

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра екології, технології захисту навколишнього сере-
довища та лісового господарства

05-02-336М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни
«Агроекологія»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-науковою програмою 183 «Технології захисту
навколишнього середовища» спеціальності
183 «Технології захисту навколишнього середовища»
денної і заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методично
радою з якості ННІАЗ
Протокол № 4 від 14.12.2021 р.

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Агроекологія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-науковою програмою 183 «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної і заочної форм навчання [Електронне видання] / Колесник Т. М., Вознюк С. Т., Щербачук В. М., Турчина К. П. – Рівне : НУВГП, 2021. – 67 с.

Укладачі: Колесник Т. М., к.с.-г.н, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Вознюк С. Т, д.с-г.н, професор кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства;

Щербачук В. М., к.с.-г.н., генеральний директор ТОВ «Дедденс Агро»;

Турчина К. П, к.с.-г.н, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: М. О. Клименко, доктор с.-г. наук, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Керівник групи забезпечення спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Статник І. І.

© Т. М. Колесник, С. Т. Вознюк, В. М. Щербачук, К. П. Турчина, 2021
© НУВГП, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Практична робота № 1. Оцінка якості ґрунтового покриття господарства за еколого-агрохімічними показниками.....	4
Практична робота № 2. Оцінка основних агрокліматичних умов вирощування рослин	12
Практична робота № 3. Оцінка рівня пестицидного навантаження на агроєкосистему.....	18
Практична робота № 4. Оцінка екологічного стану ландшафтів та ґрунтів агроєкосистем балансовим методом за непрямими показниками.....	23
Практична робота № 5. Прогнозування врожайності основних сільськогосподарських культур за агрокліматичними показниками.....	31
Практична робота № 6. Оцінка біоенергетичної ефективності функціонування агроєкосистеми	36
Практична робота № 7. Проектування збалансованої сівозміни.....	40
Практична робота № 8. Аналіз традиційних та альтернативних систем землеробства.....	45
Практична робота № 9. Екологічний аналіз мінеральних добрив.....	47
Практична робота №10. Управління поживним режимом ґрунтів у агроєкосистемах.....	51
Практична робота №11. Оцінка функціонального стану агроєкосистеми за балансом гумусу та біогенних елементів.....	56
Рекомендована література.....	63
Додатки.....	64

ВСТУП

Підготовка фахівців за напрямом «Технології захисту навколишнього середовища» здійснюється за принципами систематизації та інтеграції знань, отриманих в ході вивчення попередніх дисциплін природничого спрямування. В даних методичних вказівках відображено рекомендації щодо управління структурно-функціональним станом агроєкосистеми за допомогою збалансованих сівозмін та систем застосування добрив. Наведено методики оцінки ефективності функціонування агроєкосистеми за показниками балансу гумусу і біогенних елементів.

Практична робота № 1

Тема: Оцінка якості ґрунтового покриву господарства
за еколого-агрохімічними показниками

Мета: ознайомлення з агроекологічними показниками стану ґрунтів, освоєння методики агроекологічної оцінки ґрунтів

Завдання: 1. На основі еколого-агрохімічного паспорту поля провести агрохімічну оцінку та зведену агроекологічну оцінку ґрунтів поля.

2. Визначити лімітуючі показники еколого-агрохімічної якості ґрунтового покриву поля, розрахувати відсоток їхнього перевищення (зниження) над оптимальними показниками.

3. Спрогнозувати можливі наслідки впливу лімітуючих показників на ріст і розвиток рослин.

*Розрахунки виконуються згідно вихідних даних (див. табл. Д

2.1)

Теоретичні відомості

На сьогодні комплексна агроекологічна оцінка ґрунту (АЕО) в системі ґрунт - рослина - технологія - економіка є основою ведення екологічно збалансованого землеробства, проведення виваженої аграрної реформи, розробки перспективних державних програм щодо підвищення ефективності роботи АПК - однієї з найважливіших складових національної економіки.

Згідно з Указом Президента України № 1018/95 від 02.12.95 р. і наказом Мінсільгоспроду № 336 від 13.12.95 р. в країні проводиться еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок. Її мета — створення інформаційної бази землекористування, що дасть змогу раціональніше використовувати земельні ресурси, планувати заходи з підтримання і підвищення родючості ґрунтів, оптимізувати технології вирощування сільськогосподарських культур, проводити економічну оцінку земель.

Еколого-агрохімічний паспорт поля — це документ, в якому зосереджена інформація про родючість ґрунтів та їх агроекологічний стан. Він розробляється для кожного поля або земельної ділянки на основі матеріалів агрохімічного, радіологічного та інших видів моніторингу ґрунтів, у тім числі на вміст важких металів і решток пестицидів. Цими паспортами обґрунтовують заходи, спрямовані на раці-

ональне використання й підвищення родючості ґрунтів, поліпшення їх агроекологічного стану.

Агрохімічну оцінку якості ґрунту проводять агроекологічним методом з використанням показників, які характеризують його внутрішні властивості, і виражають у балах. За 100 балів взято еталонний ґрунт, інші ґрунти оцінюють відносно еталону.

Агроекологічний стан ґрунту визначають внесенням в агрохімічну оцінку поправки на забруднення його радіонуклідами, важкими металами та пестицидами з урахуванням кліматичних умов території. зрошення, осушення, кислотності, засоленості ґрунтів та ін.

Агрохімічна оцінка ґрунтів поля (земельної ділянки), господарства, інших територіальних одиниць (район, область, республіка) визначає рівень їх окультуреності. Еколого-агрохімічні паспорти включають показники не лише родючості, а й дані про забрудненість ґрунтів токсикантами антропогенного походження, тобто зведені показники агроекологічного стану поля, земельної ділянки, інших територіальних одиниць.

Еколого-агрохімічні паспорти розробляються окремо для різних видів сільськогосподарських угідь: орних земель, багаторічних насаджень, сіножатей, пасовищ, у тім числі для зрошуваних та осушених земель.

Зведені відомості агроекологічної оцінки ґрунтів також складаються окремо по сільськогосподарських угіддях (орні землі, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища, зрошувані та осушені землі).

За потреби визначають *середньозважену оцінку земельних угідь по господарству*, інших територіальних одиницях (район, область, республіка).

Основними показниками, за якими визначають *агрохімічний стан* ґрунтів поля, є: вміст в орному шарі гумусу, азоту (легкогідролізованого), рухомого фосфору, обмінного калію, мікроелементів (мангану, молібдену, цинку, міді, бору, кобальту), а також кислотність ґрунту, ємність катіонного обміну, сума увібраних основ, щільність ґрунту, максимально можливі запаси продуктивної вологи в шарі 0 - 100 см.

Екологічний стан поля визначається рівнем антропогенного забруднення радіонуклідами (цезій-137, стронцій-90), важкими металами (рухомі форми кадмію, цинку, міді, свинцю, ртуті), рештками ДДТ, іншими високотоксичними пестицидами.

Основою для складання еколого-агрохімічного паспорту є дані суцільного ґрунтово-агрохімічного, радіологічного, просторово-пестицидного моніторингу сільськогосподарських угідь, а також обстеження ґрунтів щодо вмісту важких металів і погіршення їхніх агрофізичних властивостей.

Складають еколого-агрохімічні паспорти по кожному туру ґрунтово-екологічного обстеження, тобто через кожні п'ять років.

Весь комплекс робіт проводять на рівні елементарної ділянки площею ріллі в Лісостепу - до 10 га, на Поліссі - до 5 га. На осушуваних землях максимальна площа елементарної ділянки дорівнює відповідно 5 і 3 га, на сіножатях і пасовищах - до 10 га, саду - до 4 га, хмільників - відповідає максимальній площі кварталу. Зразки відбирають з орного шару, а на хмільниках - із двох шарів 0-20 і 20-40 см. Один зразок з елементарної ділянки формують із 20 - 25 проб. Його маса дорівнює 300 - 400 г, він призначений для визначення вмісту рухомого фосфору, обмінного калію і реакції ґрунтового розчину. Для знаходження інших показників формують змішаний зразок із поля (але окремо для кожної ґрунтової відміни).

Методика встановлення *зведеної агроекологічної оцінки* передбачає врахування агрофізичних (максимально можливі запаси продуктивної вологи), фізико-хімічних (обмінна кислотність) та агрохімічних (вміст в орному шарі ґрунту гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, рухомих форм мікроелементів) показників родючості ґрунту, його забрудненості важкими металами, рештками пестицидів, радіонуклідами та ін.

