумовлені головним призначенням перших, що полягає в отриманні сільськогосподарської продукції. Внаслідок інтенсифікації сільськогосподарського виробництва відбувається забруднення навколишнього середовища, продуктів харчування, питної води, що в свою чергу негативно впливає на здоров'я людей. Тому необхідно спрямовувати характер цього виробництва на збереження природи. На разі, тут надзвичайно важливо розуміти внутрішні процеси агроценозу як тимчасово штучно створеної виробничої екологічної системи.

В межах курсу передбачено вивчення теоретичних основ агроєкології, засвоєння студентами методологічних аспектів дисципліни, прищеплення їм навичок оцінювання екологічного становища та віднаходження практичних рішень.

У системі викладання агроєкології виконання лабораторних робіт сприяє формуванню в студентів відповідних уявлень і на їх основі засвоєнню правильних понять, оскільки практичні завдання органічно поєднуються з лекційним матеріалом та виконуються під безпосереднім контролем і керівництвом викладача.

Даний практикум включає 19 лабораторно-практичних робіт. Тематика робіт тісно пов'язана із теоретичним курсом «Агроєкологія». Оволодіння практичними навичками дозволить краще засвоїти матеріал, розібратися в теоретичних питаннях агроєкології.

Під час виконання лабораторних робіт інструктивно-методичні рекомендації допоможуть студентам самостійно, чітко, послідовно й організовано виконувати практичні завдання. Закріпленню навчального матеріалу сприятимуть контрольні запитання, що наводяться після кожної роботи.

Щоб зацікавити студентів та прищепити їм навички наукового дослідження, при виконанні лабораторних робіт студенти ознайомлюються з методикою проведення лабораторно-польових досліджень з біологічними об'єктами, а також навчаються аналізувати отримані експериментальні дані, що знадобиться їм при написанні курсових та дипломних робіт.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема: Кількісний облік – найпростіший метод дослідження в агроекології

Мета: вивчити основні наукові поняття агроекології та методи агроекологічних досліджень; ознайомитися із системами обробітку ґрунту; опанувати методику кількісного обліку при оцінюванні якості ґрунтозахисного обробітку за проективним покриттям ґрунту рослинними рештками та при плануванні заходів захисту рослин за населеністю комахами пшеничного поля.

Завдання 1. Оцінити якість обробітку ґрунту шляхом визначення проективного покриття поверхні поля рослинними рештками.

За даними польових досліджень, що подані в таблиці 1.1., визначити проективне покриття ґрунту рослинними рештками.

Таблиця 1.1. *Кількісні показники якості обробітку ґрунту*

Спосіб основного обробітку ґрунту	Кількість рослинних решток, шт.				Проективне покриття, %
	Повторення			Середнє арифметичне	
	I	II	III		
Полицевий	6	8	5		
Комбінований полицево-чизельний	23	21	18		
Комбінований полицево-плоскорізний	27	22	20		
Безполицевий чизельний	33	38	40		
Безполицевий плоскорізний	35	36	33		

Проаналізувати вплив способу основного обробітку ґрунту на кількість рослинних решток.

Теоретичні відомості:

На орних землях залишення на поверхні поля рослинних решток є ефективним заходом захисту ґрунтів від ерозії в осінньо-весняний період, коли поверхня поля залишається відкритою після збирання врожаю попередника до сівби наступної культури.

Рослинні рештки захищають поверхню ґрунту від водної ерозії при сніготаненні та під час зимових пилових бур, при випаданні дощів вони амортизують кінетичну енергію крапель і зменшують руйнування часток ґрунту. Наявність рослинних решток запобігає замулюванню ґрунтових капілярів й утворенню кірки на поверхні, завдяки чому зберігається на належному рівні водопроникність ґрунту, зменшується поверхневий стік. Створені з рослинних решток невеликі перешкоди для поверхневого стоку сприяють зниженню швидкості води і втрат ґрунтових часток.

У період вегетації рослин збережені рештки попередника сприяють зменшенню втрат вологи на фізичне випаровування, а взимку затримують додаткову кількість снігу, що в цілому забезпечує поліпшення водного режиму ґрунту. Крім того, взимку рослинні рештки зменшують глибину промерзання

грунту, а влітку змінюючи альbedo поверхні оберігають його від високих температур.

Грунтозахисна роль рослинних решток широко використовується у системі протиерозійних заходів. Кожен прийом з обробітку ґрунту, передбачений технологіями вирощування культур, забезпечує після його проведення залишення на поверхні ґрунту певної кількості післязливних решток. Кількість їх залежно від культури і способу обробітку може коливатися від 10 до 90% проективного покриття, але ґрунтозахисними вважають такі агротехнологічні заходи, які забезпечують після сівби покриття поверхні поля рослинними рештками не менш як на 30%.

Визначають проективне покриття поверхні ґрунту рослинним рештками після проведення операції посіву чи посадки культури в полі методом “стрічки”. Для цього береться звичайний шнур (15 м) і на ньому через кожні 30 см зав’язується кольорова стрічка (всього буде 50 вузлів). Цей шнур накладається на ріллю під кутом 45° до рядків посіяної культури. Потім підраховують кількість рослинних решток, які потрапили під вузли кольорової стрічки. Для більшої об’єктивності та точності визначення проективного покриття уся процедура та підрахунки повторюються не менше, ніж три рази.

Проективне покриття поверхні рослинними рештками в полях сівозмін можна збільшити таким чином:

- підвищенням відсотка культур суцільного посіву, особливо багаторічних трав, і зниженням частки просапних культур;
- серед групи просапних культур зростанням відсотка високостеблових культур (кукурудза, соняшник) та зниженням низькостеблових (соя, цукрові буряки, картопля);
- зростанням урожайності культур, оскільки з вищим урожаєм збільшується і кількість рослинних решток;
- проведенням якомога меншої кількості операцій з обробітку ґрунту (мінімальний та нульовий обробіток ґрунту), особливо перед або під час найбільш ерозійно небезпечних періодів (кінець весни — початок літа);
- зменшенням кількості проходів сільськогосподарської техніки;
- зниженням швидкості агрегатів при обробітку ґрунту, щоб не допустити вищого відсотка загортання решток чи їх засипання;
- використанням під час обробітку ґрунту голчастих борон замість зубових, які згрібають із поверхні ґрунту рослинні рештки;
- використанням культиваторів із прямими лезами;
- виключенням технологічних операцій, без яких можна обійтися;
- сівбою спеціальними посівними системами без попереднього обробітку ґрунту.

Механічний обробіток ґрунту — це дія на нього робочими органами знарядь і машин з метою створення оптимальних умов і забезпечення факторами життя для росту і розвитку сільськогосподарських рослин та захисту ґрунту від ерозії. **Система обробітку ґрунту** — сукупність окремих заходів обробітку, виконаних у певній послідовності. Виділяють такі системи

обробітку: основний, або зяблевий; передпосівний під ярі культури; обробіток під озимі культури; післяпосівний обробіток та протиерозійний.

До **заходів обробітку ґрунту**, що застосовують з метою виконання основних технологічних процесів, відносяться: оранка, плоскорізний обробіток, чизелювання, фрезерування, боронування, культивація, дискування тощо.

Спосіб механічного обробітку — характер і ступінь дії робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь на шар ґрунту, який обробляють, з метою зміни його будови, генетичного складу і властивостей у вертикальному напрямку. За способами виділяють:

- полицевий обробіток — виконують за допомогою знарядь з полицевими робочими органами (лемішні луцильники та звичайні, ярусні і плантажні плуги) для повного або часткового обертання і переміщення окремих шарів;

- безполицевий обробіток — здійснюють без обертання і переміщення його окремих шарів по вертикалі за допомогою плоскорізів, плугів без полиць, чизелів;

- роторний обробіток — здійснюють знаряддями з вертикально-обертним рухом робочих органів (вертикальні фрези) з метою подрібнення і повного перемішування ґрунту на всю глибину обробітку;

- комбінований обробіток — здійснюють складними агрегатами, які водночас забезпечують виконання полицевого чи безполицевого і роторного способів обробітку.

Методика виконання завдання:

1. Вирахувати середнє арифметичне значення кількості рослинних решток із трьох повторень (див. табл. 1.1).

2. Проективне покриття рослинним рештками знайти за пропорцією:

15 рослинних решток на 50 вузлів – 30% проективне покриття;

підрахована кількість решток – X% покриття.

3. Результати записати в таблицю 1.1.

4. У висновку порівняти ґрунтозахисне значення різних способів основного обробітку ґрунту.

Завдання 2. Визначити доцільність застосування пестицидів за співвідношенням між ентомофагами та шкідниками злакових культур згідно даних польових спостережень (табл. 1.2).

Таблиця 1.2. **Кількісні показники населеності комахами пшеничного поля**

Показники	Кількість комах на одному колосі				Середнє арифметичне
	Повторення				
	I	II	III	IV	
Кількість ентомофагів (елотрипсів), шт.	2	4	3	6	
Кількість імаго пшеничного трипса, шт.	3	4	6	4	
Кількість личинок пшеничного трипса, шт.	5	6	10	8	
Загальна кількість особин пшеничного трипса, шт.					
Співвідношення між ентомофагами та пшеничними трипсами					

Обґрунтувати рекомендації щодо захисних заходів.

Теоретичні відомості:

Вирішальне значення для формування збалансованих агроecosистем має моніторинг та прогнозування кількості в агроecosистемі особливо небезпечних агресивних організмів (бур'янів, комах, грибів, мікроорганізмів, вірусів).

Підтримання кількості шкідників на рівні, який не перевищує економічних порогів шкодочинності, – є основним завданням захисту рослин. Слід також мати на увазі, що економічні пороги не є константою, а залежать від рівня ефективності ентомофагів, фаз розвитку і сортової стійкості рослин. При цьому хімічні засоби використовують лише тоді, коли щільність шкідника і його шкодочинність можуть призвести до значних втрат урожаю.

Економічний поріг шкодочинності — це така щільність шкідника або пошкодженість рослин, при якій втрати врожаю можуть становити 3—5%, а застосування хімічних засобів захисту підвищує рентабельність виробництва культури і собівартість урожаю (дод. №1).

Економічним порогом шкодочинності пшеничного трипса є наявність на колосі 2 імаго (дорослих особин) або 8 личинок. При цьому, коли співвідношення між хижими елотрипсами та рослиноїдними трипсами становить 1:6, тобто на одного елотрипса припадає 6 трипсів, проведення винищувальних заходів недоцільне. Якщо на 1 елотрипса припадає понад 6 особин рослиноїдних трипсів, необхідно проведення застережних заходів – крайові обробки полів інсектицидами. У роки масового розмноження рослиноїдних трипсів це співвідношення може становити 1 : 20-30, що спонукає до суцільного обприскування полів пшениці інсектицидами.

Для визначення співвідношення між хижими елотрипсами і рослиноїдними трипсами у фазі цвітіння зрізають по 10 рослин у кількох місцях по периферії поля і поміщають у мішечки з щільної тканини. Через 1-2 доби вміст мішечків витрушують на аркуш білого паперу і підраховують комах. Кількість кожного виду комах з 1 мішечка ділять на 10 і отримують кількість комах на одному колосі.

Користуючись показниками економічного порогу шкодочинності, слід мати на увазі, що вони мають середнє значення. Тому, приймаючи рішення про доцільність захисних заходів, треба враховувати фази розвитку і сортову стійкість рослин, погодні умови, щільність шкідника на кожному конкретному полі та рівень ефективності ентомофагів, що є однією з основних складових фітосанітарного моніторингу.

Фітосанітарний моніторинг — це система спостережень і контролю поширення, щільності, інтенсивності розвитку та шкодочинності шкідливих організмів. Головна мета фітосанітарного моніторингу, як і будь-якої програми спостережень, — отримати необхідну інформацію для складання прогнозів і сигналізації розвитку шкідливих організмів та прийняття рішення щодо проведення захисних заходів.

Методика виконання завдання:

1. Знайти середні кількості комах по всіх повтореннях і загальну кількість особин рослиноїдного трипса як суму імаго та личинок (див. табл. 1.2).

2. Знайти співвідношення між хижими елотрипсами та рослиноїдними трипсами. Для цього необхідно загальну кількість особин рослиноїдного трипса поділити на кількість елотрипсів. Отримане число (X) записати у вигляді співвідношення як $1 : X$.

3. Результати записати в таблицю 1.2.

4. Порівняти результати із економічним порогом шкодочинності пшеничного трипса з поправкою на співвідношення ентомофагів та фітофагів. Зробити висновок про доцільність застосування інсектицидів.

Контрольні запитання:

1. Як пов'язані ріст населення планети та продовольча проблема?
2. Яке сучасне визначення агроєкології?
3. Що таке агросфера?
4. На яких рівнях відбувається вивчення агросфери як об'єкта агроєкології?
5. Що є предметом вивчення агроєкології?
6. З якими науками агроєкологія має тісний зв'язок за об'єктами та методами досліджень?
7. Що таке механічний обробіток ґрунту та система обробітку? Назвіть системи обробітку ґрунту.
8. Що таке захід обробітку ґрунту? Назвіть заходи та способи обробітку ґрунту.
9. В чому полягає ґрунтозахисна роль рослинних решток? Який спосіб основного обробітку ґрунту забезпечує найвище проективне покриття ґрунту рослинними рештками?
10. Що таке економічний поріг шкодочинності? Для чого цей показник використовується?
11. Що таке фітосанітарний моніторинг? Яка його основна мета?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроєкологія / Городній М.М., Шичула М.К., Гудков І.М. та ін. – К.: Вища школа, 1993. – С. 4-15.
2. Лагутенко О.Т. Агроєкологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 5-7.
3. Охорона ґрунтів / М.К.Шичула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капштик. – 2-ге вид. випр. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2004. – С. 245-256, 378-388.
4. Основи сільського господарства / За ред. В.С.Марковського. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2010. – С. 17-20.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тема: Моніторинг стану ґрунтів та прогнозування деградаційних процесів

Мета: вивчити теоретичні основи ґрунтового моніторингу; ознайомитися із еколого-агрономічними принципами складання сівозміни та ґрунтозахисними властивостями культурних рослин; оволодіти навичками із використання даних моніторингових досліджень з метою вивчення динаміки та прогнозування подальшого протікання процесів, що вивчаються.

Завдання 1. Визначити інтенсивність процесу дегуміфікації ґрунту.

До розорювання в ґрунтах Михайлівської цілини запаси гумусу склали 400 т/га в півметровому шарі ґрунту. За вихідними даними (табл. 2.1) розрахувати середньорічний винос гумусу і визначити прогнозовані втрати гумусу в півметровому шарі ґрунту через 125 років від розорювання і початку сільськогосподарського використання ґрунтів Михайлівської цілини.

Таблиця 2.1. Вплив ерозії на вміст гумусу в ґрунті

Час, що минув після розорювання цілини, роки	Запаси гумусу в шарі ґрунту 0-50см, т/га	Втрата запасів гумусу в шарі 0-50см, т/га	Інтенсивність дегуміфікації ґрунтів, т/га за рік
12	375		
32	335		
52	312		
100	250		

Зробити висновок про доцільність подальшого використання ґрунтів Михайлівської цілини для інтенсивного землеробства.

Теоретичні відомості:

Система регулярних спостережень за станом ґрунту, яка займається вивченням динаміки деградаційних процесів, щоб прогнозувати дані процеси та вчасно розробляти і впроваджувати заходи охорони ґрунтів, називається **ґрунтовим моніторингом**. Він є частиною загального екологічного моніторингу.

Одним із найпоширеніших деградаційних процесів є **дегуміфікація**, тобто прискорена втрата гумусу ґрунтами, що використовуються як сільськогосподарські угіддя. **Гумус** – це основна частина органічної речовини ґрунту, яка утворюється в процесі переробки рослинних та тваринних решток мікроорганізмами та ґрунтовою фауною. Енергію органічної речовини ґрунтів використовують мікроорганізми і безхребетні тварини для здійснення своїх життєвих процесів, фіксації азоту та багатьох інших хімічних і біологічних потреб. Органічні речовини беруть участь у живленні рослин, створенні сприятливих водно-фізичних властивостей ґрунтів та міграції в них різних елементів. Кількісно вміст гумусу в ґрунтах виражають у % (у верхньому горизонті) або через загальний запас гумусу в т/га із вказуванням потужності гумусового шару ґрунту (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Вміст та запаси гумусу в різних типах ґрунтів України

Типи ґрунтів	Вміст гумусу, %	Запаси гумусу в шарі 0-50см, т/га
Дерново-підзолисті	< 2	100
Сірі опідзолені, каштанові	2-4	220
Чорноземи середньогумусоаккумулятивні	4-6	330
Чорноземи високогумусоаккумулятивні	6-10	520

Для визначення інтенсивності дегуміфікації ґрунтів використовують показник середньорічного виносу гумусу, який визначають за формулою:

$$-кН = \frac{\Delta H}{\Delta T}, \quad (2.1)$$

де $-кН$ – середньорічний винос гумусу, т/га за рік (записується зі знаком “мінус”, коли гумус втрачається, і знаком “плюс”, коли гумус утворюється); ΔH – втрата запасів гумусу, т/га; ΔT – час, за який відбулася дана втрата запасів гумусу, у роках.

Втрати гумусу в староорних чорноземах України становлять 20–30% початкового його запасу.

Методика виконання завдання:

1. Визначити втрати запасів гумусу ($\Delta H = H - H_0$) відніманням величини запасів гумусу через певний час (H) від початкової величини запасів гумусу ($H_0 = 400 \text{ т/га}$ – еталон).

2. Втрата запасів гумусу (ΔH), поділена на кількість років, що минули від розорювання цілини (ΔT), із знаком “мінус” буде відображати інтенсивність дегуміфікації ґрунтів (формула 2.1). Наприклад, $(400 - 250) : 100 = -1,5 \text{ т/га/рік}$.

3. Отримані результати округлити до десятих і записати у таблицю 2.1.

4. Побудувати графік залежності інтенсивності дегуміфікації (ось y) від строку сільськогосподарського використання ґрунтів Михайлівської цілини (ось x). Рекомендований масштаб: по вертикалі – інтенсивність втрати гумусу – 1 см : 1 т/га за рік; по горизонталі – період часу – 1 см : 10 років (див. рис. 2.1).

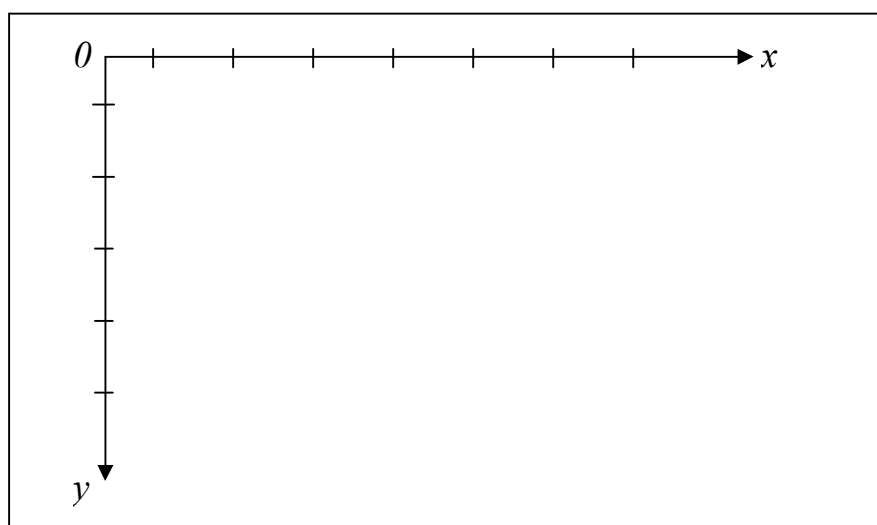


Рис. 2.1. Шаблон для побудови графіку

4. На графіку знайти точку, що відповідає 125 рокам і провести з неї перпендикуляр на ось у, де відклали інтенсивність дегуміфікації. Значення в точці перетину буде відповідати прогнозованій інтенсивності дегуміфікації ґрунтів через 125 років.

5. Розрахувати прогнозовані втрати гумусу ґрунтами Михайлівської цілини через 125 років після їх розорювання множенням визначеної інтенсивності на 125 років (прогнозування методом екстраполяції).

6. Враховуючи прогнозовані втрати гумусу ґрунтами Михайлівської цілини через 125 років після початку інтенсивного сільськогосподарського використання дати рекомендації щодо доцільності подальшого їх використання у складі ріллі.

Завдання 2. Визначити інтенсивність розвитку водної ерозії ґрунту.

Користуючись даними таблиць 2.3 і 2.4 розрахувати прогнозований середній змив ґрунту на землях польової сівозміни протягом однієї ротації.

Згідно прогнозованої інтенсивності водної ерозії ґрунту на полях сівозміни зробити висновок про доцільність використання даного набору культур у польовій сівозміні на схилі територіях.

Таблиця 2.3. Вплив рослинності на величину змиву ґрунту

Сільськогосподарська культура	Крутість схилу			
	$<1^\circ$	3°	6°	9°
	Змив ґрунту, т/га за рік			
Багаторічні трави 1 року вирощування	4,1	6,9	8,2	9,0
Багаторічні трави 2 року вирощування	1,4	4,1	6,9	7,2
Озима пшениця	8,0	9,0	11,7	16,4
Кукурудза	15,7	16,9	19,3	22,5
Чистий пар	29,2	34,4	41,6	49,9

Таблиця 2.4. Вихідні дані для розрахунку інтенсивності водної ерозії

№ Поля	I	II	III	IV
Площа поля, га	25	20	30	15
Крутість схилу, °	1	3	6	9
Роки ротації	Чергування культур у сівозміні			
1	Озима пшениця	Кукурудза	Чистий пар	Багаторічні трави
2	Кукурудза	Чистий пар	Багаторічні трави	Багаторічні трави
3	Чистий пар	Багаторічні трави	Багаторічні трави	Озима пшениця
4	Багаторічні трави	Багаторічні трави	Озима пшениця	Кукурудза
5	Багаторічні трави	Озима пшениця	Кукурудза	Чистий пар

Теоретичні відомості:

Темпи руйнування ґрунту під впливом водної ерозії визначають за товщиною шару ґрунту (мм/рік) або за вагою (т/га/рік), що змивається протягом року. Темпи втрат ґрунту не повинні перевищувати темпів природного процесу ґрунтоутворення. Природа витрачає на утворення 1,4 см ґрунту 100 років, тобто темп природного процесу ґрунтоутворення складає:

$$14\text{мм} : 100 \text{ років} = 0,14 \text{ мм/рік.}$$

Щоб перевести мм/рік у т/га/рік необхідно помножити на коефіцієнт 10 та середню щільність ґрунту $1,2 \text{ кг/м}^3$:

$$0,14 \cdot 10 \cdot 1,2 = 2,8 \text{ т/га/рік.}$$

Шкала для оцінки інтенсивності ерозійних процесів залежно від інтенсивності втрати ґрунту в т/га за рік: < 3 – ерозія практично відсутня, так як втрата ґрунту від ерозії менша за швидкість ґрунтоутворення; 3-6 – слабка ерозія; 6-12 – середня ерозія; 12-24 – сильна ерозія; 24-60 – дуже сильна ерозія; > 60 – катастрофічна ерозія.