Порядок встановлення агроекологічної оцінки

Агроекологічна оцінка ґрунтового покриву поля визначається на основі даних еколого-агрохімічного паспорту поля, а саме таких блоків – агрономічні властивості ґрунту (фізичні та хімічні) та технологічне навантаження (забруднення радіонуклідами, залишками пестицидів, важкими металами).

1. Визначення агрохімічної оцінки ґрунту

З цієї метою ґрунти поля оцінюють у балах за його агрофізичними і агрохімічними властивостями відносно еталонних величин (але не більш як 100 балів), виводять середній бал усіх оцінюваних показ-

ників, вводять поправки на кислотність ґрунту і після цього визначають агрохімічну оцінку ґрунту (АХО).

$$АХО = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} \cdot K_{pH} \cdot K_{сол}, \quad (1)$$

де B_i - оцінка ґрунту за i -тим показником, балів;

n – кількість показників, що використовували для агрохімічної оцінки.

$$B_i = \frac{\Pi_{i\phi}}{\Pi_{ie}} \cdot 100, \quad (2)$$

де $\Pi_{i\phi}$, Π_{ie} - агрохімічний (агрофізичний) показник відповідно досліджуваного та еталонного ґрунту;

K_{pH} - поправочний коефіцієнт на кислотність (див. табл. 1)

$K_{сол}$ - поправочний коефіцієнт на засоленість та солонцюватість (див. табл. 2).

1.1. Визначаємо оцінку ґрунту за кожним із досліджуваних показників B_i .

Ґрунти з вищим вмістом гумусу, елементів живлення і вологи отримують оцінку також у 100 балів, а з меншим — нижчу за 100 балів.

За еталонний ґрунт взято (оцінено 100 балами) ґрунт, який містить в орному шарі:

- 1) гумусу — 6,2 %;
- 2) легкогідролізованого азоту — 255 мг/кг ґрунту - за Корнфілдом;
- 3) рухомого фосфору — 176 мг/кг - за Чирковим; 201 мг/кг — за Кірсановим; 53 мг/кг — за Мачигінім;
- 4) обмінного калію — 151 мг/кг - за Чиріковим; 213 мг/кг — за Кірсановим; 50 мг/кг — за Мачигінім;
- 5) рухомого бору — 1,5 мг/кг;
- 6) рухомого молібдену — 0,15 мг/кг;
- 7) рухомого мангану — 30 мг/кг;
- 8) рухомого кобальту — 10 мг/кг;
- 9) рухомої міді — 1,5 мг/кг;
- 10) рухомого цинку — 1,5 мг/кг.

За еталонний з оптимальною величиною максимально можливих запасів продуктивної вологи в метровому шарі взято ґрунт із запасом вологи 200 мм.

Наприклад, за вмісту в ґрунті 3,5 % гумусу оцінка його в балах за цим показником становитиме: $B_i = 3,5/6,2 \cdot 100 = 58$ балів.

1.2. Встановлюємо середній бал агрохімічної оцінки ґрунту за вказаними вище показниками, який є середньою арифметичною величиною з оціночних балів за кожним показником.

1.3. Вводимо послідовно поправочні коефіцієнти, в результаті чого отримуємо зведену агрохімічну оцінку ґрунту *АХО*.

1.3.1. Поправочні коефіцієнти на кислотність ґрунтового розчину вста новлюють за даними табл. 1.

Таблиця 1.
Поправочні коефіцієнти на кислотність ґрунтів (K_{pH})

Ґрунт за ступенем кислотності	pH _{сол} для		Коефіцієнт, K_{pH}	
	мінеральних ґрунтів	торфовищ	Полісся	Лісостепу
Близький до нейтральних:	5,6-6,0	>4,8	1,00	0,96
Слабокислий	5,1-5,5	4,2-4,8	0,92	0,89
Середньокислий	4,6-5,0	3,5-4,2	0,85	0,81
Сильнокислий	4,5	3,5	0,74	0,71

1.3.2. Поправочні коефіцієнти на засоленість і солонцюватість ґрунтів

Поправочні коефіцієнти на несприятливі агрокліматичні умови та властивості ґрунту (солонцюватість, підкислення) подані в таблицях 1, 2. Поправочний коефіцієнт на болотні й торфоболотні ґрунти, а також неосушені торфовища - 0,30. Після внесення наведених поправок у зведений показник агрохімічного стану поля отримуємо його еколого-агрохімічну оцінку.

Таблиця 2.

**Поправочні коефіцієнти на засоленість і солонцюватість
ґрунтів**

Ґрунт за ступенем солонцюватості та засолення	Поправочний коефіцієнт, $K_{сол}$
Середньосолонцюватий	0,70
Сильносолонцюватий	0,60
Середньозасолений	0,70
Сильнозасолений	0,50

2. Визначення зведеної агроекологічної оцінки ґрунту

Для цього до зведеної агрохімічної оцінки послідовно вводять поправки на екологічні показники: забруднення радіонуклідами ($K_{рад}$), важкими металами ($K_{вм}$), залишками пестицидів та їх метаболітів (K_n) та поправку на кліматичні умови та меліорації ($K_{кл}$) та ($K_{мел}$):

$$AEO = AXO \cdot K_{вм} \cdot K_{рад} \cdot K_n \cdot K_{кл} \cdot K_{мел}, \quad (3)$$

2.1. Поправочні коефіцієнти на забруднення ґрунтів радіонуклідами

Поправочний коефіцієнт знижується на 1,6% на кожну одиницю Кі в міру зростання рівня забруднення. При забрудненні понад 15 Кі/км² землі виводяться із сільськогосподарського використання.

2.2. Поправочний коефіцієнт на забруднення ґрунту важкими металами вводиться в загальну агрохімічну оцінку через ГДК забруднювача. При одинарному значенні ГДК (наприклад, за миш'яком — 2,0 мг/кг ґрунту) поправка не вводиться, при подвійному (4 мг/кг) агрохімічна оцінка знижується на 4% (тобто поправочний коефіцієнт дорівнює 0,96), при потрійному ГДК (6,0 мг/кг) — на 8% (коефіцієнт 0,92) і т.д. Отже, при збільшенні рівня забруднення на величину ГДК агрохімічна оцінка знижується на 4%. Якщо ґрунт забруднений кількома важкими металами, поправки вносяться на кожний із них (табл. 3).

Наприклад, якщо вміст важких металів перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК) в 2 рази, то оцінку знижують на 4 %, в 3 рази — на 8 % в 4 рази — на 12 % і т.д. (додаємо по 4% на кожен раз перевищення).

Поправочний коефіцієнт відповідно становить:

$$K_{\text{пл}} = \frac{100 - 4}{100} = 0,96;$$

$$K_{\text{пл}} = \frac{100 - 8}{100} = 0,92;$$

$$K_{\text{пл}} = \frac{100 - 12}{100} = 0,88.$$

Таблиця 3.

Поправочні коефіцієнти на забрудненість ґрунтів радіонуклідами

Рівень забруднення Cs ¹³⁷ , Кі/км ²	Коефіцієнт, $K_{\text{рад}}$
до 1,0	1,00
1,1-5,0	1,00-0,94
5,1-10,0	0,95-0,84
10,1-15,0	0,83-0,76

Таблиця 4.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) елементів-забруднювачів у ґрунтах, мг/кг

Елемент	Рухомі форми	Валовий вміст
Миш'як	-	2,0
Кадмій	-	3,0
Мідь	3,0	Фон+35
Ртуть	-	2,1
Свинець	20,0	Фон+20,0
Цинк	23,0	Фон+50,0
Нікель	4,0	Фон+45,0
Марганець	-	1500,0
Хром		0,05
Ванадій	-	150,0

2.3. Поправочні коефіцієнти на забрудненість ґрунту рештками пестицидів

Поправочні коефіцієнти визначаються за таким самим принципом, як і в першому випадку, враховуючи допустимі залишкові кількості пестицидів у ґрунті.

Довідка: ГДК решток ДДТ, його метаболітів та гексахлорану становить 0,1 мг/кг; а 2,4-Д -амінної солі - 0,25 мг/кг ґрунту.

1.4. Поправочний коефіцієнт на кліматичні умови.

Поправочні коефіцієнти встановлюють для адміністративних областей і ґрунтово-кліматичних зон з урахуванням наявності чи відсутності зрошення.

Значення показників, а також агрохімічну і зведену еколого-агрохімічну оцінки в балах записують в еколого-агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки.

Таблиця 5.

Поправочні коефіцієнти для визначення еколого-агрохімічного стану ґрунту з урахуванням кліматичних умов та меліорацій

Область	Поправка на кліматичні умови, $K_{кл}$	Поправка на меліорації, $K_{мел}$
Вінницька	0,94	1,11
Волинь	0,93	1,00
Житомирські	0,92	1,06
Івано-Франківська	0,89	1,00
Київська	0,90	1,08
Кіровоградська	0,80	1,21
Львівська	0,89	1,21
Одеська	0,88	1,00
Полтавська	0,90	1,26
Рівненська	0,96	1,03
Сумська	0,89	1,00
Тернопільська	0,93	1,00
Харківська	0,90	1,13
Хмельницька	0,96	1,03
Черкаська	0,89	1,05
Чернігівська	0,94	1,03

Поправочні коефіцієнти вводять послідовно.

Практична робота №2

Тема: Оцінка основних агрокліматичних умов вирощування рослин

Мета: ознайомитися з методиками оцінки основних агрометеорологічних показників, визначити спектр їх практичного застосування та інтерпретації агрокліматичних даних при оцінці умов функціонування агроєкосистеми

Завдання: 1. На основі вихідних даних оцінити умови тепло та світлозабезпеченості рослин на території їх зростання відповідно до вимог.

2. Оцінити гідротермічні умови території за гідротермічним коефіцієнтом та коефіцієнтом зволоження.

3. Оцінити біокліматичний потенціал території відносно північної межі масового землеробства.

*Розрахунки виконуються згідно вихідних даних (див. табл. Д 2.2)

Теоретичні відомості

Ріст, розвиток і урожайність сільськогосподарських культур істотно залежать від кількості сонячного світла, тепла і вологи, зміни погодних умов, особливостей клімату. Розміщення галузей сільського господарства, зон вирощування сільськогосподарських культур, спеціалізація господарств, системи машин і знарядь, які використовують у сільському господарстві, строки проведення польових робіт, технологічні прийоми великою мірою визначаються кліматом і погодою.

Погодою називають фізичний стан атмосфери в певний момент або інтервал часу, який характеризується сукупністю метеорологічних елементів (величин) і атмосферних явищ.

Метеорологічні величини - це кількісні характеристики стану атмосфери (температура, вологість повітря, швидкість і напрямок вітру, кількість і товщина хмар, інтенсивність опадів, потік радіації і тепла та ін.).

Атмосферне явище є фізичним процесом, який супроводжується різкою (якісною) зміною стану атмосфери (туман, ожеледь, роса, опади, пилова буря, хуртовина тощо).

Клімат - це багаторічний режим погоди, характерний для даної місцевості, зумовлений кількістю сонячної радіації, її перетвореннями у верхньому шарі земної поверхні та пов'язаних із ними циркуляцій ат-

мосфери й океанів. Поєднання фізичних характеристик повітряного або водного середовища, істотних для організмів, які його населяють, називають *кліматопом*.

Агрокліматологія розвивається як галузь кліматології у тісному зв'язку з іншою прикладною галуззю – *біокліматологією* – наукою, яка вивчає чинники, що визначають поширення, функціонування та чисельність організмів у середовищі.

Основні кліматичні чинники середовища (світло, тепло, волога) здійснюють безпосередній і прямий вплив на рослини в основному через ґрунт протягом усього періоду життя і на всій території.

Другорядні кліматичні чинники (вітер, хмарність, туман тощо) відіграють допоміжну роль, коригують дію основних чинників і впливають лише в окремі періоди і на невеликих територіях. Наприклад, вітер ослаблює згубну дію приморозків, хмарність зменшує охолодження ґрунту вночі.

Більшість кліматичних чинників діє на організми градієнтно, тобто інтенсивність чинника визначає екологічну реакцію організмів.

Агрометеорологічні чинники — метеорологічні й гідрологічні величини, які визначають стан і продуктивність агроєкосистем.

Агрометеорологічні умови — режим погоди, що визначається сукупністю метеорологічних і гідрологічних величин, які мають істотне значення для агроєкосистеми і сільського господарства загалом (температура і вологість повітря, ґрунту, сонячна радіація, сніговий покрив, опади, вітер тощо; під час їх дослідження основну увагу приділяють виявленню часових закономірностей).

Агрокліматичні умови — багаторічний режим агрометеорологічних умов (можна розглядати і як агрокліматичні ресурси; під час їх вивчення увагу зосереджують на просторових закономірностях).

Агрокліматичні та агрометеорологічні показники — кількісно виражені просторово-часові зв'язки між агрокліматичними й агрометеорологічними чинниками і характеристиками росту, розвитку, стану, продуктивності, зимостійкості рослин (відображають як вимоги сільськогосподарських культур до клімату, так і реакцію їх на окремі кліматичні параметри чи їх комплекси; вони мають бути інтегральними, мати біологічний і фізичний зміст, бути відносно простими у застосуванні й забезпечувати можливість здійснення кількісних розрахунків на основі масових спостережень).

Ці показники поділяють на групи, які характеризують:

- 1) тепло- і світлозабезпеченість;
- 2) вологозабезпеченість;
- 3) умови перезимівлі;
- 4) бонітет, або загальну оцінку комплексу всіх умов.

Наприклад, агрокліматичні показники *забезпеченості рослин теплом* - суми кліматичних і біологічних температур; *забезпеченості вологою* - суми опадів і запаси продуктивної вологи в ґрунті, показники зволоження.

Порядок оцінювання клімату агросфери

Основними завданнями агрокліматології є оцінювання агрокліматичних ресурсів і розробка пропозицій щодо їх ефективного використання у сільському господарстві.

Методика сільськогосподарського оцінювання клімату і погоди складається в основному з оцінок:

- 1) забезпеченості рослин теплом і світлом;
- 2) забезпеченості рослин вологою;
- 3) умов перезимівлі зимуючих рослин;
- 4) несприятливих для сільського господарства погодних явищ;
- 5) біокліматичного потенціалу території — комплексної оцінки бонітету клімату.

Під *сільськогосподарською продуктивністю клімату* розуміють комплексну характеристику сукупності агрометеорологічних (агрокліматичних) чинників, які створюють умови для формування продуктивності культур (термічний та частково світловий чинники, вологозабезпеченість, умови перезимівлі рослин, несприятливі метеорологічні явища), визначають продуктивність сільськогосподарських культур і загальну біологічну продуктивність за певного техніко-економічного рівня сільськогосподарського виробництва. За визначенням Д.І. Шашка, це *агрокліматичні ресурси певної території*.

У сучасному розумінні *оцінювання агрокліматичних ресурсів* — це виявлення кліматичних можливостей території для отримання сільськогосподарської продукції. Формою представлення агрокліматичних ресурсів є відомості щодо продуктивності культур залежно від кліматичних особливостей території. Раніше під цим розуміли виявлення можливості проходження рослинами усіх стадій розвитку, тому ресурси

мали розмірність гідрометеорологічних елементів або були безрозмірними величинами.

В усіх випадках агрокліматичні ресурси виражають за допомогою спеціальних показників.

1. Оцінювання світло- та теплозабезпеченості рослин

Світлові ресурси оцінюються за інтенсивністю і сумою інтегральної радіації та ФАР за певний період, числом годин сонячного сяйва, геліотермічним показником Жесліна (добуток суми температур на тривалість дня) та ін.

Термічні ресурси ґрунту характеризують сумами температур, що перевищують 0, 5, 10, 15 °С на глибинах відповідно 3. 10. 20. 25 см. сумами температур, нижчих за 0, -5, -10, -15 °С. коефіцієнтом прогрівання ґрунту — відношенням суми температур ґрунту понад 10 °С до суми температур повітря понад 10 °С.

Теплові ресурси території і теплозабезпеченість рослин оцінюють за такими показниками, як сума активних і ефективних температур, сума біокліматичних температур, сума температурних показників (термофізіологічних індексів), сума ступеневих значень температури та ін.

Для агрокліматичної характеристики території за теплозабезпеченістю доцільніше застосовувати суми активних температур з виключенням із підрахунку днів з низькою і високою температурами, які затримують розвиток рослин.

Суми кліматичних температур виражають загальні ресурси тепла в певній місцевості і складаються із середніх добових температур повітря за період з температурами, які не гальмують розвиток рослин (понад 10 °С).

Суми біологічних температур виражають потреби рослин у теплі і є сумами середніх добових температур за період вегетації рослин даного виду і сорту.

Суми біокліматичних температур виражають кількість тепла, яке забезпечує щорічне *достигання рослин або* настання господарсько цінних фаз розвитку. Чисельно суми біокліматичних температур дорівнюють сумах біологічних температур за кліматичної теплозабезпеченості цієї суми на 80 - 90 %, що в умовах основних сільськогосподарських районів відповідає збільшенню суми біологічних температур на 200 - 300 °С (для гарантії настання певної фази розвитку).