Високого протиерозійного ефекту можна досягти впровадженням ґрунтозахисних сівозмін.

Сівозміна – це науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів у часі і на території господарства. Чергування культур у часі представляє собою правильну зміну одних рослин іншими на даному полі за роками. Чергування на території означає, що кожна культура послідовно проходить через усі поля сівозміни. Науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні передбачає, з одного боку, правильний відбір сприятливих для вирощування культур попередників, а з другого – оптимальне насичення сівозмін однорідними культурами, яке враховує періодичність вирощування їх у полях сівозміни. Порушення наукових основ побудови сівозміни призводить до накопичення у ґрунті інфекцій, зростання забур'яненості посівів, розповсюдження шкідників сільськогосподарських культур, погіршення водного і поживного режимів. В таких умовах для підтримання належного рівня врожайності культур виникає необхідність у збільшенні норм внесення добрив, застосування засобів хімічного захисту рослин, що спричинює ряд екологічних проблем (забруднення рослинницької продукції, ґрунту і ґрунтових вод шкідливими для здоров'я людини хімічними елементами та сполуками).

Сівозміни за основною продукцією рослинництва, що вирощується в сівозміні, поділяють на основні типи: польові, кормові (прифермерські, лукопасовищні) та спеціальні (овочеві, баштані, рисові, тютюнові). Типи в свою чергу поділяють на види за співвідношенням груп культур у сівозміні: зерно-парові, зерно-просапні, зерно-паро-просапні, зерно-трав'яні, зерно-паро-трав'яні, трав'яно-просапні, просапні, травопільні і зерно-трав'яно-просапні (або плодозмінні).

Паром називається поле, на якому не вирощуються сільськогосподарські культури і яке підтримується в чистому від бур'янів стані. Пари можуть бути чисті та зайняті. Чистим паром називають поле, на якому не вирощуються сільськогосподарські культури і яке обробляється протягом вегетаційного

періоду. Чистий пар поділяють на чорний (основний обробіток під який виконується в літньо-осінній період у рік збирання попередника), весняний або ранній (основний обробіток під який виконується навесні у рік парування поля). Зайнятим паром називають поле, на якому протягом певного періоду вирощували культурні рослини з коротким періодом вегетації, а потім утримували в чистому стані. Культури, які вирощуються у зайнятому парі, називаються парозаймальними культурами (однорічні трави на зелений корм, рання картопля, кукурудза на силос або зелений корм, багаторічні трави на один укіс, вико-горохо-вівсяні травосуміші). Видозміною зайнятого пару є сидеральний пар — поле, на якому вирощуються парозаймаючі культури на зелене добриво (однорічний, вузьколистий і багаторічний люпини).

В польових сівозмінах за способом вирощування культури поділяють на просапні (висіяні пунктирним, квадратно-гніздовим і стрічковим способом із шириною міжрядь чи міжстрічкових відстаней, яка дозволяє обробляти ґрунт під час догляду за рослинами у період вегетації) і культури суцільної сівби (висіяні розкидним або вузькорядним способом). Співвідношення в польовій сівозміні просапних і культур суцільного посіву впливає на агрофізичні властивості ґрунту та його протиерозійну стійкість.

Ґрунтозахисна роль сільськогосподарських культур суцільного посіву полягає у здатності протистояти руйнівній дії води на ґрунт. Надземний покрив рослин приймає на себе ударну силу дощових крапель, зберігаючи від руйнування структурні агрегати ґрунту. Густа рослинність уповільнює швидкість поверхневого стоку, сприяючи кращому поглинанню води, а також затримує ґрунтові часточки, які змиваються з верхніх частин схилів. Коренева система рослин міцно скріплює ґрунтові часточки, що перешкоджає змиву та розмиву ґрунту.

В ерозійно небезпечних районах на ґрунтах другої еколого-технологічної групи (крутість схилів від 3° до 7°) вводяться ґрунтозахисні сівозміни (зерно-трав'яні і травопільні). Розміщення на таких землях просапних культур виключається. Землі, що розташовані на схилах понад 7° , належать до третьої еколого-технологічної групи і виключаються із складу ріллі. На них проводиться постійне залуження багаторічними травами з використанням під сіножаті та пасовища, а сильноеродовані ділянки засаджуються лісом.

Методика виконання завдання:

1. Змив ґрунту з поля (т) в результаті водної ерозії визначити множенням його площі (га) на величину змиву (т/га), характерного для кожної культури польової сівозміни (див. табл. 2.3, 2.4).

2. Для визначення середнього річного змиву ґрунту з полів за ротацію сівозміни отримані щорічні змиви ґрунту додати і поділити на тривалість ротації (5 років).

3. Для визначення середнього річного змиву ґрунту на усій площі сівозміни отриманий річний змив ґрунту з усієї площі сівозміни поділити на площу сівозміни (90 га).

4. Для визначення інтенсивності водної ерозії на усій площі сівозміни за 5 років ротації додати значення середнього річного змиву ґрунту з усієї площі сівозміни та поділити суму на тривалість ротації.

5. Результати розрахунків оформити у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. Результати розрахунків інтенсивності водної ерозії

Роки ротації	Річний змив ґрунту, т/га				Середній річний змив ґрунту з усієї площі сівозміни, т/га	
	З полів					З усієї площі сівозміни
	I	II	III	IV		
1						
2						
3						
4						
5						
Разом						
Середній річний змив ґрунту за ротацію, т/га						

6. У висновку обґрунтувати: чому не можна об'єднувати поля з різною крутістю схилів в одну сівозміну; чому просапні культури і пар не можна включати до складу сівозмін на схилах із крутістю понад 3°. Дати рекомендації щодо раціональної побудови сівозмін на схилах із різною крутістю з метою запобігання розвитку водної ерозії.

Контрольні запитання:

1. На які групи поділяються методи агроекологічних досліджень? Які методи в агроекології є найпростішими?
2. Що таке екологічний моніторинг, моніторинг земель та моніторинг ґрунтів?
3. Назвіть основні показники ґрунтово-екологічного моніторингу в інтенсивному землеробстві.
4. Наведіть приклади застосування в агроекології кількісних методів дослідження.
5. Що таке сівозміна? Назвіть типи та види сівозмін.
6. Що таке пар? Які бувають пари? Як поділяють польові культури за способом посіву?
7. Які сівозміни називаються ґрунтозахисними? Розкрийте ґрунтозахисну роль сільськогосподарських культур суцільного посіву.
8. На основі яких даних ґрунтуються прогнози щодо протікання таких деградаційних процесів у ґрунті як дегуміфікація та водна ерозія?
9. Які екологічні принципи та закони застосовуються в агроекології?
10. Які агрономічні закони є теоретичною основою агроекології?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: теорія та практикум. / Під заг.ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 5-24.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 7-13.
3. Основи екології та охорона навколишнього середовища. / В.С.Джигирей, В.М.Сторожук, Р.А.Яцюк. – Львів: Афіша, 2000. – С. 55-66.
4. Основи сільського господарства / За ред. В.С.Марковського. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2010. – С. 23-26.
5. Панас Р.М. Ґрунтознавство: Навч.посібник. – Львів: «Новий Світ - 2000», 2009. – С. 330-334.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: Агрометеорологічне прогнозування урожаю

Мета: засвоїти методи агрометеорологічного прогнозування; навчитися застосовувати різні методики для розрахунку очікуваного урожаю сільськогосподарських культур.

Завдання 1. Визначити рівень прогнозованого урожаю польових культур за запасами продуктивної вологи в ґрунті.

Використовуючи дані про запаси продуктивної вологи та густоту стояння рослин (табл. 3.1) скласти весняний прогноз урожайності озимої пшениці на різних полях господарства.

Таблиця 3.1. Розрахунок прогнозованої врожайності озимої пшениці за вологозабезпеченістю рослин

№ поля	Запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-100 см (W_{np}), мм	Кількість стебел на 1 м ² (n), шт.	Прогнозована врожайність ($У$), ц/га
1	80	1450	
2	95	1550	
3	100	1600	
4	110	1550	
5	125	1450	
6	130	1350	

Проаналізувати отримані результати.

Теоретичні відомості:

Прогноз — це передбачення росту і розвитку рослин на основі моніторингу минулої і сучасної інформації. Для цього знаходять закономірності в минулому і, оцінивши їх стан в момент прогнозу, шляхом екстраполяції складають прогноз урожайності та якості продукції. Розробкою методики прогнозів займається наука **прогностика**.

Прогнозування урожаю – це створення системи суворого регулювання факторів росту і розвитку рослин, які впливають на урожайність культур, та є одним із основним напрямків науково-технічного прогресу у сільському господарстві. Наукове обґрунтування можливого рівня урожаю біологічної маси за вегетаційний період дозволяє розробити схеми чергування культур, підібрати культури і сорти, розробити систему удобрення рослин, які забезпечать максимальну врожайність у даних ґрунтово-кліматичних умовах.

Використовують три **методи прогнозування**:

- **Екстраполяція** — це поширення висновків моніторингу, одержаних із спостереження над однією частиною явища, на іншу його частину за принципом — від минулого через сучасний стан до майбутнього. Для цього широко використовуються методи спостережень органогенезу за точками росту, аналіз динаміки вмісту поживних речовин у вегетативних частинах рослин тощо. Наприклад, раннє закладання в точках росту зародкових квіток свідчить про скоростиглість культури.

- Моделювання — це дослідження процесу чи явища закладанням дослідів з наступним порівнянням з контролем, еталонами чи стандартами. Цей метод є основою нагромадження інформації для бази даних.

- Експертна оцінка — це опитування експертів, які тривалий час працюють в ролинництві. Точність висновку експерта залежить від досвіду роботи з польовими культурами та інтуїції. Для оцінки точності експертних висновків розроблені спеціальні статистичні методи.

Біологічна продуктивність рослин у першу чергу залежить від умов вологозабезпеченості. Для оцінки вологозабезпеченості сільськогосподарських культур використовують запаси продуктивної вологи, які виражають у міліметрах водного шару (мм).

Продуктивна волога – це такі форми води в ґрунті, які є доступними для рослин і можуть бути використані в процесі їх життєдіяльності. **Запаси продуктивної вологи** в ґрунті – загальна кількість вологи понад вологість в'янення рослин, яка використовується сільськогосподарськими культурами для створення фітомаси та формування урожаю. **Вологість в'янення** – це недоступна рослинам частина ґрунтової вологи.

Основним джерелом ґрунтової вологи є атмосферні опади. Крім того, запаси продуктивної вологи у кореневмісному шарі можуть поповнюватися ґрунтовими водами у разі неглибокого їх залягання, а також за рахунок конденсації та адсорбції вологи з приземних шарів повітря.

Внаслідок нерівномірного випадання опадів розрахунок прогнозованого врожаю за вологозабезпеченістю необхідно здійснювати для кожного поля окремо. Різна вологоємність ґрунтів зумовлює значне коливання запасів продуктивної вологи: торфо-болотні ґрунти мають велику вологоємність і в них нагромаджується більше продуктивної вологи. Для схилених земель необхідно враховувати, що на нижній третині схилу вміст вологи в ґрунті завжди на 30% вищий, ніж на підвищеній частині поля.

Методика виконання завдання:

1. Розрахувати прогнозовану врожайність озимої пшениці за формулою О.С.Уланової:

$$Y = 0,059 W_{np} + 0,024 N - 2,97, \quad (3.1)$$

де Y – очікуваний урожай, ц/га;

W_{np} – запас продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-100 см, мм;

N – кількість стебел на 1 м^2 , шт.

2. Записати результати у таблицю 3.1.

3. Зробити висновок щодо впливу запасів продуктивної вологи та густоти стояння стебел навесні на врожай озимої пшениці.

Завдання 2. Визначити рівень прогнозованого урожаю за коефіцієнтом використання фотосинтетично активної сонячної радіації.

За даними таблиці 3.2 розрахуйте прогнозований врожай зерна і зробіть висновок про його величину залежно від величини ФАР та його засвоєння посівами пшениці.

Таблиця 3.2. Розрахунок прогнозованого врожаю зерна за коефіцієнтом використання ФАР

№ поля	Величина ФАР (Q), кДж/м ²	Коефіцієнт використання ФАР (K_0)	Потенційний врожай абсолютно сухої біомаси ($Y_{\text{біол}}$), ц/га	Прогнозована врожайність (Y), ц/га
1	26445	0,6		
2	30245	0,55		
3	35700	0,5		
4	39750	0,45		
5	42850	0,4		
6	45770	0,35		

Теоретичні відомості:

Фотосинтетична активність визначає біологічну продуктивність та показує потенційні можливості культури щодо формування врожаю, тому високої продуктивності культурних рослин можна досягти оптимізацією всього комплексу умов, що необхідні для нормального протікання процесу фотосинтезу.

Фотосинтетично активна радіація або скорочено ФАР – це сонячна радіація у діапазоні довжини хвиль 380-720нм, що надходить на Землю і засвоюється рослинами в процесі фотосинтезу.

Коефіцієнт використання ФАР – це частка енергії ФАР, що використовується рослинами на формування врожаю. Він становить близько 47–49% загальної інтегральної радіації і є критерієм фотосинтетичної продуктивності рослин.

Одним із шляхів підвищення продуктивності культурних рослин є посилення їх фотосинтетичної діяльності. Цього можна досягти такими шляхами:

- збільшення розмірів листкової пластинки та подовженням строків активної діяльності листків шляхом своєчасного задоволення потреб рослин у мінеральному живленні та воді;
- регулювання густоти стояння рослин на площі (норми висіву насіння та інші агротехнологічні прийоми);
- створення сортів з високою інтенсивністю асиміляції CO₂ та процесів, що пов'язані з ефективним використанням створених під час фотосинтезу органічних речовин на формування господарсько цінних ознак (білку в зерні пшениці, цукру в коренеплодах цукрового буряка тощо).

Як правило, чим більша величина ФАР, тим менший коефіцієнт її використання. Врожаї сільськогосподарських культур збільшуються пропорційно ФАР лише при достатньому зволоженні, а такі умови в природі трапляються дуже рідко.

Величину прогнозованого врожаю за надходженням і коефіцієнтом використання ФАР розраховують в умовах зрошеного землеробства для того, щоб потім встановити норму поливу, виходячи з розрахованої величини врожаю.

Методика виконання завдання:

1. Розрахувати потенційний урожай біологічної маси ($Y_{\text{біол}}$, ц/га) за величиною фотосинтетично активної сонячної радіації, або ФАР (Q , кДж/м²), і коефіцієнтом його використання (K_Q) згідно формули:

$$Y_{\text{біол}} = \frac{Q \cdot K_Q}{10 \cdot g} \quad (3.2)$$

де g – енергетична цінність культури (для зернових культур становить 18,45 кДж/г), 10 – коефіцієнт перерахунку.

2. Здійснити перерахунок потенційного врожаю абсолютно сухої біомаси на врожай зерна (Y , ц/га) або іншої рослинної продукції при стандартній вологості (14%) за формулою:

$$Y = \frac{100Y_{\text{біол}}}{(100 - 14)a} \quad (3.3)$$

де a — сума частин у співвідношенні основної і побічної продукції в загальному урожаї біомаси (із співвідношення для озимої пшениці 1:1,5 впливає, що $a = 2,5$).

3. У висновку розкрити зв'язок між величиною ФАР, коефіцієнтом використання ФАР та рівнем прогнозованого врожаю зерна пшениці.

Контрольні запитання:

1. Що таке агроєкосистема? Чим відрізняється агроєкосистема від природної екосистеми?
2. З яких компонентів складається агроєкосистема? Наведіть приклади.
3. За якими показниками розрізняють агроєкосистеми? Назвіть типи агроєкосистем.
4. Що таке агроценоз? Які типи взаємовідносин між живими організмами виділяють в агроценозі?
5. Що таке прогноз та прогнозування врожаю? Назвіть методи прогнозування.
6. Які дані використовуються для агрометеорологічного прогнозування продуктивності сільськогосподарських культур?
7. Що таке запаси продуктивної вологи? Як рівень вологозабезпеченості рослин впливає на врожайність польових культур?
8. Що таке фотосинтетично активна радіація? Як величина енергії ФАР впливає на формування урожаю сільськогосподарських культур?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроєкологія / Городній М.М., Шидула М.К., Гудков І.М. та ін. – К.: Вища школа, 1993. – С. 217-227.
2. Лагутенко О.Т. Агроєкологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 14-17.
3. Сільськогосподарська екологія. / За ред. В.К.М'якушка. – К.: Урожай, 1992. – С. 31-38.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: Агроєкосистема та агроценоз

Мета: вивчити основні показники видової структури агроценозу та навчитися їх визначати; навчитися визначати та давати оцінку біологічної продуктивності культурних рослин в різних агроценозах.

Завдання 1. Визначити густоту стояння рослин в агроценозі.

Використовуючи дані таблиці 4.1 розрахувати головні показники агроценозів, що утворилися на полях з посівами різних сільськогосподарських культур.

Таблиця 4.1. Вихідні дані для розрахунку густоти стояння рослин в агроценозі

№ поля	Культура	Міжряддя, см	Кількість рослин, шт./м	Кількість бур'янів, шт./м ²					
				Берізка польова	Лобода біла	Щириця загнута	Мишій сизий	Осот рожевий	Інші види
1.	Пшениця	15	7,2	3,2	1,2	0,2	9,8	3,0	6,7
2.	Соя	30	18,8	4,0	0,5	1,6	10,2	4,1	6,9
3.	Картопля	50	2,6	3,4	0,9	3,4	12,6	2,1	7,8
4.	Кукурудза	70	4,2	3,8	1,6	2,9	15,6	3,1	9,5

Теоретичні відомості:

Агроєкосистема — це складна динамічна система, яка складається із сукупності однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, гідрологічних умов, ґрунту, штучно створеного людиною агрофітоценозу, тварин та мікроорганізмів), які взаємодіють між собою.

Агроценоз виділяється в межах штучно створеного фітоценозу і складається з агрофітоценозу (угруповання рослин), зооценозу (угруповання тварин) та мікробіоценозу (угруповання мікроорганізмів).

Основними показниками видової структури агроценозу є: видовий та кількісний склад рослин, якими представлений агрофітоценоз.

Густота стояння рослин в агроценозі регулюється людиною і визначається нормою та способом посіву основної культури, агротехнологічними прийомами обробітку ґрунту. При рядковій сівбі ґрунт у міжряддях залишається вільним від коренів культурних рослин, і вільну площу використовують бур'яни. При вузькорядному способі висіву (зернові культури) ґрунт у міжряддях не обробляється, тому тут може зростати значна кількість бур'янів. При широкорядному способі висіву (картопля, кукурудза, цукровий буряк) технологією вирощування передбачається кілька культиваций (міжрядних обробітків культиваторами) за період вегетації, під час яких знищуються бур'яни у міжряддях.

Методика виконання завдання:

1. Розрахувати абсолютну густоту рослин основної культури на 1 га через площу живлення. Спочатку необхідно знайти площу живлення рослин (m^2), що розміщуються на 1 м рядка, для чого помножимо ширину міжряддя (м) на 1 м погонний рядка посіву. Наприклад, для пшениці площа живлення рослин на 1 м рядка становить $0,15 m^2$. Густоту рослин на 1 га знайти з пропорції:

$$\frac{\text{розрахована площа живлення (}m^2\text{)} - \text{відповідна кількість рослин (шт.)}}{1000 (m^2)} = X \text{ (шт.)}$$

2. Для розрахунку абсолютної густоти стояння бур'янів (шт./га) помножити їх кількість (шт./ m^2) на $1000 m^2$ (1 га).

3. Розрахувати загальну кількість усіх рослин (основна культура + бур'яни) на 1га додаванням абсолютної густоти окремих видів.

4. Розрахувати відносні показники питомої ваги різних видів у посівах (%) через пропорцію:

$$\frac{\text{загальна кількість усіх рослин (шт./га)} - 100 \%}{\text{густина певного виду (шт./га)} - X \%}$$

5. Результати записати у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2. Видова різноманітність та густина агроценозу

№ поля	Культура	Основна культура	Бур'яни						Разом
			Берізка польова	Лобода біла	Щириця загнута	Мишій сизий	Осот рожевий	Інші види	
Абсолютна густина стояння, шт./га									
1.	Пшениця								
2.	Соя								
3.	Картопля								
4.	Кукурудза								
Відносна густина, %									
1.	Пшениця								100
2.	Соя								100
3.	Картопля								100
4.	Кукурудза								100

6. Зробити висновок щодо мінімальних та максимальних показників загальної абсолютної густоти рослин та відносної густоти бур'янів в різних агроценозах залежно від способу посіву та технології вирощування основної культури.

Завдання 2. Розрахувати біомасу рослин в агроценозі.

Використовуючи дані таблиць 4,2 і 4.3 розрахувати біомасу основної культури та бур'янів на 1 га агроценозу.

Проаналізувати дані про загальну біомасу, яку утворюють рослини, та її структуру в різних агроценозах.

Таблиця 4.3. Вихідні дані для розрахунку біомаси рослин в агроценозі

Польові культури	Середня суха маса рослини, г	Бур'яни	Середня суха маса рослини, г
Пшениця	20	Берізка польова	13
Соя	18	Лобода біла	15
Картопля	630	Щириця загнута	21
Кукурудза	850	Мишій сизий	8
		Осот рожевий	14
		Інші види	15

Теоретичні відомості:

Специфічною особливістю агроєкосистеми є те, що вони створюються для отримання рослинницької продукції. Для отримання максимально можливого урожаю в рослинництві розробляються **технології вирощування** для кожної сільськогосподарської культури для певних ґрунтово-кліматичних умов.

Кожна технологія вирощування включає такі агротехнологічні заходи:

- розміщення культур після найкращих попередників;
- обробіток ґрунту;
- застосування добрив;
- підготовка насіння та сівба;
- догляд за посівами;
- збір урожаю.