2. Оцінювання вологозабезпеченості рослин

Для характеристики зволоження використовують прямі і побічні показники. До *прямих належать* запаси продуктивної вологи в шарах ґрунту 0-20 і 0 - 100 см (мм), до *побічних* — гідротермічний коефіцієнт Селянинова, коефіцієнти зволоження Колоскова, Шашко, Сляднева, Сенникова, Сапожникової, Кельчевської та ін.

Вологозабезпеченість рослин оцінюють за співвідношенням ресурсів вологи та її кількості, потрібної рослинам.

Для оцінювання вологозабезпеченості території Д.І. Шашко запропонував показник атмосферного зволоження — *коефіцієнт річного зволоження* K_3 :

$$K_3 = \frac{r}{\sum d} , \quad (1)$$

Для оцінки тепло- та вологозабезпеченості доцільно використовувати *гідротермічний коефіцієнт (ГТК)* Г.Т. Селянинова:

$$ГТК = \frac{r}{0,1 \cdot \sum t_{>10^{\circ}C}} , \quad (2)$$

де

r — сумарна кількість опадів за певний період, мм;

$\sum t_{>10^{\circ}C}$ — сума температур повітря понад $10^{\circ}C$ за той самий пері-

од;

$\sum d$ — сума дефіциту вологості повітря за той самий період, гПа.

За *показником вологозабезпеченості* виділяють такі *зони*:

I — надлишкового зволоження, або дренажу, $ГТК > 1,3$;

II — забезпеченого зволоження, $ГТК = 1,0 \dots 1,3$;

III — посушливу, $ГТК = 0,7 \dots 1,0$;

IV — сухого землеробства, $ГТК = 0,5 \dots 0,7$;

V — суху, або іригації, $ГТК < 0,5$.

Наведені показники характеризують умови атмосферного зволоження і не завжди точно — стан вологозабезпеченості рослин, тому до уваги треба брати зволоження кореневмісного шару ґрунту, яке визначається його водним режимом. Це пояснюють досить тісним кореляційним зв'язком між урожайністю сільськогосподарських культур і запасами вологи в ґрунті.

Найліпші умови для отримання високих урожаїв зернових культур за весняної сівби створюються при $ГТК$ - 1,0... 1,4, для післяжнивних і післяжнивних культур — 1,4 - 1,6.

За середніми багаторічними значеннями $ГТК$ у період найбільшої потреби сільськогосподарських культур у воді (червень - серпень) на території України виділено такі зони (за М.Ф. Цупенком):

1 - оптимальних значень ($ГТК = 1,3-1,6$) - охоплює райони на захід і на північ від лінії Глухів - Київ - Білопілья - Вінниця - Чернівці (Полісся);

2 - слабкопосушлива ($ГТК = 1,0... 1,3$) - з північного заходу обмежена лінією зони 1, а з півдня - лінією Затишшя (Одеська обл.) - Гайворон - Бобринець - Кіровоград - Полтава - Харків - Куп'янськ (Лісостеп);

3 - посушлива ($ГТК = 0,7... 1,0$) - з півдня обмежена лінією Маріуполь - Мелітополь - Михайлівка (Запорізька обл.) - Миколаїв - Біляївка (Одеська обл.) (Степ);

4 - дуже посушлива ($ГТК = 0,4...0,7$) - на південь від посушливої зони.

3. Біокліматичний потенціал територій

Одним з основних методів оцінювання агрокліматичних ресурсів є оцінювання ґрунтів певної території за показниками *потенційної біологічної продуктивності*, який враховує спільний вплив тепло- і вологозабезпеченості території на продуктивність рослин і являє собою *біокліматичний потенціал (БКП)* території.

$$БКП = K_{p(K_3)} \frac{\sum t_{ак}}{\sum t_{ак(баз)}}, \quad (3)$$

де

$K_{p(K_3)} \approx \lg(20K_3)$ - коефіцієнт росту за річним показником атмосферного зволоження (K_3), тобто відношення врожайності в даних умовах вологозабезпеченості до максимальної урожайності в умовах оптимальної вологозабезпеченості (за $K_3 = 0,50$ створюються оптимальні умови для вологозабезпеченості рослин, при цьому $K_{p(K_3)} = 1,00$);

$\sum t_{ак}$ - сума середніх добових температур повітря за період активної вегетації в певному місці (сума активних температур);

$\sum t_{ак(баз)}$ - базисна сума середніх добових температур повітря за період активної вегетації, тобто сума, відносно якої здійснюють порівняння.

Базисні суми активних температур диференційовані так:

1000 °С — для порівняння продуктивності певної території з продуктивністю на межі масового польового землеробства (найчастіше *БКП* розраховують на основі цієї суми);

1900 °С — для порівняння з середньою продуктивністю, характерною для південно-тайгової зони;

3100 °С — для порівняння з продуктивністю за оптимальних умов росту в помірному поясі.

За допомогою *БКП* оцінюють ресурси тепла і вологи місцевості без урахування вимог окремих культур та їхніх сортів, що не дає змоги вирішувати завдання агрокліматичного обґрунтування розміщення і технологій вирощування культур повною мірою, але є досить вагомим показником впливу клімату на формування рослинних угруповань і їх розповсюдження по території України.

Агрокліматичні показники і проведені на їх основі районування дають змогу вирішувати завдання розміщення галузей сільськогосподарського виробництва, диференціації меліоративних заходів, визначення потенційної продуктивності клімату тощо.

Практична робота № 3

Тема: Оцінка рівня пестицидного навантаження на агроєкосистему

Мета: *освоєння оцінки рівня пестицидного навантаження на агроєкосистему*

Завдання: 1. На основі вихідних даних про застосування пестицидів у господарстві оцінити рівень пестицидного навантаження на агроєкосистему сівозміни.

2. Обґрунтувати доцільність контролю залишкових кількостей пестицидів у продукції рослинництва, ґрунтах, поверхневих і ґрунтових водах.

*Розрахунки виконуються згідно вихідних та допоміжних даних (див. табл. Д.1.1-1.3.)

Теоретичні відомості

Врожайність будь-якої сільськогосподарської культури визначається умовами вирощування, серед яких важливе місце посідає захист рослин від таких несприятливих факторів як хвороби та шкідники. Захист рослин від хвороб та шкідників забезпечується непрямими (організаційно-господарський, агротехнічний) та прямими методами – хімічний та біологічний, імунологічний, фізичний а також інтегрований (комплексний).

В основі біологічного методу захисту лежить застосування в якості захисних засобів біологічних паразитів шкідників або речовин біологічного походження – гормонів ферментів і т.д. які отримуються шляхами екстракції чи біосинтезу. В основі хімічного методу захисту лежить застосування синтетичних органічних чи неорганічних отруйних речовин (пестицидів)/

Пестициди – узагальнююча назва групи токсичних речовини хімічного чи біологічного походження, які призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких уражуються рослини, тварини, люди, завдається шкода матеріальним цінностям, а також гризунів, бур'янів, деревної, чагарникової рослинності, смітних видів риб.

Пестициди класифікують:

- 1) за об'єктами, проти яких вони застосовуються;
- 2) за способом проникнення і характером впливу на шкідливі мікроорганізми;
- 3) за хімічним складом.

Побічними наслідками застосування пестицидів є забруднення сільськогосподарської продукції, ґрунту, водойм, загибель корисних організмів, погіршення здоров'я людини. Формування стійких популяцій шкідливих організмів знижує ефективність пестицидів, що потребує постійного їх вдосконалення і підвищення рівня токсичності.

Токсичність пестицидів - це їх здатність призводити до порушення життєдіяльності організмів людини і тварин (*отруєння*) або рослин (*фітотоксичність*).

Фітотоксичність виявляється у пригніченні росту, зміні темпів розвитку, зниженні продуктивності. Розрізняють *гостру* і *хронічну* форми фітотоксичності. За гострої спостерігаються некрози, опіки, деформації, засихання органів рослин через певний час після застосування

препаратів. Хронічна зумовлена тривалою дією пестицидів, виявляється поступово, хоча й призводить до тих самих наслідків.

Біологічну активність пестициду характеризують показником ДДД. Нижче наведено класифікацію пестицидів за значеннями ДДД:

Клас небезпечності	ДДД, мг/кг маси тіла
I. Високонебезпечні	До 0,002
II. Небезпечні	0,0021 - 0,005
III. Помірно небезпечні	0,0051 - 0,020
IV. Малонебезпечні	Понад 0,020

Щоб запобігти перевищенню ДДД, встановлюють допустимі рівні вмісту пестицидів в об'єктах навколишнього середовища:

Для обмеження надходження пестицидів в організм людини з повітрям та крізь шкіру встановлено *строки виходу людей (діб)* на оброблені пестицидами площі для виконання ручних і механізованих робіт із догляду за рослинами.

Сукупність вимог щодо зберігання, транспортування та застосування пестицидів називають *регламентом*. Усі відомості про регламенти і нормативи застосування окремих препаратів, які забезпечують необхідні ефективність та безпечність, наведені в «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Негативні екологічні наслідки застосування пестицидів зумовлені такими їхніми властивостями:

- ступенем стійкості пестицидів до розкладу на безпечні сполуки;
- здатністю мігрувати в ґрунті, воді, повітрі;
- довжиною біологічних ланцюгів і в зв'язку з цим – здатністю виявляти свою дію далеко за межами території, де вони були застосовані.

Всі ці властивості в комплексі і визначають шляхи та ступінь міграції пестицидів у біосфері.

Важливим показником екологічної толерантності ґрунтового покриву території до пестицидного навантаження є індекс самоочищення ($I_{с.о.}$), який визначається експериментально і залежить від властивостей переважаючих типів ґрунтів досліджуваної території.

Індекс самоочищення – відносний показник, що визначає рівень самоочисної здатності ґрунтів від пестицидів. Розподіл території України на зони та зональні значення індексів самоочищення території від пестицидів наведено нижче.

Осереднені індекси самоочищення основних територіальних агроєко-токсикологічних одиниць від пестицидів:

I. Поліська зона дерново-підзолистих типових і оглеєних ґрунтів - $I_{c.o.}=0,5$

II. Лісостепова зона чорноземів типових і сірих лісових опідзолених ґрунтів:

1. Західна, центральна, лівобережна низинні провінції - $I_{c.o.}=0,6$

2. Лівобережна висока провінція

2.1. Північно-західна підпровінція - $I_{c.o.}=0,7$

2.2. Східна підпровінція - $I_{c.o.}=0,55$

III. Степова зона чорноземів звичайних і південних

3. Дністровсько-Дніпровська провінція - $I_{c.o.}=0,5$

4. Дніпровсько-Донецька провінція - $I_{c.o.}=0,3$

5. Донецька провінція - $I_{c.o.}=0,4$

6. Азово-Причорноморська провінцій - $I_{c.o.}=0,3$

7. Кримська провінція - $I_{c.o.}=0,3$

IV. Сухостепова зона темно-каштанових і каштанових ґрунтів - $I_{c.o.}=0,2$

V. Зона буроземних ґрунтів Українських Карпат

8. Передгірна провінція бурувато-підзолистих

поверхнево оглеєних ґрунтів - $I_{c.o.}=0,75$

9. Закарпатська низинна провінція лучно-буроземних оглеєних ґрунтів - $I_{c.o.}=0,78$.

Порядок оцінки рівня пестицидного навантаження на агроєкосистему сівозміни

Враховуючи індекс самоочищення та обсяги і асортимент застосовуваних пестицидів, визначають рівень пестицидного навантаження на територію за такими показниками:

- 1) інтегральний ступінь небезпечності застосовуваних пестицидів (C);
- 2) екотоксикологічну дозу ($D_{екот}$);
- 3) інтегральний показник пестицидного навантаження (V);
- 4) агроєкотоксикологічний індекс ($AETI$);

Агроекологічну оцінку застосованого асортименту пестицидів можна встановлювати за такими показниками:

- 1) коефіцієнт вибірковості дії (*КВД*);
- 2) коефіцієнт екологічного навантаження (*КЕН*).

Методики розрахунків вказаних показників та агроекологічної оцінки пестицидного навантаження наведено в практикумі*.

1. Визначають середньовиважений інтегральний ступінь небезпечності застосовуваних пестицидів *C*:

$$C = \frac{C_{H1} \cdot m_1 + C_{H1} \cdot m_1 + C_{Hn} \cdot m_n}{M},$$

(1)

де $C_{H1}, \dots, C_{Hn}$ - інтегральний ступінь небезпечності окремого пестициду;

m - маса окремого пестициду, кг;

M — сумарна маса пестицидів, кг (M і m — розраховують за препаратом, для гранульованих — за діючою речовиною);

n - кількість застосованих пестицидів.

Інтегральний ступінь небезпечності окремого пестициду отримують згідно токсиколого-гігієнічної та екотоксикологічної класифікацій і визначають за формулою:

$$C_H = (K_A + K_B) - 1,$$

(2)

де K_A і K_B — класи небезпечності пестициду відповідно за категоріями А (за токсиколого-гігієнічною класифікацією) та Б (за екотоксикологічною класифікацією).

2. Знаходять усереднене навантаження пестицидів на територію — екотоксикологічну дозу $D_{ект}$, кг/га:

$$D_{ект} = \frac{M}{S},$$

(3)

де M - сумарна маса пестицидів, кг;

S - площа території, на якій застосовано пестициди, га (для садів, що плодоносять, цю площу множать на коефіцієнт 3, що враховує абсорбційну поверхню листків).

3. Обчислюють *індекс самоочищення території* (I_{co}), який характеризує її толерантність до пестицидного навантаження як середньозважений за типами ґрунтів оцінюваної території.

4. Визначають *інтегральний показник* V :

$$V = \frac{D_{ект}}{C \cdot I_{co}}, \quad (4)$$

5. Розраховують *агрокотоксикологічний індекс* ($AETI$):

$$AETI = \frac{10 \cdot V \cdot (1 + V)^3}{(1 + V)^4 + 5000}, \quad (5)$$

За значення $AETI$:

$AETI < 1$ - забруднення навколишнього середовища пестицидами малонебезпечне;

$\leq 1 AETI < 4$ - середньонебезпечне;

$\leq 4 AETI < 7$ від 4 до 7 – підвищенонебезпечне;

$\leq 7 AETI < 10$ - високонебезпечне.

Планувати застосування пестицидів треба так, щоб значення $AETI$ не перевищувало 1. За $AETI > 1$ обов'язково проводять контроль вмісту залишкових кількостей пестицидів у продукції, ґрунті, воді.

Практична робота № 4

Тема: Оцінка екологічного стану ландшафтів та ґрунтів агроєкосистем балансовим методом за непрямими показниками

Мета: ознайомлення зі стабілізуючими та дестабілізуючими показниками стану ландшафтів та ґрунтів, освоєння балансового методу оцінки екологічного стану ландшафтів та ґрунтів

Завдання: 1. На основі топографічного плану басейну річки з елементами картографування ґрунтового покриву виділити основні типи ґрунтів та визначити площу їхнього поширення, встановити мінімальний та максимальний ухил земної поверхні в межах басейну та оцінити їх локалізацію.

2. На основі плану структури земельного фонду басейну річки виділити основні цільові категорії земель та встановити їх площу. Визначити лімітуючі показники еколого-агрохімічної якості ґрунтового покриву поля,

розрахувати відсоток їхнього перевищення (зниження) над оптимальними показниками.

1. Спрогнозувати можливі наслідки впливу лімітуючих показників на ріст і розвиток рослин.
2. На основі топографічного плану басейну річки виділити еколого-технологічні групи земель, розрахувати їхній відсоток від загальної площі басейну та вказати, які технологічні операції з обробітку таких земель допустимо застосовувати і рекомендувати доцільні типи землекористування на землях кожної з груп.

*Розрахунки виконуються згідно вихідних даних (у викладача) та результатів розрахунків, отриманих при виконанні попередніх практичних робіт.

Теоретичні відомості

Природний ландшафт і його компоненти (грунти, рослинність, води) утворюють самовідтворювальну систему, яка в процесі тривалої еволюції стала стійкою проти дії чинників природного походження, які дестабілюють ситуацію - геотектонічних, водних, атмосферних і т. п. Існує багато прикладів того, що ландшафт, який не використовується в сільськогосподарському виробництві, в більшості випадків є стійким. Всі його компоненти знаходяться в гармонійній взаємодії та утворюють єдине ціле, яке характеризується деяким потенціалом стійкості.

Проте більшість природних ландшафтів зазнають антропогенних перетворень. Найбільш масштабним видом антропогенних перетворень є сільськогосподарське освоєння, тобто перетворення або пристосування компонентів ландшафту у різні види сільгоспугідь – сіножаті, пасовища, багаторічні плодово-ягідні насадження, рілля. Кожен вид угідь утворює агроєкосистему. Більшість агроєкосистем зазнають впливу таких заходів як оранка, внесення добрив, меліорантів, застосування пестицидів і ін., які зазвичай зменшують стійкість агроєкосистем, за винятком лише тих випадків, коли компенсація негативної дії інтенсифікації землеробства здійснюється на нормативній основі, тобто, не допускається втрати частини гумусу, погіршення агрофізичних властивостей, розвитку ерозійних процесів ґрунтів.