З метою вивчення продуктивності різних груп рослин при прогнозуванні сільськогосподарської діяльності людини визначають біомасу рослин в агроценозі. **Біомаса (фітомаса)** – це показник біологічної продуктивності рослин, який відображає накопичення сухої речовини у рослинних організмах, окремих рослинах або їхніх груп у будь-якому природному або штучно створеному угрупованні. Обліки біологічної продуктивності рослин – накопичення, структури і балансу фітомаси – дозволяють оцінити ступінь ефективності агротехнологічних заходів.

Методика виконання завдання:

1. Для розрахунку біомаси рослин (кг/га сухої речовини) абсолютну густоту відповідних польових культур і бур'янів (див. табл. 4.2) помножити на середню суху масу однієї рослини, наведеної з урахуванням листостеблової, генеративної і кореневої маси (див. табл. 4.3), та поділити на 1000 для перерахунку в кг.

2. Розрахувати частку біомаси рослин (%) через пропорцію, прийнявши сумарну біомасу усіх рослин агроценозу за 100%.

3. Отримані дані оформити у вигляді таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. Структура біомаси агроценозу

№ поля	Культура	Основна культура	Берізка польова	Лобода біла	Щириця загнута	Мишій сизий	Осот рожевий	Інші види	Разом бур'янів	Разом
Біомаса, кг/га сухої речовини										
1.	Пшениця									
2.	Соя									
3.	Картопля									
4.	Кукурудза									
Біомаса, %										
1.	Пшениця									100
2.	Соя									100
3.	Картопля									100
4.	Кукурудза									100

4. Зробити висновок щодо накопичення максимальної і мінімальної абсолютно сухої біомаси різних груп рослин (культурних рослин і бур'янів) та її частки в різних агроценозах залежно від біологічних особливостей та технології вирощування основної культури.

Контрольні запитання:

1. Назвіть показники видової структури агроценозу. Які види рослин називають едифікаторами?
2. В чому полягають відмінності видової структури агроценозів порівняно з первинними біоценозами?
3. Що таке просторова структура агроценозу? Назвіть надземні та підземні яруси агроценозу?
4. Якими способами людина впливає на просторову та видову структуру агроценозу?
5. Наведіть приклади трофічних ланцюгів, присутніх в агроценозі?
6. На які екологічні групи поділяють польові культури за відношенням до умов зволоження?
7. Як поділяють культурні рослини за вимогливістю до освітлення?
8. Назвіть групи польових культур за відношенням до родючості ґрунту.
9. Які умови стабільного функціонування агроecosystem?
10. Які заходи включає технологія вирощування сільськогосподарських культур?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Лагутенко О.Т. Агроecologia. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 17-30.
2. Основи сільського господарства / За ред. В.С.Марковського. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2010. – С. 12-15.
3. Сільськогосподарська ecologia. / За ред. В.К.М'якушка. – К.: Урожай, 1992. – С. 39-76.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Тема: Оцінка оптимальності агроландшафтів

Мета: ознайомитися з основними структурними елементами та показниками оптимальності агроландшафтів; навчитися їх обраховувати, аналізувати і давати оцінку організації території.

Завдання. Визначити показники оптимальності агроландшафтів у різних природних зонах України.

Використовуючи дані таблиці 5.1 розрахувати:

- інтенсивність використання земель у сільському господарстві;
- розораність угідь;
- співвідношення між ріллею і стабільними типами угідь (ліси, луки, пасовища та багаторічні насадження);
- лісистість території.

Таблиця 5.1. Вихідні дані для розрахунків

Вид угідь	Природні зони України			
	Полісся	Карпати	Лісостеп	Степ та Крим
	Площі угідь, га			
Рілля	5739,5	617,4	12668,7	15948,7
Багаторічні насадження	167,5	63,2	337,8	652,4
Пасовища	1205,8	260,3	1021,9	2581,8
Луки	1212,9	163,6	767,1	138,1
Ліси	4973,3	1260,7	3092,0	1636,0
Землі під водою	256,4	41,4	641,6	1461,5
Інші землі	1490,8	261,4	1759,8	2601,4
Усього земель	15046,2	2668,0	20288,9	25019,9

Проаналізувати отримані результати. Зробити висновок про інтенсивність використання земель в сільськогосподарському виробництві, про ступінь розораності земель та оцінити організацію території агроландшафтів в різних регіонах України.

Теоретичні відомості:

Земельні ресурси є насамперед матеріальною основою виробництва рослинницької продукції, а також складовою частиною певних територіально-природних комплексів, які характеризуються своєрідними фізико-географічними процесами, генетичним походженням і структурою природного середовища. На Україні створились такі великі фізико-географічні зони, як Полісся, Лісостеп і Степ, а також Карпати. Земельний фонд в різних зонах використовується по-різному. Землі, передані сільськогосподарським підприємствам, використовуються у вигляді угідь.

До останнього часу сільське господарство України розвивалось екстенсивно, головним чином за рахунок розширення посівних площ. Внаслідок високої розораності сільськогосподарських угідь порушилося екологічно допустиме співвідношення ріллі, природних кормових угідь,

лісових і водних ресурсів, посилилася деградація ґрунтів, істотно знизилася їхня родючість, збільшилися площі кислих, засолених і солонцюватих ґрунтів, значних масштабів набула ерозія орних земель.

Нині розораність сільськогосподарських угідь в Україні становить до 85%, а в деяких областях, переважно лісостепової зони, цей показник перевищує 95%, а в Білоцерківському районі Київської області сягає 99%. Для порівняння нагадаємо, що розораність у деяких промислово розвинених країнах Центральної Європи – 48 і в США – 25%.

Внаслідок зростання окультуреності і техногенної порушеності земель спостерігається незбалансованість між природними фітоценозами і агроценозами. Для створення оптимальних агроландшафтів необхідна раціональна організація території з нормованим визначенням площ, відведених під рілля та інші типи земельних угідь. У зв'язку з цим виникає необхідність відновлення і відтворення природних фітоценозів для того, щоб збільшити фотосинтезуючу поверхню, а разом — притік органічної речовини, що є головною умовою для оздоровлення біосфери та підвищення родючості ґрунту.

До складу рослиннокритих площ входять чимало культурних насаджень (сади та ягідники), які є відкритими і малостійкими та екологічно дуже вразливими. Сталими і стійкими природними угрупованнями можна вважати лише ліси, пасовища, сіножаті і луки. Крім того, ліси та луки відіграють значну екологічну роль. Так, луки виконують гідрологічну та біоценотичну роль, тобто є конденсаторами вологи та місцем зростання місцевої флори. Ліси виконують протиерозійну (зменшують поверхневий стік на схилах) та очисну роль (переводять більшу частину поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий з наступним поглинанням забруднюючих речовин), а також впливають на температурний режим території.

В.В.Докучаєв запропонував ідеальний варіант співвідношення угідь, коли на 1 га ріллі припадає 1,6 га природних кормових і 3,5 га лісових угідь. При недотриманні цих вимог відбувається дигресія ландшафтів, яка проявляється у різних природних зонах по-різному, але наслідками її є спрощення або цілковите знищення біотичної структури.

Найважливішим показником забезпечення стабільної екологічної рівноваги агроландшафту, є лісистість території, тобто ступінь її залісненості. Визначається вона у відсотках за відношенням площі вкритих лісовою рослинністю земель до загальної площі (держави, регіону, області, району, держлісгоспу). Збільшення лісистості й наближення цього показника до оптимального рівня – це стратегічний пріоритет діяльності лісового господарства.

Оптимальна лісистість – це ступінь залісненості території, при якому найефективніше використовуються земельні ресурси, формується екологічно стабільне середовище і найповніше проявляється весь комплекс корисних властивостей лісу. Залежно від господарської освоєності території, рельєфу, природної зони, густоти гідрологічної мережі, типу ґрунтів тощо, параметри оптимальної лісистості різні. Оптимальна лісистість в середньому повинна

становити у Карпатах – 45%, на Поліссі – 32%, у Криму – 19%, Лісостепу – 18% та Степу – 9%.

Методика виконання завдання:

1. Спочатку необхідно вирахувати загальну площу угідь: від загальної площі регіону віднімаємо площі земель, зайняті водами (землі під водою) та земель несільськогосподарського призначення (інші землі). Інтенсивність використання земель у сільському господарстві визначити за відношенням загальної площі угідь до площі регіону, виражене у відсотках, за пропорцією:

$$\begin{aligned} \text{площа регіону, га} & \quad \text{— } 100\%, \\ \text{загальна площа угідь, га} & \quad \text{— } X\%. \end{aligned}$$

2. Розораність угідь знайти як відношення площі ріллі до загальної площі угідь, виражене у відсотках, за пропорцією:

$$\begin{aligned} \text{загальна площа угідь, га} & \quad \text{— } 100\%, \\ \text{площа ріллі, га} & \quad \text{— } X\%. \end{aligned}$$

3. Спочатку необхідно знайти площу стабільних типів угідь, додавши площі лісів, лук та пасовищ. Для розрахунку співвідношення між ріллею і стабільними типами угідь знайти співвідношення із пропорції:

$$\begin{aligned} \text{площа ріллі, га} & \quad \text{— } X, \\ \text{площа стабільних типів угідь, га} & \quad \text{— } 1; \end{aligned}$$

4. Спочатку знаходимо площу суходолу як різницю між загальною площею регіону та землями під водою. Лісистість території знаходимо як відношення площі лісів до площі суходолу, виражене у відсотках, за пропорцією:

$$\begin{aligned} \text{площа суходолу, га} & \quad \text{— } 100\%, \\ \text{площа лісів, га} & \quad \text{— } X\%. \end{aligned}$$

5. Результати оформити у вигляді таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Результати оцінки забезпеченості регіонів України земельними ресурсами

Показники оптимальності агроландшафтів	Природні зони України			
	Полісся	Карпати	Лісостеп	Степ та Крим
Інтенсивність сільськогосподарського використання, %				
Розораність угідь, %				
Співвідношення між ріллею і стабільними типами угідь				
Лісистість території, %				

6. У висновку порівняти розораність сільськогосподарських угідь в різних природних зонах України. Оцінити співвідношення між ріллею і стабільними типами угідь, якщо вчені визначили оптимальне співвідношення ріллі до стабільних типів угідь (близьких до природних) як 1:1. Порівняти лісистість території з оптимальними показниками для різних природних зон.

Дати рекомендації щодо раціональної організації території за умов, що склалися.

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення природного ландшафту? З яких компонентів складається ландшафт?
2. Назвіть антропогенні зміни ландшафтів. Як класифікують антропогенно змінені ландшафти?
3. Дайте визначення поняття “агроландшафт”. Чим відрізняється агроландшафт від природного ландшафту?
4. На які підтипи поділяють агроландшафти?
5. Назвіть основні положення створення екологічно стійкого агроландшафту?
6. За якими показниками оцінюється оптимальність агроландшафту?
7. Що таке угіддя? Назвіть стабільні типи угідь.
8. Яку екологічну роль в агроландшафті виконують луки та ліси?
9. Яке співвідношення між рослинновкритою площею та ріллею забезпечує раціональну організацію території?
10. Що таке оптимальна лісистість? Назвіть критерії оптимальної лісистості для різних природних зон України.

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: теорія та практикум. / Під заг.ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 56-62.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 31-36.
3. Сільськогосподарська екологія. / За ред. В.К.М’якушка. – К.: Урожай, 1992. – С. 14-31.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Тема: Оцінка загрози занесених видів рослин

Мета: ознайомитися із класифікацією адвентивних видів рослин, навчитися оцінювати ступінь екологічної загрози занесених видів рослин за їх екологічними властивостями.

Завдання. Визначити ступінь екологічної загрози занесених видів в агроландшафтах України.

Теоретичні відомості:

Занесені види (небезпечні шкідники, хвороби рослин та бур'яни) потрапляють в Україну з багатьох країн Європи, Близького сходу та Африки, де вони розповсюджені, але відсутні на території України та мають карантинне значення для неї.

Вторгнення занесених (адвентивних) видів спричинює витіснення сегетальних видів місцевої флори і є однією з найважливіших проблем біологічного забруднення навколишнього середовища. На Україні процес адвентизації флори прогресує, зростають темпи занесення, поширення й ступінь натуралізації видів.

Загальний перелік адвентивних вищих рослин в Україні уміщує біля 800 видів з 365 родів та 87 родин. Більшість цих видів є сегетальними або рудеральними і становлять екологічну загрозу агроландшафтам України.

Аллохтонні або адвентивні види (антропофіти) поширюються в антропогенних екосистемах і характеризуються за трьома ознаками — часом занесення, способом занесення та ступенем натуралізації з використанням традиційних класифікацій адвентивного елемента флори (В.В.Протопопова, 1991).

За часом занесення виділені: *археофіти* — занесені в Україну до XV ст.; *кенофіти* — потрапили до України з XV до XX ст.; *евкенофіти* — занесені у XX ст. після Першої світової війни.

За ступенем натуралізації серед антропофітів відмічені такі категорії: *агріофіти* — натуралізувалися в напівприродних та природних екосистемах і здатні витримувати в них конкуренцію з місцевими видами; *епекофіти* — стійко поширені в антропогенних екосистемах; *колонофіти* — здатні утворювати колонії або первинні популяції, починають поширюватися за рахунок діаспор, сформованих в нових умовах; *ефемерофіти* — поява їх пов'язана з новими занесеннями діаспор в різні пункти.

За способом занесення виділені такі категорії: *аколютофіти* — занесені людиною неумисно, поширюються завдяки тому, що природні екосистеми є антропогенно порушеними, а умови антропогенних екосистем найсприятливіші для їх зростання; *ергазіофіти* — занесені людиною умисно, в певних цілях і зберігаються лише в культурі; *ергазіофігофіти* — ті з ергазіофітів, що періодично виходять з культури і заселяють природні біоценози; *ергазіолінофіти* — залишились з колишніх культур, "релікти

культури"; *ксенофіти* — занесені людиною неумисно, випадково, широкого поширення не отримали.

Переважає більшість адвентивних видів в агроландшафтах України представлені рівноважними з невизначеною перспективою видами, які несуть потенційну екологічну загрозу. Найзагрозливіші – це експансійні сукцесійні з визначеною перспективою. Для них характерні стрес-толерантність, високий ступінь натуралізації, швидкі темпи розповсюдження. Для запобігання біологічного забруднення необхідно також здійснювати контроль та регулювання видів, сукцесійний статус яких ще не визначений, – сукцесійних та рівноважних – так як на етапі сукцесійної невизначеності вид є найуразливішим, тому його найлегше вилучити з екосистеми.

Основними шляхами розв'язання проблеми занесених (неаборигенних) видів рослин є:

- запобігання ввезенню та розселенню потенційно небезпечних організмів і карантин рослин;
- безпосереднє регулювання видового багатства та чисельності шкідників, збудників хвороб і бур'янів (захист рослин);
- контроль усіх етапів інтродукційної діяльності, тобто завезення та акліматизації нових неаборигенних лісових порід, сільськогосподарських культур, генетично модифікованих організмів.

Запобігання інвазіям неаборигенних організмів є відповідальністю усіх землевласників та землекористувачів (незалежно від форми власності). За наказом Міністерства сільського господарства і продовольства України від 15 березня 1994 року № 80 (із змінами і доповненнями, внесеними наказом Міністерства аграрної політики України від 27 грудня 2002 року № 412) «Про затвердження Положення про Головну державну інспекцію з карантину рослин України» керівництво та організація захисту рослин здійснюються державною службою захисту рослин Мінагрополітики України і державною службою карантину рослин при Мінагрополітики.

Карантин рослин – це система заходів, спрямованих на запобігання занесенню та поширенню регульованих шкідливих організмів (шкідників, хвороб рослин та бур'янів) або забезпечення контролю за ними (локалізації). Карантин рослин є складовою частиною в загальній системі захисту рослин.

Методика виконання завдання:

1. Обрати кілька рослин у списку адвентивних видів (див. дод. №2), знайти їх картки у посібнику “Екофлора України” (Федорчук М.М., Дідух Я.П., 2002. - Т. 1, 2, 3) та описати за наступним планом:

- 1) латинська та українська назва виду;
- 2) географічне поширення в межах України;
- 3) активність у ценозах;
- 4) місце в сукцесійних ланках;
- 5) відношення до урбанізації;
- 6) синантропізація;
- 7) інвазія – час занесення – спосіб занесення – ступінь натуралізації;
- 8) поширення виду в антропогенних екосистемах.

2. Користуючись шкалою (табл. 6.1) дати оцінку екологічної загрози поширення обраних адвентивних видів рослин.

Таблиця 6.1. *Шкала оцінки екологічної загрози занесеного виду в агроландшафті*

Ознака			Ступінь екологічної загрози	Оцінка, бал
Поширення	Активність	Сукцесійний статус		
Поширений в одному або декількох синантропних (сегетальних, рудеральних або селітебних) типах агроландшафту, локально, але в історичному минулому був повсюдно поширений як бур'ян	Неактивний	Нерівноважний	Згасаючий	0
Поширений у будь-якому одному типу агроландшафту, зрідка	Дуже низька	Нерівноважний	Потенційний	1
Поширений в синантропних та напівприродних екотопах, спорадично	Низька	Рівноважний з невизначеною перспективою	Рівноважний	2
Поширений у напівприродних та синантропних екотопах, звичайно	Середня	Сукцесійний	Індиферентний	3
Поширений в синантропних, інколи напівприродних екотопах, часто	Висока	Сукцесійний з невизначеною перспективою	Сукцесійний	4
Поширений в синантропних та напівприродних екотопах, повсюдно	Дуже висока	Сукцесійний з визначеною перспективою	Експансійний	5

3. У висновку розподілити описані рослини за групами відповідно до балової оцінки екологічної загрози. Запропонувати заходи щодо обмеження поширення рослин з високим ступенем загрози.

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення поняття «агробіорізноманіття». Розкрийте питання походження організмів культурного агроландшафту, що формують агробіорізноманіття.
2. За якими критеріями визначають, що агробіорізноманіття деградує? Наведіть приклади.
3. Як класифікують фактори, що негативно впливають на агробіорізноманіття?
4. Які екологічні наслідки зменшення кількості видів, які використовуються в сільському господарстві?
5. Значення видового агробіорізноманіття для суспільства?
6. Які напрямки збереження агробіорізноманіття Ви знаєте?
7. Що таке адвентивні види рослин? За якими ознаками класифікують занесені види рослин?
8. Які заходи дозволяють вирішувати проблему занесених видів рослин? Що таке карантин рослин?
9. Як застосування пестицидів в сільському господарстві впливає на агробіорізноманіття?
10. За рахунок яких процесів відбувається адвентизація флори та фауни?
11. Які можливі загрози для агробіорізноманіття та здоров'я людини несе використання ГМО?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Бурда Р.І. Оцінка екологічної загрози заносних рослин в агроландшафтах України. / Сб.науч.тр. «Промышленная ботаника». – 2001. – Вып. 1. – С. 16-21.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 37-47.
3. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні. Навч. пос. / Відп. ред. В.П.Патика, В.А.Соломаха. – К.: Хімджест, 2003. – С. 5-24.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Тема: Визначення рівня деградації ґрунтів

Мета: ознайомитися з основними показниками деградації ґрунтів, навчитися узагальнювати і давати сукупну оцінку деградаційним процесам.

Завдання. Визначити рівень деградації ґрунтів в різних областях України.

Теоретичні відомості:

Значна розораність угідь в Україні, а також розширення (більш як у 2 рази) площ під просапними культурами призвели до розвитку і посилення ерозійних процесів. Річні втрати ґрунту становлять близько 600 млн. т. При цьому з 1 га втрачається 500—700 кг поживних речовин, що в 2—3 рази більше, ніж вноситься з добривами. На думку спеціалістів, це найвищий ступінь прояву ерозійних процесів у світі.

Лише за останні 25 років площа змитих земель збільшилася на 2 млн. га, у тому числі в Кіровоградській, Донецькій, Черкаській, Чернігівській, Чернівецькій і Волинській областях вона зросла на 30-55%, у Житомирській — на 94%, а у Закарпатській — вдвічі.

Інтенсивна система землеробства передбачає застосування високих доз мінеральних добрив, пестицидів та інших продуктів хімічної промисловості. Для нормального живлення рослин азотом, фосфором і калієм їх співвідношення в ґрунті має бути 1:1:1 або 1:2:2,5. Якщо співвідношення макроелементів порушується внаслідок безсистемного внесення мінеральних добрив, відбувається: накопичення в тканинах рослин відновних сполук азоту; фосфатизація і накопичення в ґрунтах супутніх елементів (стабільний стронцій, фтор, сполуки урану, радію, торію); надлишки хлору із хлорвмісних калійних добрив підкислюють кислі ґрунти, а в нейтральних та лужних спричинюють солонцюватість.

Пестициди захищають сільськогосподарські і лісові культури, зберігають високий врожай, однак накопичуються в агроландшафтах, споричиняють небажані зміни в біоценозах, призводять до глибоких і незворотних порушень нормальних циклів біологічного кругообігу. Багато пестицидів є стійкими сполуками і можуть тривалий час зберігатися в ґрунті, зумовлюючи так звану залишкову токсикацію ґрунту.

Проблемою глобального масштабу є забруднення ґрунтів України радіоактивними елементами. Внаслідок аварій на атомних реакторах, виробництва ядерного палива і випробувань ядерної зброї, роботи мінерально-сировинного комплексу, спалювання органічного палива, створення та використання мінеральних добрив тощо, відбулося збагачення біосфери природними та штучними радіонуклідами.

Усі вище зазначені фактори призводять до деградації ґрунтового покриву, тобто знижують родючість ґрунту та продуктивність орних земель.

Методика виконання завдання:

1. Користуючись даними, які представлені на картах «Еродованість сільськогосподарських угідь», «Забруднення ґрунту мінеральними добривами»,

«Забруднення ґрунтів пестицидами», «Радіоактивне забруднення території» (Атлас природних умов та ресурсів України, або додатки №3-6), визначити ступінь деградації ґрунтів (у балах) в різних областях України за класифікаційною матрицею ступеня розвитку деградаційних процесів (табл. 7.1)

Таблиця 7.1. Діагностичні критерії оцінки деградації ґрунтів

Показники деградації	Ступінь деградації		
	слабкий (1-2 бали)	середній (3 бали)	сильний (4-5 балів)
Частка еродованих сільськогосподарських угідь, %	До 20	20 – 40	Понад 40
Середнє багаторічне забруднення ґрунтів мінеральними добривами, кг/га	До 0,9	0,9 – 1,0	Понад 1,0
Середня багаторічна залишкова теоретична кількість пестицидів у ґрунті, кг/га	До 1,3	1,3 – 1,6	Понад 1,6
Щільність забруднення території цезієм-137 (Кі/км ²)	До 1,0	1,0 – 5,0	Понад 5,0

2. Записати отримані дані у таблицю 7.2.