Тому вченими було систематизовано природні чинники на такі, які зумовлюють стійкість ландшафту та антропогенні чинники, які її зменшують. На основі співставлення цих двох груп чинників (непря-

мих показників) і розроблено балансовий метод оцінки екологічного стану ландшафтів та ґрунтів агроєкосистем.

Порядок встановлення оціни

Методика оцінки агроєкологічного стану ґрунтів за непрямыми показниками передбачає співставлення розгорнутих характеристик екологічної стійкості ландшафту (ЕС) і факторів, які дестабілізують екологічну ситуацію (ДФ). Кожен з факторів, які формують екологічну стійкість чи нестійкість ландшафту, оцінюють кількісно, в умовних балах (у долях одиниці). Останні одержують з допоміжних таблиць. Потім знаходять середнє геометричне значення з умовних балів окремо для ЕС і ДФ. Кінцевою метою розрахунків є арифметична різниця між ЕС і ДФ, яка називається *сумарною екологічною оцінкою (СО)*.

Далі, аналізуючи окремі складові ЕС і ДФ, визначаються можливі несприятливі наслідки надмірного навантаження на агроландшафт і зміст комплексу заходів, направлених на його оздоровлення.

При $CO=0$, рівень антропогенного вантаження на агроландшафт можна визнати допустимим. Такими ж слід рахувати всі позитивні значення. Негативні значення свідчатимуть про критичний і навіть загрозливий екологічний стан агро ландшафту, що вимагає впровадження невідкладних заходів з його поліпшення. Серед останніх найбільше значення матимуть заходи, які сприяють стабілізації навколишнього середовища, тобто зменшують розораність, розширюють впровадження протиерозійних заходів, безвідходних виробництв і т.п..

Назвемо фактори екологічної стійкості ландшафту в цілому і ґрунтового покриття зокрема (ЕС).

1) *Ґрунтовий покрив* (типи ґрунтів, % від площі сільгоспугідь, експлікація еродованих земель, гумусованості ґрунтів, гранулометричного складу, характеристика колоїдного комплексу ґрунтів), $ЕС_1$.

Як еталон екологічно стійкого ґрунтового покриття приймається чорноземний ґрунт середнього і важкого гранулометричного складу, автоморфного залягання, який містить близьку до оптимальної величини кількість гумусу, а в його колоїдному комплексі переважають полівалентні катіони.

2) *Кількість земель з ухилом менше 2^0* , % до площі сільськогосподарських угідь, $ЕС_2$.

Як еталон з присвоєнням найвищого балу прийнятий рівнинний агроландшафт з домінуванням стійких до водної і вітрової ерозії ґрун-

тів. У міру зменшення частини рівнинних територій зростає загроза розвитку ерозійних процесів, міграції елементів, розповсюдження забруднювачів і в цілому знижується геологічна стійкість господарства.

2) *Лісистість* (ліс + лісові смуги + чагарники), % до загальної площі господарства, ЕС₃.

Таблиця 1.

Ґрунтовий покрив (застосовується для Українського Лісостепу), ЕС₁

Ґрунти та їх властивості	% від загальної площі сільськогосподарських угідь	Оцінка індексу в частках від одиниці
Чорноземи типові, потужні, опідзолені, темно-сірі, середнього і важкого гранулометричного складу, нееродовані і слабоеродовані із вмістом гумусу в орному шарі 4,5-5,5% і обмінного кальцію в колоїдному комплексі більше 85%	>80	1,0
	80-70	0,8
	70-60	0,6
	60-50	0,4
	<50	0,2

Таблиця 2.

Кількість земель з похилом менше 2⁰, ЕС₂

% від загальної площі сільськогосподарських угідь	Оцінка індексу
100-90	1,0
90-80	0,8
80-70	0,6
70-60	0,4
<60	0,2

Таблиця 3.

Лісистість, ЕС₃

% від загальної площі сільськогосподарських угідь	Оцінка індексу
>30	1,0
30-20	0,8
20-10	0,6
<10	0,4

4) *Питома вага сільськогосподарських угідь, які стабілізують агроландшафт* (багаторічні трави, луки, пасовища), % до загальної площі господарства, ЕС₄.

Роль цих двох чинників у формуванні стійкості агроландшафту очевидна і не вимагає додаткових коментарів.

Таблиця 4.

Частка стабільних сільськогосподарських угідь, ЕС₄

% від загальної площі сільськогосподарських угідь	Оцінка індексу
>50	1,0
50-40	0,8
40-30	0,6
30-20	0,4
<20	0,2

5) *Густина гідрографічної мережі*, км/км² від загальної площі, ЕС₅.

Цей чинник характеризує розчленовану рельєфу і діє протилежно в порівнянні з вище наведеними чинниками. Річки і водосховища при надійному захисті водозахисних зон не є чинником, що дестабілізує екологічну ситуацію. Разом з тим при значній величині цього чинника потрібні додаткові протиерозійні заходи, мабуть, навіть за відсутності антропогенної діяльності.

Таблиця 5.

Густина гідрографічної сітки, ЕС₅

Довжина річок, км на 1 км ² загальної площі території	Оцінка індексу
<0,2	1,0
0,2-0,4	0,8
0,4-0,6	0,6
0,6-0,8	0,4
>0,8	0,2

Назвемо фактори, які дестабілізують екологічну ситуацію (ДФ):

1) *Сільськогосподарська освоєність території*, % сільгоспугідь до загальної площі господарства, ДФ₁.

Найбільш стійким в екологічному відношенні умовно прийнято господарство, де сільськогосподарська освоєнність не перевищує 60%. Цей еталон виправданий тим, що в господарствах з відносно хорошим

екологічним станом в нашій країні і особливо за її межами (навіть у фермерів західноєвропейських країн) сільськогосподарська освоєність ніколи не перевищує 60%. На жаль, більшість розвинених в аграрному відношенні регіонів України (у чорноземній Лісостеповій і Степовій зонах) мають освоєність набагато вище.

2) *Розораність*, % від площі сільськогосподарських угідь, ДФ₂.

В цілому екологічна стійкість агроландшафтів значною мірою обумовлюються сприятливим співвідношенням між ріллею і стабільними компонентами сільськогосподарських угідь (лісами, луками, пасовищами, багаторічними насадженнями). Тому за еталон допустимої розораності прийнято 50%. В цьому випадку виявляється можливим тільки за допомогою методів організації території сформувати культурний екологічно безпечний ландшафт. Із збільшенням площі сільськогосподарських угідь, що розорюються, загроза ерозійних явищ, міграції і розповсюдження токсикантів зростає і у той же час помітно звужуються можливості самого ґрунту зв'язувати ксенобіотики в недоступні для рослин речовини через посилення аридизації і дегуміфікації в еродованих ґрунтах.

Таблиця 6.

Сільськогосподарська освоєність території, ДФ₁

% від загальної площі басейну річки (господарства)	Оцінка індексу
<60	0,2
60-70	0,4
70-80	0,6
80-90	0,8
>90	1,0

Таблиця 7.

Розораність, ДФ₂

% від загальної площі сільськогосподарських угідь	Оцінка індексу
<50	0,2
50-60	0,4
60-70	0,6
70-80	0,8
>80	1,0

3) *Хімічні навантаження* (добрива + пестициди + гербіциди) кг/га в рік, ДФ₃.

Як еталон взято так звані екологічно обґрунтовані дози. Умовні еталонні дози (100 кг N+P+K+ 1-2 кг пестицидів) в Україні істотно жорсткіші, ніж ті, що існують в деяких країнах Заходу. Наприклад, в Швеції, широко відомій країні своїм сприятливим екологічним станом, існують ліміти тільки по відношенню до азоту (не більше 100 кг в рік).

4) *Механічне навантаження*, т*км/га в рік, ДФ₄.

Як еталон використовуються параметри із західноєвропейських країн, які є також менш жорсткими, чим радянський ГОСТ (1986), який регламентує допустиме питоме навантаження на ґрунт. Для розрахунків потрібно знати, які машини є в господарстві (перш за все їх вагу) і як вони фактично використовуються, тобто, сумарний за відстанню їх прохід по полю протягом року.

Таблиця 8.

Хімічне навантаження, ДФ₃

Кількість діючої речовини на 1 га сільськогосподарських угідь в рік	Оцінка індексу
<100 (добрива) + 1 (пестициди)	0,2
100-200 + 1-3	0,4
200-300 + 3-5	0,6
300-400 + 5-7	0,8
>400 + >7	1,0

Таблиця 9.

Механічне навантаження, ДФ₄

Загальна маса с.г. техніки і відстань, яку вона проходить по полю, т*км/га в рік	Оцінка індексу
<50	0,2
50-100	0,4
100-150	0,6
150-200	0,8
>200	1,0

5) *Кількість населення*, чол./км² x число сіл, ДФ₅;

Таблиця 10.

Густота населення, ДФ₅

Чол/км ² * число сіл	Оцінка індексу
<50	0,2
50-100	0,4
100-150	0,6
150-200	0,8
>200	1,0

6) *Концентрація тваринництва*, умовна голова/100 га сільгоспугідь, ДФ₆.

Як еталон прийняті величини 50 і 100 відповідно. Відзначимо, що такі показники (особливо другий) істотно нижчі за західноєвропейські стандарти. Відразу ж підкреслимо, що ці чинники в наших сільськогосподарських регіонах не лімітують екологічну ситуацію.

Таблиця 11.

Концентрація сільськогосподарських тварин, ДФ₆

Кількість голів на 100 га сільськогосподарських угідь	Оцінка індексу
<100	0,2
100-125	0,4
125-150	0,6
150-275	0,8
>175	1,0

7) *Коефіцієнт розміщення екологічно небезпечних об'єктів* (селища, тваринницькі приміщення, склади хімічних засобів) - по відношенню до рельєфу (вододіл, схил, балка), по відношенню до водосховищ (у межах водозахисної зони або поза нею), ДФ₇.

На жаль, досить часто тваринницькі приміщення і склади хімічних речовин розміщуються поблизу балок, водосховищ, у межах водозахисних зон, що погіршує екологічну стійкість господарства. В тому випадку, якщо господарство розміщується поблизу джерел техногенних викидів, їх кількість повинна бути врахована в екологічній оцінці.

Як наголошувалося вище, для зменшення збитків при впровадженні екологічно збалансованих систем землеробства потрібно, щоб

властивості ґрунтів більш-менш відповідали вимогам вирощуваних культур. Для цього у викладену вище методику вводиться блок *додаткових критеріїв*, за допомогою яких розраховується міра (коефіцієнт) відповідності. На даному етапі ці критерії визначені для чорноземних ґрунтів важкого переднього гранулометричного складу.

Таблиця 12.

Розташування екологічно небезпечних об'єктів, ДФ₇

Розташування	Оцінка індексу
На вододілі	0,2
На схилі	0,6
В долині чи поблизу водойми	1,0

Знаходимо середнє геометричне значення з умовних балів окремо для *ЕС* і *ДФ* за формулами:

$$EC = (EC_1 \cdot EC_2 \cdot \dots \cdot EC_n)^{\frac{1}{n}},$$

(1)

$$ДФ = (ДФ_1 \cdot ДФ_2 \cdot \dots \cdot ДФ_m)^{\frac{1}{m}},$$

(2)

Встановлюємо *сумарну екологічну оцінку (СО)*:

$$СО = ЕС - ДФ.,$$

(3)

Далі, аналізуючи окремі складові ЕС і ДФ, визначаємо можливі несприятливі наслідки надмірного навантаження на агроландшафт і зміст комплексу заходів, направлених на його оздоровлення. Зрозуміло, що впровадження екологічно безпечних систем землеробства повинно істотним чином поліпшити агроландшафт, але жодним чином не зможе запобігти небезпеці, якщо вона є наслідком низької ЕС або надмірно інтенсивного рівня соціально-екологічних чинників (високі показники розораності, щільності населення, концентрації тваринництва).

Практична робота № 5

Тема: Прогнозування врожайності основних сільськогосподарських культур за агрокліматичними показниками

Мета: *Ознайомитися з методикою прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними показниками та навчитися застосовувати існуючі методи прогнозування в умовах оцінки потенційної врожайності сільськогосподарських культур*

Завдання: 1. Систематизувати існуючі сьогодні методи прогнозування врожайності сільськогосподарських культур.

1. Згідно вихідних даних та результатів попередньої практичної роботи розрахувати потенційну врожайність двох сільськогосподарських культур і виразити її у природній біомасі основної та побічної продукції.

2. Перерахувати спрогнозовану біомасу врожаю основної та побічної продукції у зернові та кормові одиниці.

3. Порівняти вихід кормових та зернових одиниць двох заданих сільськогосподарських культур та зробити висновок про ефективність їх вирощування.

4. Розрахувати % реалізації потенціалу врожайності заданих культур за фактичних умов (за середньою врожайністю із «Статистичного щорічника») та виявити причини зменшення фактичної урожайності.

6. Зробити загальні висновки за результатами роботи (за пунктами виконаних завдань).

Рекомендації до виконання

1. Прогнозування продуктивності агроecosистеми за коефіцієнтом використання ФАР

При програмуванні продуктивності посівів розглядають два рівні врожаю: потенціальний і реально (дійсно) можливий. Потенціальний урожай біомаси ($Y_{\text{біол}}$, ц/га) розраховують за величиною фотосинтетичної активності сонячної радіації або ФАР (Q), і коефіцієнтом використання ФАР (K_o) за формулою:

$$Y_{\text{біол}} = \frac{Q \cdot K_o}{100}, \quad (1.1)$$

Для перерахунку потенціального врожаю абсолютно сухої біомаси на врожай зерна (Y , ц) або іншої рослинної продукції при стандартній вологості (W) користуються формулою:

$$Y = \frac{100 \cdot Y_{\text{біол}}}{(100 - W) \cdot a}, \quad (1.2)$$

де a -сума частин у співвідношенні основної і побічної продукції у загальному врожаї біомаси

Наприклад, це співвідношення для озимої пшениці=1:1,5, тому $a=2,5$.

Коефіцієнт використання ФАР (K_o) залежить від рівня вологозабезпечення і тому коливається від 42% до 88% залежно від гранулометричного складу мінерального ґрунту.

2. Прогнозування продуктивності агроєкосистеми методом еталонних врожаїв (Г.Х.Тоомінга)

Цей метод передбачає три категорії продуктивності агроєкосистеми (урожаїв) (див. табл.1.1).

Відносне випаровування або коефіцієнт зволоження характеризує не лише конкретні умови водного режиму, а частково і тепловий режим. При $E/E_0=1$ умови для росту рослин ідеальні, при $E/E_0<2$ ріст рослин практично неможливий через значний дефіцит вологи.

Величина ФАР, яка визначає ПУ, на території нашої країни варіює в значних межах. У середньому по країні територіальні зміни дефіциту вологи більші, ніж величини ФАР.

К. к. д. зернових залежить від суми ФАР: чим більша сума ФАР, тим менший к. к. д.

Коефіцієнт K_e для зернових культур варіює в межах 0,3-0,6, енергетична цінність їх становить в середньому 18,45 кДж/г.

Таблиця 1.1.

Категорії продуктивності агроєкосистеми (врожаїв)

№ за п.	Категорія продуктивності агроєкосистеми	Необхідні умови для забезпечення заданого рівня продуктивності	Фактори, що визначають величину продуктивності	Розрахункова залежність
1.	<i>Потенційна</i>	ідеальні метеорологічні умови за належної агротехніки	величина ФАР і біологічні властивості культур і сортів	$Y_{\pi} = \frac{10 \cdot K_e \cdot \eta \cdot \sum Q}{g}$
2	<i>Реально можлива</i>	реальні метеорологічні умови	урожай, що сформувався за оптималь-	$Y_{PM} = Y_{\pi} \cdot \frac{E}{E_0}$

		за належної агротехніки	них умов водно-теплогового режиму; підвищити рівень ПУ можна лише селекцією	
3	Одержана на виробництві (прогнозована)	реальні метеорологічні умови за існуючої агротехніки	урожай, що сформувався за реальних умов водно-теплогового режиму, рівня родючості ґрунту та агротехніки	$Y_B = \frac{(A_0 \cdot X_0 + A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2) \pm A_3 \cdot K}{100}$

Примітка: пояснення до формул:

η - потенційний к. к. д. культури чи сорту, тобто к. к. д. за ідеальних погодних умов, %;

$\sum Q$ - сума ФАР за вегетаційний період, кДж/см²;

K_c - коефіцієнт господарської ефективності урожаю;

g - енергетична цінність культури, кДж/г.

E - випаровування за період вегетації, мм;

E_0 - випаровуваність за цей самий період, мм.