Таблиця 7.2. Балова оцінка рівня деградації ґрунтів в областях України

Області	Ступінь еродованості угідь	Ступінь забруднення мінеральними добривами	Ступінь забруднення ґрунтів пестицидами	Ступінь радіоактивного забруднення ґрунтів	Сумарна оцінка деградації ґрунтів
Київська					
Сумська					
Запорізька					
Миколаївська					
Хмельницька					

3. Розрахувати сумарну оцінку деградації ґрунтів як суму балів за всіма показниками: за еродованістю, забрудненням мінеральними добривами, пестицидами та радіоактивними речовинами.

4. У висновку дати загальну оцінку розвитку деградаційних процесів в окремих областях України. Вкажіть також, які з факторів деградації, мають найбільший негативний вплив на екологічний стан ґрунтового покриву в різних областях України.

Контрольні запитання:

1. Назвіть основні складові ґрунтоутворювального процесу. Які існують чинники ґрунтоутворення?
2. Що таке ґрунт як природне тіло? Дайте визначення.
3. Що розуміють під фазовою будовою ґрунту? Назвіть фази ґрунту.
4. Що розуміють під генетичною будовою ґрунту? Назвіть основні генетичні горизонти ґрунту.

5. Що таке структура та гранулометричний склад ґрунту?
6. Що розуміють під родючістю ґрунту? Назвіть види родючості.
7. Назвіть та охарактеризуйте причини скорочення частки земель сільськогосподарського використання.
8. В чому полягає глобальна екологічна роль ґрунту як компонента біосфери?
9. Які основні функції виконує ґрунт в агроекосистемах?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроєкологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – С. 248-255.
2. Лагутенко О.Т. Агроєкологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 48-64.
3. Охорона ґрунтів / М.К.Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капштик. – 2-ге вид. випр. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2004. – С. 86-88, 103-165.
4. Панас Р.М. Ґрунтознавство: Навч.посібник. – Львів: «Новий Світ - 2000», 2009. – С. 18-69.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Тема: Водна ерозія ґрунтів

Мета: засвоїти знання про підтипи водної ерозії – лінійну і площинну – та їх наслідки (утворення ярів та поверхневий змив ґрунту); оволодіти методикою розрахунку інтенсивності поверхневого стоку.

Завдання 1. Вивчити будову яру.

Теоретичні відомості:

Водна ерозія ґрунтів – сукупність процесів руйнування ґрунту під впливом потоків води. Залежно від характеру впливу на ґрунт потоків води розрізняють два підтипи водної ерозії: змив ґрунту — площинна ерозія, та розмив ґрунту — лінійна (яружна) ерозія.

Стадії лінійної ерозії ґрунту: розмиви, водорії, вимоїни і яр.

Розмиви – початкова стадія лінійної ерозії – розвивається, коли на шляху водного потоку виникають перепади висоти і утворюються мікрководоспади, які спричиняють розмив ґрунту.

Водорії — це розмиви в ґрунті завглибшки 0,2-0,5 м, які можуть бути засипані при проведенні оранки. Вони формуються по борознах при оранці ґрунту вздовж схилу; у місцях прориву водою гребенів при оранці впоперек схилу, а також на слабо задернованих сіножатях і пасовищах.

До **вимоїн** належать розмиви завглибшки 0,6-3 м, завширшки 0,5-8 м. Вони непрохідні для звичайної сільськогосподарської техніки, оскільки по глибині захоплюють не тільки ґрунтову товщу, але й ґрунтоутворюючу породу. Для засипання вимоїн необхідно привозити ґрунт чи породу з інших ділянок.

Яр є негативною формою рельєфу. За довжиною більшість ярів (понад 80%) належить до коротких (до 0,5 км). Значно менше ярів середньої довжини (0,5-2 км), а довгі яри (2-6 км) трапляються рідко. Глибина найбільших ярів досягає 30-100 м і більше, а ширина — 50-70 м. Для яру характерна наявність вершини, відвершків, дна, русла, гирла, конуса виносу, схилів та брівки.

Вершиною яру називають найвищу його частину, через яку надходить найбільша частина поверхневого стоку. Звичайно це обриви різної глибини. На глинистих ґрунтах вони досягають глибини 3-6 м, а на лесових породах — 30 м і більше. Вершина інтенсивно розростається уздовж, углиб і вшир. Розростання вершини уздовж відбувається в бік, протилежний рухові води, що стікає. У багатьох ярів є по декілька вершин. Основною називають ту з них, яка має найбільші розміри, оскільки до неї потрапляє найбільша кількість води. Через бічні вершини води надходить менше. Вони називаються другорядними, або **відвершками**.

Дном яру є нижня його частина обмежена схилами, де осідають продукти виносу. У старих ярах на дні розміщується **русло** — місце, по якому тече вода. У молодих ярах водний потік тече по всьому дну, тому дно і русло тут співпадають.

Гирло яру — найстаріше за віком — це місце сполучення яру з долиною річки чи балкою і є кінцевою його частиною, яка залягає нижче за всі інші

частини. В гирлі яру схили найбільш пологі, часто вкриті трав'янистою рослинністю, а дно має найбільшу ширину. Тому швидкість руху водного потоку в ньому знижується, внаслідок чого тут відкладається дрібнозем у вигляді конуса. Ці відкладення називаються **конусом виносу**.

Схил яру — це його бічні стінки, які внизу обмежені дном, а зверху — брівкою. У молодих ярів у період їх інтенсивного росту крутість схилу значна (20-30°), а в старих, що припиняють свій ріст, бічні стінки мають схил, характерний для прилеглих територій.

Брівка яру — це контурна лінія яру. Вона утворюється внаслідок перетину незруйнованої поверхні землі прилеглих територій з бічними стінками яру.

Методика виконання завдання:

Намалюйте схему яру (рис. 8.1), позначте і підпишіть частини яру.

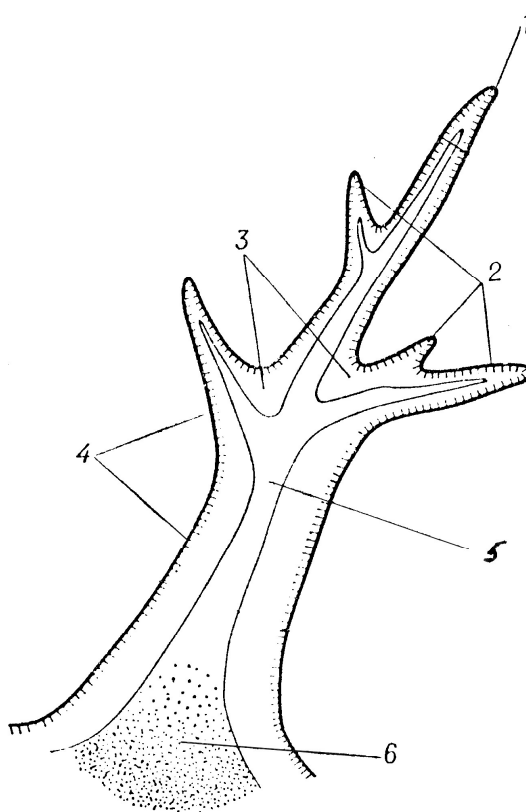


Рис. 8.1. Схема яру

Завдання 2. Оцінити інтенсивність водної ерозії орних земель залежно від типу ґрунту і типу дощу.

Користуючись даними таблиці 8.1 визначити інтенсивність поверхневого стоку (у т/га води), якщо фільтрувальна здатність ґрунту дорівнює X т/га за 1 хвилину, а дощ потужністю Y мм випав протягом N хвилин.

Зробити висновок про інтенсивність поверхневого стоку під час зливових опадів та можливий ступінь змиву ґрунту.

Таблиця 8.1. Вихідні дані для розрахунків

Варіант завдання	Тип ґрунту	Фільтрувальна здатність ґрунту (X), т/га за 1хв.	Кількість опадів (Y), мм	Тривалість дощу (N), хв.
1	Дерново-підзолистий	21,1	4,9	2
2	Сірий опідзолений	23,4	8,5	3
3	Темно-сірий опідзолений	25,0	10,5	4
4	Чорнозем звичайний	27,4	14,4	5
5	Чорнозем типовий	28,0	17,5	6

Теоретичні відомості:

Водопроникність – це здатність ґрунтів фільтрувати воду (атмосфері опади) у глибші горизонти. Водопроникність залежить від механічного і агрегатного складу ґрунтів та вмісту гумусу. Водопроникність тим вища, чим легший механічний склад ґрунту. Водопроникність глинистих та суглинкових ґрунтів залежить від ступеня їх оструктуреності. Зниження протиерозійної стійкості ґрунтів на південь і північ від лісостепової зони зумовлюється зменшенням вмісту в ґрунтах гумусу. Добру водопроникність мають ґрунти, що містять багато водоміцних агрегатів, що не розпадаються під час дощу.

Висока структурність ґрунтів підвищує водопроникність і зменшує дію водної ерозії. Низька водопроникність зумовлює нагромадження на схилах маси стоку й збільшення руйнівної сили водних потоків.

За ступенем стійкості до водної ерозії основні генетичні типи ґрунтів України можна розмістити у такій послідовності: чорноземи потужні (найбільш стійкі) → чорноземи типові → чорноземи вилугувані → чорноземи опідзолені → чорноземи звичайні → чорноземи карбонатні → чорноземи південні → каштанові ґрунти (темно-каштанові → каштанові → світло-каштанові) → сірі лісові ґрунти (темно-сірі → сірі → світло-сірі) → солончаки, солонці, солоді (слабко стійкі).

Ерозійна дія зливових опадів залежить від їх кількості, інтенсивності і тривалості дощу. Чим інтенсивніші і триваліші зливи, тим вищий ступінь ерозії, яку вони завдають. Оцінку ерозійної небезпеки дощу здійснюють за його силою. Показник сили зливи обчислюють за формулою:

$$\Delta = I\sqrt{t}, \quad (8.1)$$

де Δ – сила дощу, од.; I – інтенсивність дощу, мм/хв.; t – тривалість дощу, хв. Згідно з класифікацією В.В.Сластикіна: слабкий змив ґрунту спостерігається при силі дощу 1,1-3,0; помірний змив – при 3,1-5,0; сильний змив – при 5,1-7,0; дуже сильний змив – при 7,1-9,0; сильна злива з силою дощу 9,1-12,0 спричинює повінь на малих річках та активізує зсуви.

Методика виконання завдання:

1. Розрахувати інтенсивність дощу (т/га). Для цього помножити кількість опадів на 10 (10 – це коефіцієнт перерахунку кількості опадів з мм/см² у т/га).

2. Визначити питому інтенсивність дощу (т/га за 1хв.), поділивши інтенсивність дощу (т/га) на його тривалість.

3. Для визначення інтенсивності стоку (т/га/хв.) відняти від питомої інтенсивності дощу фільтрувальну здатність ґрунту. Якщо в результаті отримуємо позитивне число – поверхневого стоку води немає. Від’ємне число вказує на надлишок води, яку ґрунт не поглинає, тому вона формує поверхневий стік.

4. Розрахувати інтенсивність дощу (мм/хв.), поділивши кількість опадів на його тривалість. Визначити силу дощу за формулою 8.1.

5. Результати оформити у вигляді таблиці 8.2.

Таблиця 8.2. Розрахунок інтенсивності поверхневого стоку

Варіант завдання	Інтенсивність дощу		Питома інтенсивність дощу, т/га/хв.	Інтенсивність стоку, т/га	Сила дощу, од.
	т/га	мм/хв.			
1					
2					
3					
4					
5					

6. У висновку порівняти інтенсивність стоку на орних землях під час зливових опадів залежно від фільтрувальної здатності ґрунту та сили дощу.

Контрольні запитання:

1. Що таке деградація ґрунтового покриву? Назвіть критерії класифікації деградаційних процесів. Назвіть чинники деградації ґрунтового покриву.

2. Які особливості компонентного складу забрудників ґрунтів в агросфері? Назвіть причини та наслідки антропогенного забруднення ґрунтів.

3. Що таке засолення та осолонцювання? Назвіть причини та наслідки цих процесів.

4. Охарактеризуйте зміну структури та щільності ґрунтів як показник фізичної деградації ґрунтів.

5. В чому сутність дегуміфікації і кислотної деградації ґрунтів? Назвіть причини дегуміфікації та декальцинації ґрунтів.

6. Що таке техногенна ерозія? Назвіть наслідки техногенного порушення ґрунтового покриву.

7. Що таке водна ерозія ґрунту? Назвіть типи та підтипи водної ерозії. Розкрийте причини виникнення водної ерозії.

8. Як клімат впливає на розвиток водної ерозії?

9. Як орографічні умови місцевості впливають на розвиток водної ерозії?

10. Охарактеризуйте вплив властивостей ґрунту та рослинного покриву на розвиток водної ерозії.

11. Що таке яр? З яких частин складається яр? Назвіть причини утворення яру.

12. Дайте ерозійну характеристику зливових дощів.

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія / Городній М.М., Шикула М.К., Гудков І.М. та ін. – К.: Вища школа, 1993. – С. 259-265, 268-291.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 64-70.
3. Охорона ґрунтів / М.К.Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капшик. – 2-ге вид. випр. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2004. – С. 14-54, 79-86.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

Тема: Вітрова ерозія ґрунтів

Мета: засвоїти знання про фактори розвитку вітрової ерозії та навчитися визначати загрози розвитку вітрової ерозії.

Завдання 1. Визначити ерозійно небезпечні схилі території.

Використовуючи дані про напрям і повторюваність вітру (табл. 9.1), побудувати рози вітрів для січня, квітня, липня, жовтня.

Таблиця 9.1. Повторюваність вітрів різного напрямку та середня їх швидкість

Місяці	Напрямок вітру								Кількість днів зі штилем	Середня швидкість вітру, м/сек
	Пн	Пн.С	С	Пд.С	Пд	Пд.З	З	Пн.З		
	Повторюваність вітру, %									
Київська область										
січень	11	10	11	12	9	11	20	16	8	2,9
квітень	13	11	13	14	9	11	14	15	4	3,0
липень	18	12	8	7	5	8	18	24	14	2,3
жовтень	10	8	12	16	10	11	17	16	13	2,5
Сумська область										
січень	6	12	16	14	15	14	12	11	10	4,9
квітень	7	12	17	15	14	11	11	13	12	4,4
липень	13	14	11	8	8	9	25	22	18	3,2
жовтень	6	11	12	13	14	16	14	14	13	4,0
Рівненська область										
січень	5	8	12	14	15	11	22	13	4	3,9
квітень	7	9	13	18	14	8	17	14	5	3,8
липень	9	9	8	10	7	9	24	24	7	2,9
жовтень	5	7	12	19	14	12	19	12	6	3,4
Запорізька область										
січень	13	17	14	12	13	13	10	8	7	4,2
квітень	14	17	17	13	12	11	6	10	9	4,2
липень	22	19	8	5	9	10	10	17	12	3,2
жовтень	13	17	15	12	12	11	10	10	10	3,4
Херсонська область										
січень	16	23	17	12	7	7	8	10	12	4,8
квітень	14	16	17	12	12	13	8	8	10	4,4
липень	22	14	9	5	7	18	10	15	14	3,4
жовтень	14	21	19	12	8	8	8	10	16	3,7

Оцінити ерозійну небезпеку вітрів певного напрямку, які можуть спричинити розвиток вітрової ерозії в різні пори року на схиліх територіях.

Теоретичні відомості:

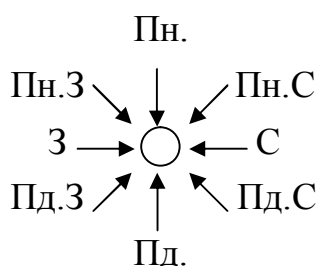
Вітрова ерозія ґрунтів (або дефляція) – це сукупність процесів руйнування ґрунту і перенесення ґрунтових мас під впливом вітру. Найбільше під впливом вітрової ерозії руйнується орний шар на вітроударних схилах, тобто схилах, у яких експозиція співпадає з напрямком переважаючих вітрів.

Напрямок вітру визначають тією точкою горизонту, звідкіля він дме. З 16 румбів виділяють вісім основних напрямів вітру: північний (Пн), північно-східний (Пн.С), східний (С), південно-східний (Пд.С), південний (Пд), південно-західний (Пд.З), західний (З), північно-західний (Пн.З).

Особливої шкоди вітрова ерозія завдає навесні, коли ґрунт ще не вкритий рослинністю, та восени після збору врожаю польових культур. Тому на схилових землях, де є небезпека вітрової ерозії, запроваджують зайняті пари, створюють системи полезахисних лісових смуг, а також виводять схили зі складу ріллі і переводять в інші типи угідь.

Методика виконання завдання:

1. Роза вітрів несе інформацію щодо повторюваності вітрів усіх напрямків на певній території за даними спостережень метеопунктів у вигляді схеми:



Довжина стрілки від кола та цифра біля стрілки мають відповідати повторюваності вітру кожного з напрямків, виражена у відсотках від загальної кількості спостережень за виключенням днів із штилем. Масштаб стрілок: 1 мм довжини стрілки – 1%. У центрі кола ставляться цифри, які вказують на число днів зі штилем.

2. Проаналізувати погодні умови для кожної пори року. З'ясувати для кожної області: схили яких експозицій будуть найбільш ерозійно небезпечними? Пояснити, чому найбільшу небезпеку несуть вітри в осінньо-весняний період.

3. Дати рекомендації щодо раціонального використання земельних угідь на вітроударних схилах.

Завдання 2. Оцінити загрозу розвитку вітрової ерозії в різних областях України за механічним складом переважаючих типів ґрунтів та середньою швидкістю вітру.

Теоретичні відомості:

Значну роль у розвитку дефляційних процесів відіграє швидкість вітру біля поверхні ґрунту, яка обумовлює руйнування, переміщення і підняття в повітря часточок ґрунту. Дефляційно небезпечними є вітри, що дмуть із швидкістю, яка перевищує критичні значення.

Порогова (критична) швидкість вітру – це швидкість вітру на висоті 10-15 см, яка необхідна для відриву та переміщення часточок ґрунту. Вона залежить від багатьох факторів: типу ґрунту, вологості, стану поверхні поля тощо.

Дефляція різних за механічним складом ґрунтів починається при таких порогових швидкостях вітру: піщаний ґрунт – менше ніж 3 м/сек; супіщаний – 3-4; легкосуглинковий – 4-5; середньосуглинковий – 5-6; важкосуглинковий – 6-7; глинистий – 7-9.

Процеси дефляції на території України охоплюють всі ґрунтово-кліматичні зони, але найчастіше проявляються в Степу. Максимум пилових бур характерний для цієї зони навесні, що обумовлено раннім сніготаненням, інтенсивним підвищенням температури, відсутністю суцільного рослинного покриву на сільськогосподарських угіддях.

Видування ґрунту взимку відбувається в роки з низькою температурою та недостатнім зволоженням ґрунту з осені, а також при відсутності снігового покриву.

Методика виконання завдання:

1. Використовуючи ґрунтові карти областей (атласи областей та Атлас природних умов та ресурсів України), виписати в зошит повні класифікаційні назви ґрунтів області. Визначити, які за гранулометричним складом ґрунти, поширені в даних областях.

2. Беручи до уваги дані про середню швидкість (див. табл. 9.1) та порогові швидкості вітру, зробити висновок про масштаби та ймовірність розвитку вітрової ерозії.

Контрольні запитання:

1. Що таке вітрова ерозія ґрунту? Назвіть підтипи вітрової ерозії та охарактеризуйте механізм дії вітрового потоку на поверхню ґрунту.

2. Як впливають кліматичні умови на інтенсивність вітрової ерозії?

3. Як впливають рельєф місцевості та шорсткуватість поверхні ґрунту на розвиток вітрової ерозії?

4. Які фізичні властивості зумовлюють протидефляційну стійкість ґрунтів? Які ґрунтові часточки називають дефляційно небезпечними і чому?

5. Охарактеризуйте вплив рослинного покриву на розвиток вітрової ерозії.

6. Охарактеризуйте господарську діяльність людини як фактор розвитку вітрової ерозії.

7. Що таке роза вітрів? Назвіть вісім основних напрямів вітру?

8. Що таке порогова швидкість вітру? Ґрунти якого механічного складу є найбільш стійкими до дефляції?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія / Городній М.М., Шичула М.К., Гудков І.М. та ін. – К.: Вища школа, 1993. – С. 256-259, 265-268, 291-305.

2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 70-73.

3. Охорона ґрунтів / М.К.Шичула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капштик. 2-ге вид. випр. – К.: Знання, 2004. – С. 55-78.

4. Шапоренко О.И. Охрана природы в агропромышленном комплексе. – Донецк: Изд-во «Норд-Пресс», 2004. – С. 56-59.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

Тема: Антропогенне забруднення повітря

Мета: вивчити критерії екологічної небезпеки забруднення повітря шкідливими речовинами; навчитися використовувати нормативні показники якості повітря для визначення ступеня його забрудненості.

Завдання. Оцінити рівень забрудненості повітря.

Визначити стан забруднення повітря декількома шкідливими речовинами, що діють одночасно, якщо фактичні концентрації в повітрі складають:

1 варіант: аміак – 0,036 мг/м³, окис азоту – 0,03 мг/м³, двоокис сірки – 0,025 мг/м³;

2 варіант: двоокис азоту – 0,012 мг/м³, окис вуглецю – 2,55 мг/м³, пил – 0,075 мг/м³, формальдегід – 0,001 мг/м³;

3 варіант: двоокис сірки – 0,025 мг/м³, пил – 0,075 мг/м³, фтористий водень – 0,004 мг/м³;

4 варіант: формальдегід – 0,001 мг/м³, фенол – 0,002 мг/м³, фтористий водень – 0,004 мг/м³;

5 варіант: двоокис азоту – 0,012 мг/м³, окис вуглецю – 2,55 мг/м³, пил – 0,075 мг/м³, фенол – 0,002 мг/м³.

Викладач може запропонувати й інші варіанти завдань.

Теоретичні відомості:

Нормування якості навколишнього природного середовища здійснюється з метою встановлення гранично допустимих норм впливу на навколишнє середовище, що гарантує екологічну безпеку населення та збереження генетичного фонду, забезпечує раціональне використання і відтворення природних ресурсів за умов сталого розвитку господарської діяльності. В Україні розроблені та діють нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК), перевищення котрих за певних умов негативно впливає на здоров'я людини.

В табл. 10.1 наведено ГДК деяких найбільш поширених шкідливих речовин.

Таблиця 10.1. ГДК (мг/м³) деяких шкідливих речовин в повітрі населених пунктів

Речовина	ГДК	Речовина	ГДК
Окис вуглецю	3,0	Ціаністий водень	0,01
Хлористий водень	0,20	Сірководень	0,005
Тверді речовини (пил)	0,15	Фтористий водень	0,005
Окис азоту	0,06	Фенол	0,003
Двоокис сірки	0,05	Формальдегід	0,003
Двоокис азоту	0,04	Окис кадмію	0,001
Аміак	0,04	Свинець	0,0003

У випадку присутності в атмосферному повітрі декількох речовин, які мають здатність до сумарної дії, сума їх концентрацій не повинна перевищувати одиниці при розрахунку за формулою:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \frac{C_3}{ГДК_3} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (10.1)$$

де C_1, C_2, \dots, C_n — фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі;
 $ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ — гранично допустимі концентрації цих речовин.

Ефект сумачії мають:

- формальдегід, фенол;
- двоокис азоту та формальдегід;
- окис вуглецю, двоокис азоту, формальдегід;
- окис вуглецю, пил;
- окис вуглецю, двоокис азоту та фенол;
- двоокис сірки та фтористий водень;
- двоокис сірки, аміак та окиси азоту.

Методика виконання завдання:

1. Оцінити рівень забрудненості повітря, порівнявши фактичні концентрації шкідливих речовин із ГДК (див. табл. 10.1).
2. Обрати з переліку та згрупувати речовини, що мають сумачійний ефект.
3. Для визначення сумарної дії декількох речовин необхідно підставити у формулу (10.1) їхні фактичні концентрації в повітрі та значення ГДК цих речовин.
4. Згідно розрахунків зробити висновок щодо рівня екологічної небезпеки наявної концентрації забруднюючих речовин у повітрі.

Контрольні запитання:

1. Яке значення атмосферного повітря для природи?
2. Що таке забруднення повітря? Назвіть основні його компоненти.
3. Охарактеризуйте підприємства та галузі агропромислового комплексу (АПК), які є основними споживачами водних ресурсів.
4. Назвіть джерела забруднення повітря в АПК.
5. Які наслідки та шляхи зменшення забруднення повітря в АПК?
6. Які основні джерела та види забруднення водойм в АПК?
7. Якими шляхами досягається зменшення забруднення водного середовища? Назвіть способи очищення стічних вод.
8. Які Ви знаєте пристрої для біологічного очищення стічних вод?
9. В чому суть очищення стічних вод за допомогою відстійників, полів фільтрації та зрошення.

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: теорія та практикум. / Під заг.ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 79-98.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 74-79.
3. Основи екології та охорона навколишнього середовища. / В.С.Джигирей, В.М.Сторожук, Р.А.Яцюк. – Львів: Афіша, 2000. – С. 93-108.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

Тема: Мінеральні добрива як екологічний фактор

Мета: вивчити еколого-агрономічні аспекти використання мінеральних добрив у землеробстві; оволодіти методикою розрахунку доз мінеральних добрив, оптимальних для отримання високих врожаїв та екологічно безпечних.

Завдання. Розрахувати максимальну дозу азотних та фосфорних мінеральних добрив, яка викликає початок евтрофікації водойми (табл. 11.1). Кількість поживних елементів подано у перерахунку на N і P₂O₅.

Таблиця 11.1. Вихідні дані для розрахунків

№ п/п	Показники	Одиниця виміру	Поживний елемент	
			Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)
1	Водозбірна площа ставка за фізичною картою	га	244	262
2	Площа водного дзеркала ставка	га	72	54
3	Середня глибина ставка	м	2,2	2,0
4	Наявний вміст поживних елементів у воді ставка	мг/л	0,08	0,006
5	Вимивання поживних елементів добрив із земель водозбірної площі	%	20,2	5,1
6	Граничний вміст поживних елементів у воді ставка, що викликає початок	мг/л	0,3	0,02

Зробити висновки щодо факторів, які визначають дози внесення азотних та фосфорних добрив.

Теоретичні відомості:

Добриво – речовина, призначена для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту. **Діюча речовина добрива** – основний елемент живлення, що міститься в добриві. **Баластна речовина добрива** – складова речовина добрива, що міститься в добриві як невід’ємна домішка сировини, з якої вироблено добриво. Добрива слід вносити відповідно до системи удобрення культур, враховуючи строки, способи і дози внесення. Застосування незбалансованих доз мінеральних добрив (без урахування фізико-хімічних властивостей ґрунту, погодних умов, біологічних особливостей культур) призводить до нагромадження нітратів у сільськогосподарських рослинах, до збільшення вмісту нітратів і сульфатів кальцію в ґрунтових водах, відкритих водоймах.

Евтрофікація – підвищення біологічної продуктивності водойми внаслідок її забруднення сполуками азоту та фосфору за рахунок промислових стоків та змитих із сільськогосподарських угідь мінеральних добрив.

На ґрунтах середнього і важкого механічного складу забруднення нітратами спостерігається рідше, ніж на легких ґрунтах. Найбільша кількість нітратів вимивається навесні, особливо в холодну і дощову погоду. Із

збільшенням дози азоту від 60 до 180 кг/га кількість вимитого азоту підвищується від 5 до 15 кг/га, а при неправильному застосуванні добрив (поверхнєве внесення або внесення у спекотну погоду) втрати азоту збільшуються.

Евтрофікація може призводити до прискореного розвитку одноклітинних водоростей ("цвітіння води"), дефіциту кисню та, як наслідок, загибелі вищої рослинності, риб та інших тварин.

Концентрація біогенних елементів та їхній режим залежать від інтенсивності біологічних та біохімічних процесів у водоймі та від кількості біогенів, що потрапляють у водойму із стічними водами та поверхневим стоком із водозбірної площі. Концентрації азоту та фосфору характеризують трофічність водойми і можуть бути вихідним показником потенційної евтрофікації. Вважається, що евтрофікація водойм починається при вмісті у воді азоту в концентрації 0,2-0,3 мг/л, фосфору – 0,01-0,02 мг/л.

Для послаблення евтрофікації водойми можна використовувати нескладний спосіб затримання забрудненої води, зробивши упоперек схилу канаву з невеликим нахилом, в якій залишають земляні перемички — загати. У створеному каскаді невеликих водойм-відстійників, вода витікає тільки з поверхні, а часточки мулу, що містять поживні речовини, затримуються. Осад з дна кожної водойми після підсушування застосовують як добриво на інших полях, а воду, що містить розчинені добрива, використовують для поливу. Так створюється **система застосування добрив із зворотним водопостачанням**.

Для зменшення вимивання азоту використовують інгібітори нітрифікації, повільнодіючі азотні добрива і засоби для поліпшення ґрунтів, що містять вуглець. Цими заходами стимулюють перетворення нітратів ґрунтовими мікроорганізмами на органічні сполуки.

При чергуванні сільськогосподарських культур, слід враховувати розміри і глибину їх кореневих систем. Включаючи в сівозміну культури, які мають глибокопроникну кореневу систему (багаторічні бобові і злакові трави), краще використовують поживні речовини і насамперед нітратний азот із глибоких шарів ґрунту (до 2 м), можна істотно підвищити ефективність і коефіцієнт використання азоту добрив, звести до мінімуму вимивання нітратів і уникнути забруднення ними природних водойм.

Методика виконання завдання:

1. Розрахувати ємність ставка (м^3) множенням середньої глибини (м) на загальну площу водного дзеркала (м^2). Коефіцієнт перерахунку га в м^2 – 10000.

2. Розрахувати кількість поживного елемента, яку слід додати до його наявного вмісту у воді, щоб почалася евтрофікація водойми (мг/л). Для цього від граничного вмісту, що викликає початок евтрофікації, віднімаємо наявний вміст цього елемента у воді ставка. Результат перевести у $\text{кг}/\text{м}^3$. Коефіцієнт перерахунку мг/л у $\text{кг}/\text{м}^3$ – 0,001.

3. Щоб розрахувати загальну кількість поживного елемента у всьому об'ємі ставка (кг), яка призведе до початку евтрофікації, необхідно величину, розраховану у п.2, помножити на ємність ставка (м^3).

4. Щоб знайти кількість поживного елементу (кг/га), що має бути вимита з кожного гектара водозбірної площі для початку евтрофікації, величину, розраховану в п.3, необхідно поділити на водозбірну площу ставка (га).

5. Максимально допустиму дозу діючої речовини мінеральних добрив розрахувати, виходячи з відомої частки поживного елементу, що вимивається, за пропорцією:

$$\text{величина, розрахована у п.4 (кг/га)} - 20,2\% \text{ (для N) або } 5,1\% \text{ (для P}_2\text{O}_5\text{);}$$

$$X \text{ (кг/га д.р.)} - 100\%.$$

6. Результати розрахунків оформити у вигляді таблиці 11.2.

Таблиця 11.2. Результати розрахунку дози добрив, що викликає евтрофікацію водойми

№ п/п	Показники	Одиниця виміру	Поживний елемент	
			Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)
1	Ємність ставка	м ³		
2	Кількість поживного елементу, що необхідна для початку евтрофікації	кг/м ³		
3	Загальна кількість поживного елементу, що має бути вимита, для початку евтрофікації	кг		
4	Кількість поживного елементу, що має бути вимита з кожного гектара	кг/га		
5	Максимально допустима доза мінеральних добрив (діюча речовина)	кг/га		

7. У висновку вказати фактори, які найбільше впливають на значення доз азотних та фосфорних добрив.

Контрольні запитання:

1. Що таке добриво? За якими показниками класифікують добрива?
2. Як способи внесення добрив впливають на ефективність їх використання та продуктивність сільськогосподарських культур?
3. Що таке норма та доза добрива?
4. Що таке технологія внесення добрив?
5. Яких перетворень зазнають мінеральні добрива при внесенні у ґрунт?
6. Назвіть причини забруднення навколишнього середовища мінеральними добривами.
7. На які групи поділяються азотні добрива за токсичністю?
8. Назвіть причини негативного впливу мінеральних добрив на навколишнє природне середовище.
9. Що таке евтрофікація водойм і чому вона відбувається?
10. Які заходи слід вживати для запобігання вимивання добрив з ґрунту?
11. В чому полягає суть системи застосування добрив із зворотним водопостачанням?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шичула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – С. 80-131.
2. Агроекологія: теорія та практиcum. / Під заг.ред. В.М.Писаренка. – Полтава:

- ІнтерГрафіка, 2003. – С. 142-151.
3. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 80-91.
 4. Основи сільського господарства / За заг. ред. В.С.Марковського. – К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2010. – С. 33-44.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

Тема: Органічні добрива та баланс гумусу в ґрунті

Мета: вивчити еколого-агрономічні аспекти застосування органічних добрив; оволодіти методикою балансових розрахунків норм і доз внесення органічних добрив для створення бездефіцитного балансу гумусу в польовій сівозміні.

Завдання. Розрахувати дози гною для створення бездефіцитного балансу гумусу в польовій сівозміні з метою підтримання високого рівня ґрунтової родючості.

Згідно даних таблиць 12.1 та 12.2 розрахувати баланс гумусу на полях сівозмін та встановити норми внесення гною за компенсаційними дозами.

Таблиця 12.1. Склад сівозміни та запланований урожай культур

№ поля	Паро-зерно-просапна сівозміна		Зерно-трав'яна сівозміна	
	Культура	Урожай, т/га	Культура	Урожай, т/га
1	Чорний пар	-	Люцерна 1 року	25,0
2	Озима пшениця	4,4	Люцерна 2 року	30,0
3	Цукровий буряк	3,5	Люцерна 3 року	25,0
4	Соя	2,3	Озима пшениця	4,8
5	Озимий ячмінь	3,7	Кукурудза на зерно	4,6
6	Кукурудза на зерно	4,5	Ярий ячмінь	3,3
7	Кукурудза на силос	40,0	Горох	2,1
8	Озима пшениця	3,0	Озима пшениця	3,8
9	Соняшник	2,3	Кукурудза на силос	42,0

Таблиця 12.2. Вихідні дані для розрахунків

№ п/п	Культура	Показники			
		Коефіцієнт перерахунку врожаю на масу корених та пожнивних решток	Коефіцієнт гуміфікації корених та пожнивних решток	Мінералізація гумусу, т/га	Втрати гумусу від ерозії ґрунту, т/га
1	Зернові колосові	1,30	0,20	0,70	0,30
2	Цукровий буряк	0,65	0,20	1,20	0,50
3	Зернобобові	1,20	0,22	0,68	0,30
4	Кукурудза на зерно	1,30	0,16	1,25	0,45
5	Кукурудза на силос	0,16	0,18	1,20	0,30
6	Соняшник	1,32	0,16	1,25	0,50
7	Люцерна	0,23	0,22	0,70	0,20
8	Чорний пар	-	-	2,00	0,65

Зробити висновок щодо насичення різних типів сівозмін культурами, які здатні підтримувати баланс гумусу в ґрунті.

Теоретичні відомості:

Гумус – система високомолекулярних органічних сполук, утворювана внаслідок розкладання органічних речовин у ґрунті під дією мікроорганізмів. Вміст гумусу є інтегрованим показником рівня родючості ґрунту, від якого залежать запаси основних поживних речовин, агрофізичні властивості ґрунту, зокрема його щільність, вологостійкість, агрегованість, протиерозійна стійкість тощо. За 100 років (1882–1982) вміст гумусу в ґрунтах України знизився на 0,97%, при цьому майже половину його (0,44%) втрачено за 1960–1970 роки, що збігається з початком інтенсифікації землеробства. В слабоеродованих ґрунтах у метровому шарі рівень гумусу знижується порівняно з повнопрофільними на 10–20%, середньоеродованих — 20–30, а в сильноеродованих на 30–80%. Відповідно знижується продуктивність майже всіх культур.

Баланс гумусу в ґрунті – еквівалентність щорічних втрат гумусу внаслідок мінералізації та кількості гумусу, яка щорічно утворюється в ґрунті з органічних решток та внесених органічних добрив. Баланс гумусу може бути бездефіцитним (компенсованим), якщо кількість новоутвореного гумусу за відповідний період (наприклад, за рік) відповідає кількості мінералізованого за цей же період. Він може бути також дефіцитним, якщо кількість новоутвореного гумусу менша від мінералізованого, або позитивним, якщо надходження у ґрунт новоствореного гумусу перевищує його витрати в результаті мінералізації. Протягом останніх десяти років в усіх зонах України спостерігався різкий дефіцитний баланс гумусу.

Баланс гумусу в агроecosистемах регулюється таким чином:

- На землях першої еколого-технологічної групи (крутість схилів до 3°) в інтенсивних польових сівоzmінах із високим насиченням просапними культурами дефіцит гумусу повинен поповнюватися за рахунок органічних добрив, у тому числі гною, нетоварної частини врожаю — соломи, сидератів, проміжних культур або збільшення питомої ваги в сівоzmінах багаторічних трав.

- На землях другої еколого-технологічної групи (3°-7°) у ґрунтозахисних кормових і зерно-трав'яних сівоzmінах, насичених на 40–50% і більше багаторічними травами та культурами суцільного висіву, бездефіцитний і позитивний баланс гумусу в основному досягається за рахунок біологічних особливостей цих культур та використання як органічних добрив нетоварної частини врожаю, що також підвищує протиерозійну стійкість ґрунтів.

- На фоні бездефіцитного або позитивного балансу гумусу, що забезпечується за рахунок внесення органічних добрив, збільшення питомої ваги багаторічних трав, використання нетоварної частини врожаю, потрібно додатково у вигляді мінеральних добрив вносити поживні речовини, яких не вистачає для створення оптимального рівня живлення рослин.

Органічні добрива при правильному їх використанні є потужним резервом підвищенням родючості ґрунту, а отже, й урожайності сільськогосподарських культур. Основними органічними добривами є гній, пташиний послід, торф та сапропель.

Гній вносять під оранку кілька разів за ротацію сівозміни (раз на 3-4 роки). В перший рік внесення краще засвоюють поживні речовини з гною за рахунок мінералізації рослини з тривалим періодом вегетації: картопля, коренеплоди, кукурудза, озимі зернові та ін. Тому в польовій сівозміні гній вносять під просапні та озимі культури, а під інші культури переважно вносять мінеральні добрива.

Для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в середньому щорічно необхідно вносити на 1 га сівозміни на Поліссі 14-16 т, в Лісостепу – 10-12 т, у Степу – 6-8 т гною. Відтворення гумусу ґрунту (просте або розширене) забезпечує всебічне поліпшення його властивостей і зумовлює високу продуктивність та стабільність землеробства.

Методика виконання завдання:

1. Розрахувати накопичення поживних і кореневих решток (т/га) кожної з культур сівозміни множенням запланованого врожаю (див. табл. 12.1) на коефіцієнт перерахунку (див. табл. 12.2).

2. Розрахувати накопичення гумусу з поживних та кореневих решток (т/га) множенням розрахованої кількості решток (п. 1) на коефіцієнт гуміфікації (див. табл. 12.2) для кожної з культур сівозміни.

3. Визначити сумарні втрати гумусу (т/га), додавши до величини його мінералізації втрати гумусу від ґрунтової ерозії (див. табл. 12.2).

4. Розрахувати баланс гумусу. Для цього від сумарного накопичення гумусу з поживних та кореневих залишків (п. 2) віднімаємо сумарні втрати гумусу від мінералізації та ерозії (п. 3). Отримане в результаті розрахунків позитивне число вказує на позитивний баланс, а від'ємне число – на дефіцит балансу гумусу.

5. Визначити компенсаційні дози гною для полів сівозміни із дефіцитом балансу гумусу за пропорцією:

$$\begin{aligned} 1 \text{ т/га гною} & - 0,05 \text{ т/га гумусу,} \\ X & - \text{дефіцит балансу гумусу, т/га.} \end{aligned}$$

6. Розрахувати загальну кількість гною, яку необхідно внести на всю площу польової сівозміни додаванням усіх компенсаційних доз.

7. Визначити, під які культури сівозміни доцільно вносити гній та розділити загальну кількість гною, що має бути внесена за ротацію сівозміни, на певні норми під визначені культури.

8. Результати розрахунків оформити у вигляді таблиці 12.3.

9. У висновку охарактеризувати біологічні властивості вирощуваних культурних рослин та їх здатність до відновлення вмісту гумусу. Проаналізувати спеціалізацію, склад та чергування культур у польових сівозмінах щодо їхнього впливу на темпи мінералізації гумусу.

Таблиця 12.3. Розрахунок доз гною для створення бездефіцитного балансу гумусу в польовій сівозміні

№ п/п	Показник	№ поля								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Культура								
1.	Накопичення корневих та пожнивних решток, т/га									
2.	Накопичення гумусу з пожнивних та корневих решток, т/га									
3.	Сумарні втрати гумусу від мінералізації та ерозії ґрунту, т/га									
4.	Баланс гумусу, т/га									
5.	Компенсаційні дози гною, т/га									
6.	Норми внесення гною, т/га									

Контрольні запитання:

1. Назвіть та охарактеризуйте основні види органічних добрив.
2. Яке екологічне значення використання органічних добрив?
3. В чому полягає термічне знезаражування гною?
4. Що таке компостування органічних добрив і навіщо його застосовують?
5. Назвіть показники негативного впливу органічних добрив на навколишнє середовище.
6. Які вимоги висуваються до гноєсховищ з погляду екологічної безпеки?
7. Що таке гумус і баланс гумусу?
8. Назвіть шляхи регулювання балансу гумусу в ґрунті.
9. Які культури найбільше сприяють утворенню гумусу і чому?
10. Назвіть рекомендовані щорічні норми внесення гною в різних природних зонах України для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу.

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – С. 131-151.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 91-95.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13

Тема: Розрахунок норм добрив для отримання програмованих врожаїв

Мета: вивчити теоретичні основи раціонального використання добрив в землеробстві через наукове обґрунтування норм і доз внесення; оволодіти балансово-розрахунковими методами визначення норми мінеральних та органічних добрив для отримання програмованого урожаю сільськогосподарських культур.

Завдання. Розрахувати норми мінеральних добрив для отримання програмованого врожаю сільськогосподарських культур у польовій сівозміні, користуючись даними таблиць 13.1-13.3.

Таблиця 13.1. Вихідні дані для розрахунку норм добрив

Поле сіво-зміни	Культура	Основна продукція	Програмований урожай, т/га	Вміст елементів живлення у ґрунті, мг/100 г ґрунту		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Озима пшениця	Зерно	3,0	1,2	4,0	6,9
2	Цукрові буряки	Коренеплоди	40,0	3,8	6,7	8,0
3	Кукурудза	Зелена маса	4,5	6,6	9,8	9,3
4	Картопля	Бульбоплоди	25,0	8,5	12,2	10,6
5	Конюшина	Сіно	1,5	11,8	14,5	12,4

Таблиця 13.2. Винос поживних речовин з ґрунту та коефіцієнти використання поживних елементів з ґрунту і мінеральних добрив

Культура	Винос поживних речовин 1 т основної продукції, кг			Коефіцієнти використання поживних елементів з ґрунту, %			Коефіцієнти використання поживних елементів з мінеральних добрив, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	32	11	26	23	8	11	90	25	70
Кукурудза	2,5	1,0	3,5	32	11	22	80	15	65
Картопля	5	2,2	8	23	10	37	85	20	70
Цукрові буряки	5	1,3	5	42	13	28	80	10	70
Конюшина	19	6	15	9	5	8	90	20	65

Таблиця 13.3. Коефіцієнти використання поживних елементів з органічних добрив

Рік дії та післядії	Коефіцієнти, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-й рік (дія)	25	30	50
2-й рік (післядія)	20	15	15
3-й рік (післядія)	10	5	-

Зробити висновок щодо норм внесення мінеральних та органічних добрив залежно від рівня очікуваного урожаю основної продукції культур у сівозміні.

Теоретичні відомості:

Агрономічна наука збагатилася знаннями, які дали розвиток науковій галузі про керування формуванням урожаїв та якості продукції. Нині застосовується програмоване вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням біологічних особливостей сорту і природних умов господарства.

Програмування врожаїв – це створення системи регулювання факторів росту й розвитку рослин з метою отримання запланованого врожаю. Рівень врожайності, який планується досягти на даному конкретному полі, називається **програмований врожай**. Відповідно до нього розробляється комплекс агротехнологічних, меліоративних та інших заходів.

Академік І.С.Шатілов визначив основні принципи, на основі яких можливе досягнення програмованого врожаю сільськогосподарських культур:

- визначення гідротермічного показника продуктивності фітомаси (біомаси);
- визначення рівня продуктивності культур за коефіцієнтом використання фотосинтетично активної сонячної радіації (ФАР) рослиною;
- формування такої густоти стояння рослин, яка б забезпечувала найвищий фотосинтетичний потенціал для отримання прогнозованого врожаю;
- визначення потенційних можливостей культури чи сорту залежно від зони вирощування, області, господарства;
- розробка системи удобрення культур з урахуванням генетико-біологічних особливостей культури і сорту, при якій би максимально використовувалась родючість ґрунту і підвищувався коефіцієнт використання добрив;
- розробка комплексу агротехнологічних заходів з урахуванням потреб культури і сорту;
- забезпечення рослин водою в оптимальних дозах у зрошувальному землеробстві з урахуванням фаз росту і розвитку культури, сорту;
- усунення впливу шкідників і хвороб рослин, що негативно впливають на ріст, розвиток і урожай культур;
- узагальнення наукових даних та визначення найбільш оптимального варіанту комплексу факторів, які забезпечать програмований врожай за короткий період часу;
- правильне застосування основних законів агрономії та екологічних закономірностей.

Для отримання програмованих врожаїв сільськогосподарських культур дуже важливо встановити економічно та науково **обґрунтовані норми добрив**. У сільськогосподарській практиці випробувано близько 40 методів встановлення норм і доз добрив. Проте найбільшого поширення набули так звані **балансово-розрахункові методи**, в основу яких покладено визначення норм добрив на програмований урожай з урахуванням винесення ним поживних речовин, наявності в ґрунті доступних форм азоту, фосфору та калію, коефіцієнтів їх використання з ґрунту і добрив.

Баланс біогенних елементів у ґрунті – це сукупність процесів надходження та вносу поживних елементів з ґрунту. Структура балансу складається з усіх статей витрат і надходження поживних речовин у системі «ґрунт – добриво – рослина». Зіставлення сумарної кількості біогенних елементів, що надходить в систему й відчужується із неї, визначає баланс поживних речовин — бездефіцитний, від’ємний, позитивний. Розрахунки балансу поживних речовин дають змогу виявити потребу в добривах на рівні сівозміни, господарства, ферми, зони, країни, прогнозувати зміни у вмісті поживних речовин в ґрунті, скоригувати динамічну систему застосування добрив, виходячи з конкретних умов (вмісту поживних речовин в ґрунті і запланованої урожайності).

Система застосування добрив передбачає науково-обґрунтований регламент внесення органічних і мінеральних добрив під сільськогосподарські культури відповідно до ґрунтово-кліматичних умов. Вона включає внесення основного удобрення, припосівне удобрення, підживлення протягом вегетаційного періоду і застосування бактеріальних добрив. В системі удобрення передбачають склад і співвідношення органічних і мінеральних добрив, встановлюють дози, строки і способи внесення відповідно до властивостей ґрунтів кожного поля і біологічних особливостей культури, а також враховують властивості добрив.

Гній та інші органічні добрива в польовій сівозміні доцільно вносити під озимі зернові та просапні культури. Перед озимими, що вирощуються після пару, гній вносять у парове поле.

Методика виконання завдання:

1. Оберіть культуру сівозміни, під яку найкраще вносити органічні добрива. Визначте кількість органічних добрив, керуючись рекомендованими нормами органічних добрив під культури: озима пшениця, кукурудза – 30-40 т/га, картопля, цукрові буряки – 50-60 т/га, під багаторічні бобові трави – 10-20 т/га (для зони Полісся). Визначте періодичність внесення органічних добрив, враховуючи тривалість їх післядії.

2. Розрахувати норми азотних, фосфорних та калійних добрив (кг/га д.р.) для удобрення культур, під які вносяться лише мінеральні добрива і відсутня післядія органічних, за формулою:

$$H = \frac{100 \cdot U \cdot B - \Pi \cdot 30 \cdot K_z}{K_o}, \quad (13.1)$$

де H — норма відповідного мінерального добрива, кг/га діючої речовини;
 U — програмований урожай, т/га; B — винос поживних речовин 1 т основної

продукції, кг; P — показник вмісту в ґрунті відповідного поживного елементу, мг/100 г; 30 — постійний коефіцієнт для перерахунку вмісту рухомих форм азоту, фосфору та калію з 1 мг/100 г в 1 кг/га; K_2 і K_0 — відповідно коефіцієнти використання поживних елементів з ґрунту і мінеральних добрив, %.

3. Розрахувати норми мінеральних добрив при сумісному їх застосуванні з органічними для культури, під яку планується внесення органічних добрив, а також для культур, які будуть вирощуватися на даному полі в період їх післядії. Враховуйте, що 1 т органічних добрив містить N – 5 кг, P₂O₅ – 2,5 кг, K₂O – 6 кг. За умови застосування органічних добрив формула матиме такий вигляд:

$$H = \frac{100 \cdot Y \cdot B - P \cdot 30 \cdot K_2 - O_0 \cdot C_0 \cdot K_0}{K_0}, \quad (13.2)$$

де O_0 — кількість внесених органічних добрив (гною, компостів і ін.), т/га; C_0 — вміст азоту, фосфору та калію в 1 т органічного добрива, кг; K_0 — коефіцієнт використання поживних елементів з органічних добрив, %. Якщо в результаті розрахунків отримано від'ємне значення, то це означає, що цього виду мінеральних добрив (азотних, калійних або фосфорних) вносити не потрібно, так як потреба рослин в даному елементі живлення повністю забезпечується за рахунок внесення органічних добрив.

4. Визначити сумарну кількість мінеральних добрив (азотних, фосфорних, калійних), що необхідно внести під усі культури сівозміни.

5. Результати оформити у вигляді таблиці 13.3.

Таблиця 13.3. Результати розрахунків норм мінеральних та органічних добрив

Поле сіво-зміни	Культура	Норма гною, т/га	Норми мінеральних добрив, кг/га д.р.		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Озима пшениця				
2	Цукрові буряки				
3	Кукурудза				
4	Картопля				
5	Конюшина				
Разом					

6. У висновку порівняйте загальну кількість мінеральних та органічних добрив, які необхідно господарству щорічно вносити на поля сівозміни для отримання програмованих урожаїв польових культур.

Контрольні запитання:

1. Що таке біологічний азот? Назвіть шляхи посилення біологічної азотфіксації в землеробстві.
2. Розкрийте шляхи оптимізації фосфорного живлення рослин в землеробстві.
3. Якими показниками визначається екологічна безпечність продукції сільського господарства?
4. Які фактори визначають біологічну цінність продукції сільського господарства?
5. У яких нормативно-правових актах зазначено правові засади та критерії безпеки продовольчої сировини і продуктів харчування?

6. Від яких факторів залежить надходження нітратів у продукцію рослинництва?
7. З чим пов'язана небезпека надходження нітратів в організм людини?
8. Якими заходами можна зменшити кількість нітратів в рослинницькій продукції?
9. Що таке баланс біогенних елементів у ґрунті?
10. Що таке система застосування добрив? Місце органічних добрив у польовій сівозміні.
11. Який метод встановлення норм і доз добрив набув найбільшого поширення у сільськогосподарській практиці? Які показники покладено в основу визначення норм добрив цим методом?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – С. 151-170, 240-247.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 95-101.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

Тема: Пестициди як екологічний фактор

Мета: ознайомитися з основними показниками токсиколого-гігієнічної оцінки пестицидів; навчитися оцінювати й визначати екологічну небезпеку препаратів за групою токсичності, зоною токсичності та шкірно-резорбтивною токсичністю для теплокровних тварин і людини.

Завдання. Визначити екологічну небезпеку пестицидів.

Використовуючи експериментальні дані (табл. 14.1) визначити групу токсичності, зону токсичної дії та шкірно-резорбтивну токсичність нових інсектицидних препаратів.

Таблиця 14.1. Вихідні дані для розрахунків

Номер препарату	Летальна доза (ЛД ₅₀), мг/кг		Порогова концентрація, мг/кг
	При потраплянні у шлунок	При потраплянні через шкіру	
1	28,1	145,8	4,5
2	159,9	650,1	35,2
3	388,6	1300,2	40,4
4	568,0	1175,0	103,6
5	894,3	4235,6	218,0
6	1195,8	1368,0	194,8

За результатами розрахунків оцінити та порівняти ступінь екологічної небезпеки даних препаратів.

Теоретичні відомості:

Пестициди – загальна назва хімічних речовин, що є засобами захисту сільськогосподарських рослин від шкідників, хвороб, бур'янів. Їх поділяють на пестициди першого (сірка, сполуки миш'яку, свинцю, ртуті, нікотин, сульфати, піретрум) і другого покоління (фосфор-, хлор- і ртутьорганічні сполуки, карбонати, ціаніди, купрумвмісні речовини). До пестицидів відносяться: інсектициди (засоби для знищення шкідливих комах), фунгіциди (засоби для боротьби з грибними хворобами), гербіциди (засоби для знищення бур'янів), дефоліанти (засоби для видалення листя), бактерициди (засоби для боротьби з бактеріальними хворобами), арборициди (засоби для знищення небажаної деревної рослинності) тощо.

Пестициди є у воді, повітрі, ґрунті, організмах тварин і людей. У ґрунт пестициди потрапляють з протруєним насінням, під час хімічної обробки рослин, з рослинними рештками, а також з органічними добривами. На сьогодні особливо актуальною є проблема запобігання забрудненню пестицидами продуктів харчування. В продуктах харчування найчастіше зустрічаються алдрін, тіофос, карбофос та давно заборонений ДДТ.

Потрапляючи різними шляхами в організм людини (через легені, шлунково-кишковий тракт, шкіру), пестициди можуть спричинити небажані

наслідки. Небезпека отруєння людей виникає не тільки при безпосередньому контакті із засобами хімічного захисту рослин, але й при виконанні робіт по догляду за посівами, обробленими пестицидами. Під час застосування у сільськогосподарському виробництві пестициди можуть проникати в організм людини через органи дихання і відкриті ділянки шкіри, а їх дія на організм працюючих може посилюватись або послаблюватись фізичними факторами навколишнього середовища. Найчастіше інтоксикація відбувається при перебуванні людей в полі протягом першого тижня після застосування хімічних засобів захисту рослин.

Отруєння пестицидами другого покоління спричинює інтоксикацію організму людини, загальне його отруєння. Так, фосфорорганічні сполуки зумовлюють порушення функцій серцево-судинної системи, розширення кровоносних судин, викликають головні болі тощо. Хлорорганічні сполуки негативно впливають на центральну нервову систему, верхні дихальні шляхи і роботу печінки.

Токсичність — це здатність хімічних речовин викликати отруєння, яке супроводжується порушенням стану організму і його функцій. Отруйними вважають лише ті речовини, які проявляють шкідливу дію у звичайних умовах і потрапляють в організм у відносно малих кількостях. Токсичність речовин встановлюють за результатами лабораторних досліджень (на пацюках, мишах, морських свинках), під час яких встановлюють токсичність різних речовин, а отримані дані використовують в гігієнічному нормуванні шкідливих факторів.

Токсичну дію пестицидів класифікують за ступенями токсичності і за ступенем небезпеки, тобто за ступенем загрози для життя людини (ГОСТ 12.1.007-76).

Порогова концентрація – найменша кількість речовини, що викликає зміни в організмі за відсутності зовнішніх ознак отруєння.

Летальна доза (ЛД₅₀) – найменша кількість пестициду отримана однієї дозою, що викликає загибель близько 50% експериментальних тварин.

Зона токсичної дії – відношення ЛД₅₀ до порогової концентрації, яке показує у скільки разів ЛД₅₀ перевищує порогову концентрацію речовини. Чим менша зона токсичної дії, тим вища небезпека гострого отруєння.

Відомо, що ефект токсичної дії різних речовин залежить від того, в якій кількості і якими шляхами вони потрапляють до організму людини. Для характеристики пестицидів, які володіють шкірно-резорбтивною токсичністю (тобто викликають місцеві запальні та некротичні зміни шкірних покривів у поєднанні з загальною інтоксикацією організму внаслідок всмоктування токсичної речовини у кров), використовують шкірно-оральний коефіцієнт.

Шкірно-оральний коефіцієнт розраховують як відношення дози ЛД₅₀ при введенні речовини на шкіру до дози ЛД₅₀ при введенні речовини у шлунок.

Методика виконання завдання:

1. Визначити групу загальної токсичності препарату за ЛД₅₀ при потраплянні препарату в організм через травний канал та через шкіру за класифікаційною шкалою (табл. 14.2).

Таблиця 14.2. Шкала токсиколого-гігієнічної класифікації пестицидів

Клас	Група загальної токсичності	Зона токсичної дії	ЛД ₅₀ , мг/кг живої ваги тварини	
			при потраплянні через травний канал	при потраплянні через шкіру
I	Сильнодіючий	<6	До 15	До 100
II	Високотоксичний	6,1—18	15-150	101-500
III	Середньотоксичний	18,1—54	151-5000	501-2500
IV	Малотоксичний	>54	Більше 5000	Більше 2500

2. Розрахувати зону токсичної дії препаратів, поділивши ЛД₅₀ при оральному потраплянні на порогову концентрацію. Визначити клас токсичності за зоною токсичної дії (див. табл. 14.2).

3. Розрахувати шкірно-оральний коефіцієнт діленням ЛД₅₀ при введенні речовини на шкіру на ЛД₅₀ при введенні в шлунок. Визначити клас шкірно-резорбтивної токсичності за класифікаційною шкалою (табл. 14.3).

Таблиця 14.3. Шкала шкірно-резорбтивної токсичності препаратів за шкірно-оральним коефіцієнтом

Клас	Шкірно-резорбтивна токсичність	Шкірно-оральний коефіцієнт
I	Різко виражена	менше 1
II	Виражена	від 1 до 3
III	Слабо виражена	більше 3

4. Отримані результати оформити у вигляді таблиці 14.4.

Таблиця 14.4. Результати розрахунку показників токсичності нових інсектицидних препаратів

Номер препарату	Клас небезпеки за групою загальної токсичності		Зона токсичної дії препарату	Клас небезпеки за зоною токсичної дії	Шкірно-оральний коефіцієнт	Клас шкірно-резорбтивної токсичності
	При потраплянні у шлунок	При потраплянні через шкіру				
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Увага! Якщо препарат хоча б за одним із показників належить до I класу, він не допускається до використання.

5. Визначити інтегральний показник токсичності препаратів, який враховує токсиколого-гігієнічні і екотоксикологічні аспекти, за формулою:

$$I_n = K_1 + K_2 + K_3 + K_4, \quad (14.1)$$

де I_n — інтегральний показник токсичності препарату;

K_1, K_2 — класи небезпеки пестицидів за групою загальної токсичності при потраплянні у шлунок та при потраплянні на шкіру;

K_3 — клас небезпеки за зоною токсичної дії;

K_4 — клас шкірно-резорбтивної токсичності для теплокровних тварин і людини.

Відповідно до розрахунків оцінити токсичність пестицидів на основі інтегральної класифікації за шкалою, що передбачає такі ступені небезпеки: особливо небезпечні (до 4); небезпечні (4 – 8); помірно небезпечні (9 – 12); малонебезпечні (13 – 15).

6. У висновку дати порівняльну оцінку пестицидних препаратів щодо перспективи їх подальшого використання.

Контрольні запитання:

1. Що таке захист рослин? Що включає поняття «шкідливі організми»?
2. Що таке пестициди? За якими ознаками класифікують пестициди на групи?
3. Якими хімічними сполуками представлені різні групи пестицидів? Які з них менш токсичні?
4. Які організації здійснюють контроль за застосуванням пестицидів? Назвіть заходи безпеки при роботі з пестицидними препаратами.
5. Розкрийте ефективність та негативні прояви використання пестицидів у сільському господарстві.
6. Назвіть шляхи міграції пестицидів у біосфері. Які властивості пестицидів впливають на тривалість їх циркуляції в біосфері?
7. В чому полягає механізм біоконцентрації пестицидів?
8. В чому проявляється негативний вплив пестицидів на здоров'я людини?
9. Назвіть показники токсиколого-гігієнічної оцінки пестицидів.
10. У чому полягають екологічні вимоги до пестицидних препаратів?
11. Назвіть шляхи зменшення надходження пестицидів у навколишнє середовище. Яка в цьому роль застосування біопрепаратів регуляторів росту рослин?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – С. 170-185.
2. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 103-112.
3. Агроекологія: теорія та практикум. / Під заг.ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 152-157.
4. ГОСТ 12.1.007-76 "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности".

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15

Тема: Радіаційне забруднення як екологічний фактор

Мета: вивчити механізми надходження радіонуклідів в культурні рослини та особливості рослинництва на радіоактивно забруднених територіях; навчитися обраховувати прогнозований вміст радіонуклідів у рослинницькій продукції та рекомендувати заходи щодо його зменшення.

Завдання. Визначити ймовірний вміст цезію-137 у продукції рослинництва, вирощеній на радіоактивно забрудненій території, із врахуванням інактивації цезію шляхом застосування калійних добрив.

Визначити вміст ^{137}Cs в рослинних продуктах. Зробити висновок про придатність рослинницької продукції для використання в їжу. Запропонувати заходи по зниженню надходження радіонукліду в сільськогосподарські рослини на дерново-підзолистих ґрунтах зі ступенем забруднення 624 Бк/кг. Питома маса ґрунту $1,3 \text{ г/см}^3$, товщина забрудненого шару 25 см, вміст калію 2 мг/100 г.

Теоретичні відомості:

Основним завданням щодо зменшення дозового навантаження на організм людини є отримання рослинницької і тваринницької продукції, яка відповідає вимогам радіаційної безпеки – допустимим рівням вмісту радіонуклідів в харчових продуктах (табл. 15.1).

Таблиця 15.1. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування (Бк/кг)

№ п/п	Назва продуктів	^{137}Cs	^{90}Sr	№ п/п	Назва продуктів	^{137}Cs	^{90}Sr
1.	Яйця	6	2	6.	Молоко і молочні продукти	100	20
2.	Хліб і хлібопродукти	20	5	7.	Риба і морепродукти	150	35
3.	Овочі	40	20	8.	М'ясо і вироби з м'яса	200	20
4.	Картопля	60	20	9.	Лікарські рослини	600	200
5.	Фрукти	70	10	10.	Сушені лісові ягоди та гриби	2500	250

При радіоактивному забрудненні сільськогосподарських угідь на перше місце виходить проблема прогнозу та мінімалізації вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у рослинницькій та тваринницькій продукції. На основі експериментальних досліджень розроблені таблиці надходження радіоактивних елементів в урожай при щільності забруднення ґрунту 1 Ки/км^2 ($1 \text{ Ки/км}^2 = 37 \text{ кБк/м}^2$). Із збільшенням цього показника прямо пропорційно зростає ступінь забруднення урожаю.

Рівень забруднення рослинницької продукції, вирощеної на радіоактивно забруднених ґрунтах, залежить від типу ґрунту, кислотності ґрунтового розчину, умов зволоження та агрохімічних заходів (вапнування ґрунтів, внесення органічних, мінеральних та комплексних мікроелементних добрив, застосування мікробіологічних препаратів, фізіологічно активних речовин).

Зменшення накопичення ^{90}Sr в рослинах можна досягти внесенням в ґрунт кальцію – хімічного аналога ^{90}Sr . Вапнування сприяє закріпленню ^{90}Sr

у ґрунті, так як переводить радіонуклід з водорозчинної обмінної форми у необмінну. Вміст необмінних форм ^{90}Sr збільшується також при внесенні фосфорних добрив та органічної речовини.

Вирішенням проблеми зменшення переходу ^{137}Cs у сільськогосподарські культури може бути:

- 1) внесення калійних добрив з метою збільшення вмісту калію у ґрунті, так як калій є хімічним аналогом і конкурентом-антагоністом ^{137}Cs ;
- 2) підбір сільськогосподарських культур з меншим коефіцієнтом переходу ^{137}Cs з ґрунту.

Методика виконання завдання:

1. Визначити вміст ^{137}Cs на 1 м^2 , якщо товщина забрудненого шару становить 25 см. Для цього необхідно:

а) вирахувати масу забрудненого шару, перемножуючи показники площі, товщини шару і об'ємної маси ґрунту:

$$100\text{см} \times 100\text{см} \times 25\text{см} \times 1,3\text{г/см}^3 = 32500\text{г} = 325\text{кг};$$

б) рівень забруднення 1 кг помножити на визначену масу ґрунту:

$$624\text{Бк/кг} \times 325\text{кг} = 202800\text{кБк} = 202,8\text{Бк}.$$

2. Визначити забруднення території в Кі/км^2 , для чого ділимо отримане забруднення ґрунту цезієм-137 на забруднення при 1Кі ($1\text{Кі/км}^2 = 37\text{кБк/м}^2$):

$$202,8\text{кБк/м}^2 : 37\text{кБк/м}^2 = 5,48\text{Кі/км}^2.$$

3. Знайти коефіцієнт переходу ^{137}Cs у певну культурну рослину на дерново-підзолистих ґрунтах при вмісті калію 2мг/100г (табл. 15.2). Наприклад, для вівса він становить 57Бк/кг при щільності забруднення 1Кі/км^2 .

Таблиця 15.2. Значення коефіцієнту переходу ^{137}Cs для деяких культур залежно від вмісту обмінного калію в дерново-підзолистому ґрунті (Бк/кг)/(Кі/км²)

Вміст обмінного К, мг/100 г	Зернові культури			Овочеві культури				Картопля
	Пшениця озима	Жито	Овес	Цибуля ріпчаста	Баклажани	Перець солодкий	Капуста рання	
0,5	44	81	230	15	4,8	26	110	63
1	22	40	110	7,4	2,4	13	54	32
2	11	20	57	3,7	1,2	6,5	27	16
3	5,8	11	30	2,0	0,63	3,4	14	8,3
4	5,5	10	29	1,9	0,6	3,2	13	7,9
5	4,4	8,1	23	1,5	0,48	2,6	11	6,3
7	3,1	5,7	16	1	0,34	1,8	7,5	4,4
9	2,4	4,4	13	0,81	0,26	1,4	5,9	3,5
11	2	3,7	11	0,69	0,23	1,2	4,9	2,9
13	1,7	3,2	8,9	0,58	0,19	1	4,2	2,5
15	1,5	2,8	7,8	0,5	0,16	0,89	3,7	2,1
20	1,1	2	5,7	0,37	0,12	0,65	2,7	1,6

4. Визначити забруднення рослинницької продукції. Для цього отримане забруднення території (п. 2) помножити на знайдений коефіцієнт для 1Кі (п. 3). Наприклад, при вирощуванні вівсу на зерно він становитиме:

$$5,48 \text{ Кі/км}^2 \times 57 \text{ Бк/кг} = 312,36 \text{ Бк/кг}.$$

5. Визначити придатність отриманої продукції, для чого у таблиці 15.1 знаходимо допустимий рівень забруднення цезієм-137. Наприклад, для хліба і хлібопродуктів він складає 20Бк/кг, тому продукція (зерно вівса) непридатна для використання в їжу, так як її забруднення ^{137}Cs перевищує допустимий рівень у 15,62 рази:

$$312,36 \text{ Бк/кг} : 20 \text{ Бк/кг} = 15,62.$$

6. Визначити необхідний коефіцієнт переходу для отримання придатної продукції, для чого коефіцієнт переходу (п. 4) ділимо на число, яке показує у скільки разів забруднення перевищує допустимий рівень (п. 5). Наприклад, для вівса: $57 \text{ Бк/кг} : 15,62 = 3,65$.

7. Зробити висновок щодо можливості отримання придатної продукції за умови доведення вмісту калію у ґрунті до необхідного рівня шляхом внесення калійних добрив. Для цього знайти у табл. 15.2 значення, яке дорівнює або менше за необхідний коефіцієнту переходу при відповідному вмісті калію в ґрунті. Наприклад: для вівса найменший коефіцієнт становить 5,7 навіть при максимальній кількості – 20мг на 100г калію. Таким чином, отримати придатне зерно вівса для хліба і хлібопродуктів у даній ситуації неможливо.

Контрольні запитання:

1. Що розуміють під іонізуючим випромінюванням та в чому проявляється його біологічна дія?
2. Назвіть джерела іонізуючого випромінювання. Які з них є найбільш небезпечними?
3. Від яких факторів залежить надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини?
4. Назвіть особливості накопичення радіонуклідів у рослинах.
5. Назвіть шляхи потрапляння радіонуклідів в організм сільськогосподарських тварин.
6. Які типи розподілу радіонуклідів в організмі сільськогосподарських тварин?
7. Які заходи зниження надходження радіонуклідів до організму тварин?
8. Назвіть технологічні прийоми дезактивації рослинницької продукції, забрудненої радіонуклідами.
9. Які заходи сприяють дезактивації продукції тваринництва, забрудненої радіонуклідами?
10. Назвіть основні складові комплексу контрзаходів, які знижують надходження радіонуклідів в рослини, при вирощуванні їх на радіоактивно забруднених територіях.

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – С. 344-404.
2. Агроекологія: теорія та практикум. / Під заг.ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 180-196.
3. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 114-122.

4. Розрахувати суму економії платежу за забір води (грн.), для чого знаходимо різницю між платежами за забір води при прямоточній та оборотній системах.

5. Спочатку необхідно перевести розмір плати за скиди води у грн. за 1 т. Розрахувати платежі за скиди води (грн.), для чого множимо плату за скиди води на обсяг скидів:

а) при прямоточній системі

б) при оборотній системі

6. Розрахувати суму економії платежу за скиди води (грн.), для чого знаходимо різницю між платежами за скиди води при прямоточній та оборотній системах.

7. Розрахувати загальну суму економії (грн.).

8. Результати розрахунків записати в таблицю 16.1.

Таблиця 16.1. *Економічна ефективність різних систем водопостачання*

Порівняльні показники	Система водопостачання	
	прямоточна	оборотна
Обсяги водозабору, т		
Платежі за забір води, грн.		
Об'єми скидів води, т		
Платежі за скиди води, грн.		
Сума економії платежу за забір води, грн.		
Сума економії платежу за скиди води, грн.		
Загальна сума економії, грн.		

9. У висновку порівняти економічну ефективність та вказати переваги тої чи іншої системи водопостачання цукропереробного підприємства.

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення понять «екологізація» та «екологічна конверсія». Назвіть форми екологічної конверсії.
2. Що таке безвідходні та маловідходні технології?
3. Які основні напрямки екологічної конверсії сільськогосподарського виробництва?
4. Назвіть елементи екологічної конверсії в землеробстві.
5. Що таке біогумус? В чому полягає процес виробництва біогумусу?
6. Назвіть елементи екологічної конверсії у тваринництві.
7. Що таке біогаз? Яка технологія отримання біогазу?
8. В чому полягає суть прямоточної, послідовної та оборотної систем водопостачання підприємств-водокористувачів?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – С. 185-210.
2. Агроекологія: теорія та практикум. / Під заг.ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 210-219.
3. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 123-131.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №17

Тема: Оцінка ефективності різних систем застосування добрив за біологічною продуктивністю рослин

Мета: вивчити агроекологічні аспекти системи застосування добрив як невід'ємної складової системи землеробства; ознайомитися з методикою визначення фітомаси кущових ягідних рослин; навчитися давати оцінку ефективності системи застосування добрив.

Завдання. Оцінити ефективність систем застосування добрив (органічна, органо-мінеральна, мінеральна) в насадженнях агрусу за накопиченням, структурою та балансом фітомаси п'ятирічних рослин агрусу (табл. 17.1).

Таблиця 17.1. Фітомаса п'ятирічних рослин агрусу залежно від системи застосування добрив

Система застосування добрив	Фітомаса окремих органів, г/кущ				Загальна фітомаса	
	плоди	гілки	листки	корені	г/кущ	кг/га
Сорт Неслухівський						
Органічна	767,00	252,13	49,98	114,77		
Органо-мінеральна	696,01	344,50	44,46	108,16		
Мінеральна	678,27	236,34	29,29	127,45		
Сорт Красень						
Органічна	302,32	246,64	21,20	87,52		
Органо-мінеральна	427,38	323,83	42,26	93,47		
Мінеральна	358,50	234,68	32,70	115,36		

Проаналізувати отримані результати.

Теоретичні відомості:

Система застосування добрив може бути органо-мінеральною (традиційна, заснована на сумісному застосуванні органічних та мінеральних добрив), мінеральною (застосовують лише мінеральні добрива, в умовах нестачі або відсутності у господарстві органічних добрив) та органічною (використовуються лише органічні добрива, в промислово-тваринницьких господарствах для утилізації безпідстилкового гною, в умовах органічного землеробства).

Застосування органічних добрив є основним прийомом підвищення родючості ґрунтів, так як при систематичному їх внесенні ґрунт забагачується гумусом, збільшується його вологоємність, ємність поглинання і ступінь насиченості основами, знижується кислотність, покращується структура, посилюється мікробіологічна активність ґрунту тощо. Збагачення приземного шару повітря вуглекислим газом, який виділяється при розкладанні гною, підвищує продуктивність фотосинтезу рослин. Однак при використанні деяких органічних добрив співвідношення поживних речовин в них може не відповідати співвідношенню, необхідному для нормального росту і розвитку рослин.

За допомогою мінеральних добрив, що містять поживні речовини переважно у легкодоступному для рослин стані, можна забезпечити потреби рослин в елементах живлення в різні періоди розвитку. Однак при використанні лише мінеральних добрив знижується вміст гумусу внаслідок інтенсивного руйнування органічної речовини ґрунту, збільшується ймовірність створення шкідливої для рослин концентрації ґрунтового розчину.

Сумісне застосування органічних та мінеральних добрив створює сприятливі умови для вирощування високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур за рахунок усунення специфічних недоліків, що спостерігаються при використанні лише органічних або мінеральних добрив.

Визначити ефективність агротехнологічних заходів, в тому числі і системи застосування добрив, можна дослідивши біологічну продуктивність сільськогосподарських культур у польових умовах.

Біологічна продуктивність – це відтворення біомаси рослин, виражене кількістю продукованої сухої речовини на одиницю площі за сезон, рік, кілька років або інші одиниці часу. Обліки біологічної продуктивності рослин включають в себе: накопичення, структуру та баланс фітомаси.

Фітомаса – це кількість сухої речовини, яку рослини накопичили на даний період росту та розвитку. Структура фітомаси відображає накопичення фітомаси окремими частинами рослини: плодами, листками, пагонами та кореневою системою. Баланс фітомаси відображає співвідношення кількості сухої речовини надземної частини рослин до підземної.

Методика визначення фітомаси кущових ягідних рослин. У липні, коли закінчується плодоношення ягідних культур, під час збору врожаю необхідно зробити такі обліки: урожай ягід з куща (кг) та вміст сухої речовини в плодах (%). На основі отриманих даних за допомогою нескладних підрахунків можна визначити накопичення фітомаси плодами. Для підрахунку накопичення фітомаси листками необхідно визначити: облистеність кущів (шт./кущ), середню вагу листка (г) та вміст сухої речовини в листках (%).

Продовжити обліки накопичення фітомаси пагонами та кореневою системою ягідних кущових культур можна в осінній період після закінчення вегетації. Зробити обліки, не зашкодивши кущам, можна таким чином: умовно поділити кущ на 4 частини, видалити пагони з $\frac{1}{4}$ частини куща. Видалені пагони висушуємо, зважуємо і знаходимо накопичення фітомаси пагонами (г сухої речовини), помноживши результати на 4. Далі проводимо розкопування кореневої системи кущів в секторі, що складає $\frac{1}{4}$ частину кола діаметром 80 см навколо куща, на глибину до 60 см. Саме на таку відстань корені кущових ягідних культур проникають у горизонтальному та вертикальному напрямках. Розкопані корені необхідно промити, висушити і зважити, а результати також помножити на 4.

Додаючи фітомасу плодів, листків, пагонів та коренів, отримують загальну фітомасу куща ягідної рослини (г сухої речовини). Щоб розрахувати біологічну продуктивність рослин з 1 га, необхідно загальну фітомасу одної рослини помножити на їх кількість на 1 га. Наприклад, при схемі садіння 1 x 3м, на 1 га розміщується 3333 куща.

Методика виконання завдання:

1. Визначити загальну фітомасу куща (г/кущ) в п'ятирічних рослин агрусу різних сортів, використовуючи показники фітомаси окремих його частин (див. табл. 17.1).

2. Знайти біологічну продуктивність рослин агрусу на 1 га, прийнявши кількість кущів – 3333 шт./га.

3. Результати занести у таблицю 17.1.

4. Визначити процентну частку фітомаси окремих органів до загальної фітомаси куща ягідної рослини за пропорцією:

загальна фітомаса куща, г/кущ – 100%

фітомаса плодів, г/кущ – X %.

5. Порахувати кількісне відношення надземної фітомаси до підземної. Для цього необхідно додати фітомаси плодів, листків та гілок і поділити на фітомасу коренів.

6. Результати записати у таблицю 17.2.

Таблиця 17.2. Структура фітомаси п'ятирічних рослин агрусу залежно від системи застосування добрив

Система удобрення	Фітомаса окремих органів, %				Загальна фітомаса, %	Відношення надземної фітомаси до підземної
	плоди	гілки	листки	корені		
Сорт Неслухівський						
Органічна					100	
Органо-мінеральна					100	
Мінеральна					100	
Сорт Красень						
Органічна					100	
Органо-мінеральна					100	
Мінеральна					100	

7. У висновку зазначити: за рахунок якої частини рослини (добре розвиненої кореневої системи, сильного приросту пагонів або значного листкового апарату) був досягнутий найвищий врожай і які агротехнічні заходи цьому посприяли; у якого сорту агрусу вище відношення фітомаси надземної до підземної частини рослин і про що свідчить більш інтенсивний процес накопичення асимілятів, які синтезує рослина, у надземній її частині?

Контрольні запитання:

1. Що таке система землеробства? Назвіть її основні складові.
2. Які основні принципи та мета альтернативного землеробства?
3. На яких заходах базується органічна система землеробства?
4. В чому полягає загальна концепція біологічного землеробства?
5. В чому полягає ґрунтоохоронна роль біодинамічного землеробства?
6. Розкрийте значення органо-біодинамічної системи землеробства у відтворенні родючості ґрунту.
7. В чому полягає суть органо-біологічної системи землеробства?

8. Назвіть шляхи оптимізації азотного живлення культурних рослин в умовах інтенсивно-екологічної системи землеробства.

9. Якими заходами досягається бездефіцитний баланс гумусу в умовах інтенсивно-екологічної системи землеробства?

10. В чому переваги сумісного застосування органічних та мінеральних добрив у сівозміні?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – С. 210-217.
2. Агроекологія: теорія та практикум. / Під заг.ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 120-124.
3. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 132-144.
4. Охорона ґрунтів / М.К.Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капштик; 2-ге вид. випр. – К.: Знання, 2004. – С. 292-307.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №18

Тема: Наукове обґрунтування застосування хімічних меліорантів

Мета: вивчити теоретичні основи хімічної меліорації ґрунтів як складової комплексу заходів для відтворення родючості ґрунту; оволодіти розрахунковим методом визначення норм вапнякових матеріалів при вапнуванні кислих ґрунтів.

Завдання. Визначити норми вапна та вапнякових матеріалів для нейтралізації надмірної кислотності супіщаного дерново-підзолистого ґрунту.

Розрахувати норми внесення вапнякових добрив для різних сільськогосподарських культур залежно від властивостей ґрунту та якості вапнякових матеріалів (табл. 18.1).

Таблиця 18.1. Вихідні дані для розрахунку норм вапна

Культура / вид продукції	Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г ґрунту	Щільність ґрунту, г/см ³	Орний шар, см	Вміст вологи у вапняковому матеріалі, %	Вміст домішок у вапняковому матеріалі, %	Вміст CaCO ₃ у вапняковому матеріалі, %
Багаторічні трави / сіно	2,5	1,4	8	20	5	75
Картопля / бульби	2,3	1,25	12	16	4	80
Кукурудза / зелена маса	2,7	1,3	12	12	3	85
Цукрові буряки / коренеплоди	2,9	1,35	20	15	5	80

Обґрунтувати необхідність нейтралізації надлишкової кислотності.

Теретичні відомості:

Загальна площа кислих ґрунтів в Україні становить 4451 тис. га, зокрема сильнокислих — 359 тис. га, середньокислих — 1187 тис. га і слабкокислих 2891 тис. га. Основним методом знешкодження негативної дії підвищеної кислотності є вапнування ґрунтів. Проте здійснення даного меліоративного заходу внаслідок припинення фінансування практично призупинено. При відсутності хімічної меліорації продуктивність кислих ґрунтів різко знижується, порушуються їх функції, спостерігається винос важких металів, радіонуклідів у ґрунті та поверхнево-дренажні води, забруднення річок, водойм тощо. Підвищена кислотність ґрунтів несприятливо впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур.

Потенційна кислотність ґрунтового розчину, показником якої є рН сольової витяжки, обумовлена підвищеною концентрацією в ньому іонів водню (H⁺) порівняно з гідроксидом (OH⁻), розчинними органічними кислотами та гідролітично кислими солями. Реакція ґрунтового розчину залежить від складу поглинутих катіонів. Вона безпосередньо впливає на життєдіяльність ґрунтових

мікроорганізмів, мінералізацію органічних речовин та інші фізико-хімічні процеси. Реакція ґрунтового розчину також впливає на ефективність внесених у ґрунт добрив. Підвищена кислотність ґрунтового розчину погіршує ріст коренів, зменшує проникність клітин коренів, що негативно впливає на доступність та використання рослинами поживних речовин з ґрунту та добрив. При зниженні рН ґрунтового розчину посилюється хімічне закріплення фосфатів, що призводить до фосфорного голодування рослин.

Для покращення агрономічних властивостей кислих ґрунтів (дерново-підзолистих, сірих опідзолених) необхідне проведення хімічної меліорації – вапнування.

За ступенем кислотності і потребою у вапнуванні ґрунти поділяють на: сильнокислі, які дуже потребують вапнування, – рН 4,1-4,5; середньокислі, які середньо потребують вапнування, – рН 4,6-5,0; слабкокислі, які слабо потребують вапнування, – рН 5,1-5,5; близькі до нейтральних, які не потребують вапнування, – рН 5,6-6,0. Ступінь насичення ґрунтів основами також характеризує потребу у їх вапнуванні: якщо ступінь насичення основами нижче 50%, то такі ґрунти необхідно вапнувати в першу чергу, якщо 50-70% потреба у вапнуванні середня, а 70-80% – слабка; коли ступінь насичення більше 80% – ґрунт не потребує вапнування.

Для визначення потреби у вапнуванні за рівнем гідролітичної кислотності користуються шкалою: при гідролітичній кислотності понад 4 мг-екв./100 г ґрунту – ґрунти потребують вапнування у всіх природних зонах України; при 3-4 мг-екв./100 г – ґрунти потребують вапнування в Поліссі та Лісостепу, середня потреба у вапнуванні для ґрунтів Прикарпаття та західної частини Лісостепу, слабка – у гірських районах Карпат; 2-3 мг-екв./100 г – середня потреба у вапнуванні ґрунтів Полісся та Лісостепу, слабка – у Передкарпатті; 1,8-2 мг-екв./100 г – доцільне вапнування опідзолених ґрунтів Лісостепу, необхідне – супіщаних, піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів на Поліссі; 1,5-1,8 – слабка потреба у вапнуванні піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів; < 1,5 – немає потреби у вапнуванні.

Рівень зниження ґрунтової кислотності перебуває в прямій залежності від кількості внесеного вапна. Норми внесення вапнякових матеріалів можна встановити двома методами: використовуючи рекомендовані норми і розрахунково.

Для вапнування ґрунтів застосовують матеріали, які крім CaCO_3 містять інші форми кальцію та магнію, наприклад доломітове борошно, гідроксид кальцію, магнію або їх оксиди. При розрахунках норм вапна їх потрібно перерахувати в CaCO_3 використовуючи коефіцієнти перерахунку: для карбонату магнію (MgCO_3) – 1,2; для оксиду кальцію (CaO) – 1,78; для оксиду магнію (MgO) – 2,5; для гідроксиду магнію (Mg(OH)_2) – 1,72; для гідроксиду кальцію (Ca(OH)_2) – 1,35.

За реакцією на вапнування сільськогосподарські культури також поділяють на групи:

- дуже позитивно реагують на вапнування – конюшина, люцерна, столові та цукрові буряки, капуста, коноплі, ріпак;

- добре реагують на вапнування – пшениця, кукурудза, ячмінь, горох, огірки, цибуля, соняшник;
- позитивно реагують на вапнування – жито, овес, томати, гречка, льон;
- мають слабку реакцію на вапнування – картопля, люпин, бруква, серадела.

При вапнуванні кислих ґрунтів покращується живлення рослин азотом, фосфором, кальцієм, магнієм та молібденом, що значно підвищує урожайність.

Методика виконання завдання:

1. Визначити норму вапна (CaCO_3 , т/га) для нейтралізації повної гідролітичної кислотності вказаного шару ґрунту за формулою:

$$D (\text{CaCO}_3) = \frac{0,5Hr \cdot S \cdot h \cdot \delta}{1000}, \quad (18.1)$$

де $D (\text{CaCO}_3)$ – норма вапна, т/га; 0,5 – кількість CaCO_3 , необхідного для нейтралізації 1 мг-екв. кислотності в 1 кг ґрунту, г; Hr – гідролітична кислотність, мг-екв./100 г ґрунту; S – площа 1 га (10000 м²); h – глибина орного шару, см; δ – щільність ґрунту, г/см³; 1000 – коефіцієнт перерахунку мг-екв./100 г ґрунту в %.

2. Здійснити перерахунок норми вапна у норму вапнякового матеріалу за формулою:

$$D = \frac{100^3 \cdot D(\text{CaCO}_3)}{(100 - B) \cdot (100 - K) \cdot H}, \quad (18.2)$$

де D – норма вапнякового матеріалу, т/га; B – вміст вологи у вапняковому матеріалі, %; K – вміст неподільних твердих частинок з діаметром понад 3 мм (недіяльні частинки матеріалу або домішки), %; H – вміст CaCO_3 у вапняковому матеріалі, %; 100^3 – коефіцієнт для перерахунку % в одиниці.

3. У висновку обґрунтувати рівень потреби у вапнуванні супіщаного дерново-підзолистого ґрунту, зважаючи на чутливість сільськогосподарських культур до вапнування.

Контрольні запитання:

1. Що таке ґрунтозахисне землеробство та ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур?
2. На яких біолого-екологічних принципах базуються ґрунтозахисні сівозіми та ґрунтозахисний обробіток ґрунту?
3. Назвіть основні ланки ґрунтозахисного землеробства з контурно-меліоративною організацією території. За якими ознаками здійснюється диференціація земель на еколого-технологічні групи?
4. Які прийоми та заходи включає агролісомеліоративна система землеробства? Назвіть основні принципи створення захисних лісонасаджень на водозборі.
5. Що таке протиерозійні гідротехнічні споруди?
6. Дайте визначення поняття «охорона земель». За якими основними напрямками здійснюється охорона земель сільськогосподарського призначення?
7. Дайте визначення поняття «рекультивация земель». Назвіть етапи рекультивации земель.
8. Що таке меліорація? Назвіть види меліорації ґрунтів.
9. Назвіть заходи хімічної меліорації.
10. За якими показниками визначають потребу ґрунтів у вапнуванні?

11. Як поділяють сільськогосподарські культури за чутливістю до вапнування?
12. Згідно з якими біолого-екологічними принципами здійснюються фітомелоіративні заходи?

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища школа, 1993. – С. 306-327.
2. Агроекологія: теорія та практикум / За заг. ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 99-103.
3. Лагутенко О.Т. Агроекологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 145-166.
4. Охорона ґрунтів / М.К.Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капштик; 2-ге вид. випр. – К.: Знання, 2004. – С. 201-213, 272-282, 308-355.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 19

Тема: Наукові основи ефективного використання зрошуваних земель

Мета: вивчити теоретичні основи гідротехнічної меліорації як необхідної умови для одержання стабільних урожаїв сільськогосподарських культур на територіях з нестабільним водним режимом; навчитися розраховувати науково обґрунтовані норми поливу при зрошуванні земель та встановлювати режим зрошування.

Завдання. Визначити норми зрошення та поливу при зрошуваному землеробстві.

За даними таблиці 19.1 розрахувати зрошувальну та поливну норми для різних сільськогосподарських культур залежно від властивостей ґрунту та запланованого урожаю.

Таблиця 19.1. Вихідні дані для розрахунку норми поливу

Культура / вид продукції	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т	Орний шар, см	Щільність ґрунту, г/см ³	Вологість ґрунту, %
Багаторічні трави / сіно	6	360	8	1,3	21,5
Картопля / бульби	30	80	12	1,5	19,0
Кукурудза / зелена маса	40	380	12	1,6	20,5
Цукрові буряки / коренеплоди	50	100	20	1,8	18,5

Зробити висновок щодо сумарного водоспоживання культурних рослин та потреби у зрошувальних меліораціях.

Теоретичні відомості:

Вода — одна з головних факторів життя рослин. Її роль полягає в розчиненні і перенесенні мінеральних речовин, що поступають в рослину з ґрунту, а також органічних речовин, що утворилися в самих рослинах (вуглеводи, амінокислоти, дубильні речовини тощо), у підтриманні тканин в стані тургору. Значна кількість води витрачається рослинами при транспірації листовою поверхнею. Як нестача, так і надлишок води негативно позначаються на життєдіяльності рослин, тому зрошення — один з найважливіших напрямів сільськогосподарського виробництва у посушливому Степу України. При зрошенні створюються необхідні умови для одержання стабільних урожаїв за рахунок інтенсивного використання світла, поживних речовин ґрунту і добрив, високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур.

Режимом зрошення називають сукупність строків, норм та кількостей поливів сільськогосподарських культур. Зрошувальний режим кожної культури повинен відповідати потребам рослин у воді в усі періоди їх росту і розвитку, а також сприяти покращенню поживного, сольового і теплового режиму ґрунту,

збереженню його родючості, запобіганню іригаційної ерозії, заболочуванню та засоленню ґрунту, найбільш ефективному використанню земельних та водних ресурсів.

Нормою зрошення називається загальна кількість води, що повинна бути надана визначеній культурі за весь вегетаційний період. Зрошувальна норма включає норми вегетаційних (поливи в період вегетації) і вологозарядкових (поливи до посіву культури) поливів. При визначенні норми зрошення використовується комплексний показник потреби рослин у воді за весь період вегетації – **сумарне водоспоживання культури**. В районах зрошувального землеробства України волога, необхідна для формування урожаю сільськогосподарських культур, лише частково компенсується за рахунок ґрунтових запасів та атмосферних опадів.

Кількість води, яка витрачається рослинами і ґрунтом на утворення 1 т товарного врожаю, називають **коефіцієнтом водоспоживання**. Це динамічний показник, так як він залежить не тільки від біологічних особливостей культури, а й від рівня загального зволоження, фону живлення, умов року, строку сівби тощо. У мезофітів коефіцієнт водоспоживання коливається від 280-400 до 600-800, ксерофітів 220-400, гігрофітів 1200-1600, склерофітів 160-240 м³/т. Коефіцієнт водоспоживання, як показник ефективності, збільшується як при недостатньому, так і при надмірному зволоженні, а також при дефіциті добрив.

Поливна норма залежить від біологічних особливостей рослин, типу ґрунту, нижньої межі оптимальної вологості та глибини залягання ґрунтових вод. Норма поливу при глибокому заляганні ґрунтових вод становить 600-1000 м³/га; при рівні ґрунтових вод 2,5-2 м поливна норма не повинна перевищувати 350-450, а при 1,5-1 м – 250-300 м³/га. На початку і в кінці вегетаційного періоду вона буде меншою, ніж у період інтенсивного формування врожаю. На ґрунтах легкого гранулометричного складу поливні норми менші, зате частота поливів інтенсивніша. Поливна норма залежить і від технології поливів. Сучасні технології краплинного зрошення дають змогу максимально зменшити поливну норму і збільшити частоту поливів, що значно впливає на врожайність сільськогосподарських культур.

Ступінь задоволення сільськогосподарських культур вологою називається **вологозабезпеченістю рослин**. Різні екологічні групи і сорти рослин відрізняються неоднаковою потребою у волозі. **Оптимальна вологість** активного шару ґрунту протягом вегетації для багаторічних трав становить 65-80% від повної вологоємності (ПВ); для однорічних трав – 65-75%; для більшості просапних культур 60-70%. Менші величини вологості відносяться до нижньої, а більші – до верхньої межі оптимальної вологості ґрунту. Посухостійкі рослини в умовах повної забезпеченості водою і поживними речовинами витрачають вологи більше, ніж не стійкі до посухи. Рослини, що мають більш тривалий період вегетації, також витрачають вологи більше, ніж рослини з коротким періодом вегетації. У визначений період розвитку рослини особливо чутливі до нестачі вологи, і цей період називається критичним. Нестача вологи в критичний період викликає максимальне зниження врожайв. Тому найголовніше для ефективного та раціонального використання

зрошувальних масивів – розрахунок норм зрошувальної води для полів з різними культурами.

Методика виконання завдання:

1. Визначити зрошувальну норму за рівнем сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур. Для цього при розрахунках використовуємо формулу:

$$E = K_v \cdot Y, \quad (19.1)$$

де E – сумарне водоспоживання, м³/га; K_v – коефіцієнт водоспоживання (з урахуванням транспірації та випаровування з поверхні ґрунту), м³/т; Y – урожай культури, т/га.

2. Визначити поливну норму за формулою:

$$T = 100 \cdot H \cdot P \cdot (B_v - B_f), \quad (19.2)$$

де T – поливна норма, м³/га; H – глибина зволожуючого (орного) шару ґрунту, м; P – щільність ґрунту, г/см³; B_v – верхня межа оптимальної вологості, % від повної вологості; B_f – фактична вологість ґрунту до поливу, %.

3. Розрахувати орієнтовну кількість поливів сільськогосподарських культур шляхом ділення зрошувальної норми (п. 1) на поливну норму (п.2).

4. У висновку порівняйте обсяги водоспоживання різних польових культур та відповідні їм режими зрошення.

Контрольні запитання:

1. Назвіть види гідротехнічних (водних) меліорацій.
2. Якими способами здійснюють осушувальні меліорації?
3. Що таке дренаж? Які бувають методи дренажування?
4. Якими способами здійснюють зрошувальні меліорації? Які вимоги до якості води, що використовується для зрошення?
5. Які можливі негативні екологічні наслідки при недотриманні технологічних вимог (інтенсивність дощування, норми поливу) при зрошуванні?
6. Яким прийомом досягають підвищення продуктивності засолених ґрунтів?
7. Розкрийте суть різних методів захисту рослин.
8. На яких заходах ґрунтується агротехнологічний метод захисту рослин?
9. Які етапи передбачає біологічний метод регулювання чисельності шкідників?
10. Охарактеризуйте різні групи мікробіологічних препаратів та їх застосування для боротьби із шкідливими організмами.

Матеріали для теоретичної підготовки:

1. Агроєкологія: теорія та практикум / За заг. ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – С. 158-167.
2. Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин. – К.: Світ, 2004. – С. 5-15, 29-222, 248-282.
3. Лагутенко О.Т. Агроєкологія. – К.: НПУ імені М.Н.Драгоманова, 2012. – С. 166-180.
4. Основи сільського господарства / За заг. ред. В.С.Марковського. – К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2010. – С. 26-31.

ТАБЛИЦЯ ДЛЯ ПЕРЕВЕДЕННЯ ОДИНИЦЬ ВИМІРЮВАННЯ

Одиниці довжини

1 км = 1000 м
1 м = 100 см
1 м = 1000 мм
1 дм = 0,1 м
1 см = 10 мм
1 см = 0,01 м
1 мм = 0,001 м

Одиниці маси

1 т = 1000 кг
1 т = 10 ц
1 ц = 100 кг
1 кг = 1000 г
1 г = 1000 мг
1 г = 0,001 кг
1 мг = 0,000001 кг

Одиниці площі

1 км² = 1000000 м²
1 км² = 1 га
1 га = 100 а
1 а = 100 м²
1 м² = 100 дм²
1 м² = 100000 см²

Одиниці об'єму

1 м³ = 1000000 см³
1 см³ = 1000 мм³
1 л = 1 дм³
1 л = 0,001 м³
1 л = 1000 см³
1 л = 1000000 мм³

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / Упоряд.: М.В.Козлов, Н.В.Палапа; За ред.: В.П.Патики, О.Г.Тараріко. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 295 с.: іл., табл.
2. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / Под ред. В.В.Медведева. – К.: Аграрная наука, 1997. – 90 с.
3. Агроэкология / В.А.Черников, Р.М.Алексахин, А.В.Голубев и др.; Под ред. В.А.Черникова, А.И.Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
4. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М. Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. — К.: Вища школа, 1993. – 416 с.
5. Агроекологія: Теорія та практикум / В.М.Писаренко, П.В.Писаренко, В.І.Перебийніс, В.М.Самородов та ін. – К.: Вид-тво «ІнтерГрафіка», 2003. – 318 с.
6. Андрейцев Ю.Г, Пустовойт М.А. Екологічна експертиза, право і практика. – К.: Наук. думка, 1992. – 152с.
7. Андреюк К.І., Іутинська Г.О., Антипчук А.Ф. та ін. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.
8. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум. Навч. посіб. – К.: Лібра, 2006. – 368 с.
9. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве / Н.М.Городний, И.А.Мельник, М.Ф.Повхан и др. — К.: Урожай, 1990. —256 с.
10. Біологічний захист рослин / Дядечко М.П., Падій М.М., Шелестова В.С. та ін. // За ред. М.П.Дядечка та М.М.Падія. – Біла Церква, 2001. – 312 с.
11. Бур'яни в землеробстві України: прикладна гербологія / І.Д. Примак, Ю.П. Манько, С.П. Танчик та ін.; За ред. І.Д. Примака та Ю.П. Манька. — Біла Церква, 2005 — 664 с.
12. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва / За ред. Дегодюка Е.Г. — К.: Урожай, 1992. — 320 с.
13. Гафуров Р.М. Агроэкологические аспекты применения средств химизации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – М., 2002. – 100 с.
14. Глазко В.И. Агроэкологический аспект биосферы: проблема генетического разнообразия. – К.: Нора-Принт, 1998. – 209 с.
15. Городний Н.М. Агрехимия. — К.: Вища школа, 1990. — 286 с.
16. Гудков И.Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии. — К.: Изд-во УСХА, 1991. — 326 с.
17. Довідник з агроекологічного стану ґрунтів України / За ред. Б.С.Носка. — К.: Урожай, 1994. — 333 с.
18. Долгилевич М.И. и др. Научные основы прогнозирования и системы предупреждения эрозийных процессов. – М.: Колос, 1993. –147 с.
19. Дончева А.В., Казаков Л.К., Калуцков В.Н. Ландшафтная индикация загрязнения природной среды. — М.: Экология, 1992. — 256 с.
20. Дудкін О.В., Єна А.В., Коржнев М.М. та ін. Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. – К.: Хімджест, 2003. – 400 с.
21. Захист ґрунтів від ерозії / За ред. В.А.Джамалія і М.М.Шемякіна. – К.: Урожай, 1986. – 240 с.
22. Интегрированное земледелие / Под ред. Хельмута Нидера, Бонн, пер. с нем., 1992. — 90 с.
23. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: Навч. посіб. – К.: Арістей, 2006. – 284 с.
24. Карпачевский Л.О. Почва, мелиорация и охрана окружающей среды. – 1987. – 60 с.
25. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії / За заг.ред. О.Г.Тараріко, В.М.Москаленко. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 242 с.
26. Конф Г. Биодинамическое земледелие. — М.: Изд.МГУ, 1989. — 206 с.

27. Красницкий В.М. Агроекотоксикологическая оценка агроценозов. – Омск, 2001. – 68 с.
28. Кучерявий В.П. Фітомеліорація: Навч. посібник. — Львів: Світ, 2003. — 540 с.
29. Минеев В.Т. Химизация земледелия, природная среда. – М.: Агропромиздат, 1990. – 186 с.
30. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві / І.Д. Примака, В.Г. Рошко, В.П. Гудзь та ін.; За ред. І.Д. Примака. — Біла Церква, 2002. — 320 с.
31. Надточій П.П. та ін. Екологія ґрунту та його забруднення. – К.: Аграрна наука, 1998. – 286 с.
32. Научные основы экологического земледелия / В.М. Круть, Г.П. Фесенко, Т.С. Алексеенко и др. — К.: Урожай, 1995. — 176 с.
33. Одум Ю. Сельськохозяйственны́е экосистемы. — М., 1987. — 222 с.
34. Основы сельськохозяйственной радиологии / Б.С. Пристер, Н.А. Лошилов, О.Ф. Немец, В.А. Поярков. – К.: Урожай, 1991. – 471 с.
35. Охорона ґрунтів / М.К. Шидула, О.Ф. Гнатенко, Л.Р. Петренко, М.В. Капштик. – 2-ге вид. випр. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2004. – 398 с.
36. Панас Р.М. Ґрунтознавство: Навч. посібник. – Львів: «Новий Світ - 2000», 2009. – 372 с.
37. Ридэр Р.К., Шваки Э.Л. и др. Системы и методы рационального землепользования, NWPS, 1999. – 185 с.
38. Розумний І.А. Еколого-економічне вивчення та екологобезпечне використання сільськогосподарських угідь. – К.: Ротапринт, Інститут землеустрою УААН, 1996. – 186 с.
39. Сільськогосподарська екологія. / За ред. В.К. М'якушка. – К.: Урожай, 1992. – 264 с.
40. Системи захисту ґрунтів від ерозії / О.І. Пилипенко, В.Ю. Юхновський, М.М. Ведмідь. – К.: Златояр, 2004. – 435 с.
41. Тараріко О.Г. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика. — К.: Аграрна наука, 2005. — 508 с.
42. Чорний І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства: Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1995. – 240 с.
43. Шапоренко О.И. Охрана природы в агропромышленном комплексе. – Донецк: Изд-во «Норд-Пресс», 2004. – 222 с.

Економічні пороги шкодочинності фітофагів на зернових культурах

№ п/п	Вид шкідника	Фаза розвитку культури	Економічний поріг шкідливості
1.	Дротяники	Перед посівом	5-8 личинок на 1м ²
2.	Личинки хлібної жужелиці на озимій пшениці	Сходи	0,2-0,5 личинок 3 віку на 1м ² . 3-4 личинки 1 віку на 1м ²
3.	Личинки хлібної жужелиці на озимій пшениці	Кущіння (осінь)	3-4 личинки 2-3 віку на 1м ²
4.	Озима совка	Сходи (озима пшениця)	2-3 гусениці на 1м ² .
5.	Озима совка	Сходи (озиме жито)	5-8 гусениць на 1м ² .
6.	Хлібна смугаста блішка	Сходи (озима пшениця)	65 жуків на 1м ² або 300 жуків на 100 змахів сачком
7.	Озима муха	Сходи – кущіння (озима пшениця)	30 мух на 100 помахів сачком
8.	Шведська муха	Сходи – кущіння (озима пшениця)	40-50 мух на 100 помахів сачком або 10 % пошкоджених стебел
9.	Опоміза пшенична	Сходи – кущіння (озима пшениця)	30 мух на 100 помахів сачком
10.	Клоп шкідлива черепашка	Відростання і кущіння весною (озима пшениця)	Більше 2 клопів на 1м ² , а за умов посухи весною - 1 екз./м ²
11.	Клоп шкідлива черепашка	Кущіння (яра пшениця)	1,5 клопа на 1м ² , а за умов посухи весною - 0,5 екз./м ²
12.	Личинки клопа шкідливої черепашки: - 2-3 вік - 3-4 вік	Початок наливу зерна озимої пшениці	2 личинки на 1м ² на насінниках, 5-6 личинок на 1 м ² - на звичайних посівах
		Молочна стиглість (озима пшениця)	2 личинки на 1м ²
13.	Злакові попелиці	Вихід в трубку – колосіння (озима пшениця)	10 попелиць на стебло при заселенні 50 % стебел
		Налив зерна (озима пшениця)	5-6 попелиць на колос або 500 попелиць на 100 помахів сачком
14.	Хлібні жуки	Цвітіння – налив зерна (озима пшениця)	10-15 попелиць на 1 колос 3-5 жуків/м ²
15.	Пшеничний трипс: - імаго - личинки	Вихід в трубку (озима пшениця)	100 трипсів на 10 помахів сачком
		Формування зерна (озима пшениця)	40-50 личинок на 1 колос

Деякі адвентивні бур'яни України

Назва (латинська та українська)	Агробіологічна група бур'янів	Категорія за ступенем натуралізації	Походження	Поширення
Археофіти				
<i>Artemisia absinthium</i> L. Полин гіркий	багаторічні, стрижнеко- рениві	епекофіт	ірано- туранське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic Грицики звичайні	малорічні, зимуючі	епекофіт	невідомого походження	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Conium maculatum</i> L. Болиголов плямистий	малорічні, дворічні	епекофіт	середземно- морсько- ірано- туранське	антропогенні, напівприродні місцезростання, по всій Україні, спорадично
<i>Descurania sophia</i> (L.) Webb. ex Prantl Кучерявець Софії	малорічні, зимуючі	епекофіт	ірано- туранське	антропогенні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv. Плоскуха звичайна	малорічні, пізні ярі	епекофіт	азіатське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Papaver rhoeas</i> L. Мак- самосійка	малорічні, ранні ярі	епекофіт	середземно- морсько- ірано- туранське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, переважно на Правобережжі і в Криму, звичайно, Лівобережжі, спорадично
<i>Portulaca oleracea</i> L. Портулак городній	малорічні, пізні ярі	епекофіт	ірано- туранське	антропогенні, напівприродні, природні (зрідка) місцезростання, Полісся, зрідка, Лісостеп, Степ, Крим, звичайно
<i>Raphanus raphanistrum</i> L. Редька дика	малорічні, ранні ярі	епекофіт	середземно- морське	антропогенні місцезростання, по всій Україні, спорадично
<i>Setaria glauca</i> P.Beauv. Мишій сизий	малорічні, пізні ярі	епекофіт	індо- малоазійське	антропогенні, напівприродні і природні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Sinapis arvensis</i> L. Гірчиця польова	малорічні, ранні ярі	епекофіт	середземно- морсько- атлантичне	антропогенні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Sonchus arvensis</i> L. Жовтий осот польовий	багаторічні, стрижнеко- рениві	епекофіт	середземно- морське	антропогенні, напівприродні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill Жовтий осот шорсткий	малорічні, ранні ярі	епекофіт	середземно- морське	антропогенні, напівприродні місцезростання, майже по всій Україні, спорадично
<i>Sonchus oleraceus</i> L. Жовтий осот городній	малорічні, ранні ярі	епекофіт	середземно- морське	антропогенні місцезростання, по всій Україні, звичайно

<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip. Триреберник непахучий	малорічні, зимуючі	епекофіт	західно-азійське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, лісові та лісостепові райони, звичайно, в Степу і в Криму, спорадично
Кенофіти				
<i>Acroptilon repens</i> (L.) DC Степовий гірчак звичайний	багаторічні, коренепаросткові	епекофіт	передньо-азійське	антропогенні місцезростання, Степ і Крим, часто, Лісостеп, зрідка
<i>Amaranthus retroflexus</i> L. Щириця звичайна	малорічні, пізні ярі	епекофіт	північно-американське	антропогенні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. Амброзія полинолиста	малорічні, ранні ярі	епекофіт	північно-американське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, Лівобережжя, центральні райони України, звичайно, на заході - спорадично
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv. Хрінниця крупковидна	багаторічні, стрижнекореневі	епекофіт	південно-європейське і азійське	антропогенні, напівприродні місцезростання, південна частина Лісостепу, Степ, Крим, звичайно, Закарпаття, Прикарпаття, північні райони Лісостепу, спорадично
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. Злинка канадська	малорічні, пізні ярі	агріофіт	північно-американське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Cuscuta campestris</i> Yunck. Повитиця польова	стеблові паразити	епекофіт	північно-американське	антропогенні місцезростання, по всій Україні, спорадично
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et A. Gray Ехіноцистіс лопатевий	малорічні, пізні ярі	агріофіт	північно-американське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, по всій Україні, спорадично
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle Розрив-трава залозиста	малорічні, ранні ярі	ергазіофіт	південно-африканське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, Карпати, Полісся, Лісостеп, спорадично
<i>Impatiens parviflora</i> DC Розрив-трава дрібноквіткова	малорічні, ранні ярі	агріофіт	центрально-азійське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, Карпати, Полісся, Розточчя-Опілля, Лісостеп, звичайно
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. Галінсога дрібноквіткова	малорічні, пізні ярі	епекофіт	південно-американське	антропогенні, напівприродні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Helianthus laetiflorus</i> Pers. Соняшник яскравоквітковий	багаторічні, стрижнекореневі	ергазіофіт	північно-американське	антропогенні, напівприродні місцезростання, Закарпаття, Лісостеп, локально

<i>Helianthus tuberosus</i> L. Соняшник бульбистий	багаторічні, стрижнеко- рениві	ергазіофіт	північно- американське	антропогенні, напівприродні місцезростання, Закарпаття, Розточчя- Опілля, Полісся, Лісостеп, спорадично
<i>Heracleum mantegazzianum</i> Sommier & Levier Борщівник Мантегацци	малорічні, зимуючі	агріофіт	кавказьке	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, Карпати, Полісся, спорадично, Розточчя-Опілля, Лісостеп, зрідка
<i>Iva xanthiifolia</i> Nutt. Чорнощир звичайний	малорічні пізні ярі	епекофіт	північно- американське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, по всій Україні, звичайно
<i>Oxybaphus nyctagineus</i> (Michx.) Sweet Оксибаф нічноцвітий	багаторічні, стрижнеко- рениві	епекофіт	північно- американське	антропогенні, напівприродні місцезростання, Полісся, Лісостеп, спорадично, Степ, зрідка
<i>Reynoutria japonica</i> Houtt. Гірчак гостролистий (японська гречка)	багаторічні, стрижнеко- рениві	агріофіт	західно- азійське	антропогенні, напівприродні місцезростання, Карпати, Розточчя-Опілля, Полісся, Лісостеп, спорадично
<i>Saponaria officinalis</i> L. Мильнянка лікарська	багаторічні, стрижне- мичкувато- корениві або	агріофіт	середземно- морське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, лісові і лісостепові райони України, звичайно, Степ, Крим, спорадично
<i>Senecio viscosus</i> L. Жовтозілля липуче	малорічні, зимуючі	епекофіт	середньо- європейське	антропогенні місцезростання, Закарпаття, Правобережне Полісся, спорадично
<i>Sisymbrium wolgensis</i> M.Bieb. ex Fourn. Сухоребрик волзький	багаторічні, стрижнеко- рениві	епекофіт	східно- понтійське	антропогенні місцезростання, Лісостеп, Степ, спорадично
<i>Solanum cornutum</i> Lam. Паслін рогатий	малорічні, пізні ярі	епекофіт	північно- американське	антропогенні місцезростання, Донецький Лісостеп, Степ, спорадично
<i>Solidago canadensis</i> L. Золотушник канадський	багаторічні, стрижнеко- рениві	епекофіт	північно- американське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, по всій Україні, спорадично
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link Ториліс польовий	малорічні, зимуючі	епекофіт	середземно- морське	антропогенні, напівприродні місцезростання, Закарпаття, Правобережний Лісостеп, рідко, Крим, часто
<i>Xanthium albinum</i> (Widder) H.Scholz Нетреба ельбінська	малорічні, пізні ярі	агріофіт	середземно- морське	антропогенні, напівприродні, природні місцезростання, по всій Україні, звичайно

**РАДІАЦІЙНЕ
ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ**
Масштаб 1:6 000 000