A_0 - ціна одного балу бонітету, кг/бал;

X_0 - бонітет ріллі, бал;

A_1 - норма органічних добрив, т/га;

X_1 - *окупність 1 т органічних добрив урожаєм, кг/т*;

A_2 - норма мінеральних добрив, кг/га д.р.;

X_2 - *окупність 1 кг д.р. мінеральних добрив урожаєм, кг/кг*;

A_3 - урожайний еквівалент ГТК при відхиленні його конкретного значення від середньо багаторічної норми, кг/ГТК_{норм};

K - відхилення конкретного значення ГТК від середньобагаторічної норми, долі від 1.

Потенційний к. к. д. характеризує максимальну біологічну ефективність культури чи сорту. Для зернових культур він становить 3-4%. При низькій родючості ґрунту потенційний к. к. д. значно нижчий.

3. Перерахунок врожаю основної та побічної продукції у зернові та кормові одиниці проводять за допомогою коефіцієнтів:

$$Y_{ZO} = Y \cdot K_{ZO}, \quad (1.3)$$

$$Y_{KO} = Y \cdot K_{KO}, \quad (1.4)$$

де: Y – відповідно прогнозований врожай біомаси основної (побічної) продукції у стані стандартної вологості, ц/га;

K_{30} – коефіцієнт перерахунку врожаю біомаси стандартної вологості у зернові одиниці, долі від 1;

K_{KO} – коефіцієнт перерахунку врожаю біомаси стандартної вологості у кормові одиниці, долі від 1.

5. Відсоток (рівень) реалізації потенціалу продуктивності агроєкосистеми оцінюють згідно формули:

$$P_{\Pi} = \frac{Y_{\text{прогн}}}{Y_{\text{факт}}}, \quad (1.5)$$

де: $Y_{\text{прогн}}$ – рівень прогнозованого врожаю сукупної біомаси (ОП+ПП), розрахований одним із вище запропонованих методів ц/га з.од.;

$Y_{\text{факт}}$ – фактичний рівень урожаю у виробничих умовах, ц/га з.од.

Рекомендації до оформлення результатів роботи

Результати практичної роботи оформлюємо у вигляді звітної таблиці 3.4.1.

Загальні висновки за результатами виконаної роботи робимо на основі аналізу даних табл. 3.1.1 за пунктами поставлених завдань.

Розв'язати задачі:

Задача 1. Встановити рівень прогнозованого врожаю зерна пшениці озимої (який можна отримати за даних агроґрунтових умов при ідеальній агротехніці), якщо:

- 1) ціна одного балу бонітету ріллі = 0,8 ц/бал;
- 2) бонітет ріллі = 78 балів;
- 3) норма мінеральних добрив = 180 кг/га д.р.;
- 4) окупність 1 кг д.р. мінеральних добрив урожаєм = 0,5кг/кг;
- 5) урожайний еквівалент ГТК при відхиленні його конкретного значення від середньобагаторічної норми = 0,3 кг/ГТК_{норм};
- 6)- відхилення конкретного значення ГТК від середньобагаторічної норми : (ГТК_{норма}=1,15, відхилення ГТК= -20%)

Задача 2. Встановити рівень реалізації врожаю, який можливо було отримати на виробництві, якщо фактична врожайність пшени-

ці складає 48 ц/га зерна та 65 ц/га соломи; бонітет ріллі дорівнює 63 бали, ціна 1-го бала бонітету – 0,41 ц/га зернових одиниць, добрива не вносилися, ГТК_{норм}=1,00, ГТК_{факт}=0,70; урожайний еквівалент ГТК = 3 ц/га зернових одиниць. Співвідношення між основною і побічною продукцією для пшениці становить 0,4:0,6. Еквівалент зернової одиниці для основної продукції = 1,00, для побічної продукції = 0,32.

Сума ФАР за період вегетації становить 2890 МДж/м², калорійність зерна дорівнює 18,45 кДж/г. Співвідношення між основною і побічною продукцією у структурі врожаю: 0,4:0,6, потенційний к. к. д. ФАР для пшениці становить 3,5%.

Практична робота № 6

Тема: Оцінка біоенергетичної ефективності функціонування агроєкосистеми

Мета: *ознайомитися з методикою оцінки біоенергетичної ефективності функціонування агроєкосистеми та навчитися застосовувати її в практичних цілях*

Завдання:1. Розподілити витрати антропогенної енергії за окремими складовими заданої сільськогосподарської культури.

2. Розрахувати величину акумульованої енергії в біомасі врожаю с/г культури, виходячи з урожайності

3. Розрахувати величину акумульованої енергії у відтвореній родючості ґрунту (за даними балансу гумусу (групового складу) та рухомих форм елементів живлення ґрунту, рН ґрунтового розчину).

4. Оцінити біоенергетичну ефективність функціонування агроєкосистеми за всіма розглянутими у роботі показниками

Зробити загальні висновки за результатами роботи (за пунктами виконаних завдань).

Таблиця 1

Звітність прогнозування врожайності основних сільськогосподарських культур за агрокліматичними показниками території _____ географічної частини _____ адміністративної області

Культура	Одиниці врожаю, ц/га	Період вегета- ції		ФАР за пері- од веге- тації, МДж /га	Уро- жайніст ь факт, ц/га		Прогноз врожаю біомаси																	
		дата	днів				за коефіцієнтом. використання ФАР						Методом Тоомінга											
							У _{факт}		У _{біол}				У _П				У _{PM}				У _В			
							ОП	ПП	ОП+	ОП	ПП	Рп	ОП+	ОП	ПП	Рп	ОП+	О П	П П	Р п	ОП+	О П	П П	Р п
							ОП	ПП	ОП+	ОП	ПП	Рп	ОП+	ОП	ПП	Рп	ОП+	О П	П П	Р п	ОП+	О П	П П	Р п
	У а.с. р. біомаси																							
	У ст.в. біомаси																							
	У ст.в. к.о.																							
...	У а.с. р. біомаси																							
	У ст.в. біомаси																							
	У ст.в. к.о.																							

Рекомендації до виконання

1. Розрахунок коефіцієнта енергетичного еквівалента.

Оцінка біоенергетичної ефективності застосування того чи іншого агротехнічного заходу чи цілого комплексу заходів проводиться на основі *коефіцієнта енергетичного еквівалента* K_{ee} ., запропонованого Медведовським О.К., Іваненко П.І. [5]. Згідно їхніх робіт K_{ee} розраховується за формулою:

$$K_{ee} = \frac{E_y}{E_a}, \quad (1)$$

де E_y - енергія, акумульована в урожаї, МДж/га;

E_a - витрати антропогенної енергії на вирощування і збирання врожаю, МДж/га.

Витрати антропогенної енергії розраховуються у формі таблиць 3.2.1-3.2.3. згідно технології вирощування заданої сільськогосподарської культури.

Агротехнічний захід або технологію вирощування сільськогосподарських культур можна вважати енергоефективною, якщо дотримується умова: $K_{ee} > 1$.

7. Визначення коефіцієнта біоенергетичної ефективності функціонування агроєкосистеми проводиться за загальною формулою:

$$K_{bee} = \frac{A}{E_a}, \quad (2)$$

де: A – величина сумарної біоаккумуляції енергії, МДж/га;

K – сумарні витрати антропогенної енергії на вирощування і збирання врожаю, зберігання, приведені до одного року, МДж/га.

Приріст біоаккумуляції енергії (на прикладі агрофітоценозу) розраховується за формулою:

$$A = E_y + E_{ПКР} + \Delta E_r, \quad (3)$$

де: E_y - енергія, акумульована в урожаї (основна та побічна продукція), МДж/га;

$E_{ПКР}$ - енергія, акумульована у пожнивно-коренових рештках, МДж/га;

ΔE_r - приріст енергії, акумульованої в енергопотенціалі ґрунту (приріст енергії запасів гумусу, фосфору, калію, кальцію) , приведений до одного року, МДж/га.

Рекомендації до оформлення результатів роботи

Результати практичної роботи оформлюємо у вигляді таблиць. Форми звітних таблиць наведено нижче (табл.3.2.1-3.2.2).

4. Якщо економічно обґрунтована структура посівів не відповідає екологічним нормативам, то визначити, які саме нормативи порушені та розробити нову екологічно обґрунтовану структуру посівів, максимально враховуючи економічні потреби, на основі якої виконати завдання 2-3.

5. Встановити показники, на основі яких розраховуватиметься порівняльна економічна ефективність впровадження двох варіантів сівозмін.

4. Зробити загальні висновки за результатами роботи (за пунктами виконаних завдань).

Таблиця 2

Витрати матеріалів у технологічних процесах вирощування _____

Стаття енерговитрат		Паливо		Електроенергія	Машини, механізми			Праця людини	Матеріали		
		бензин	дизельне		марка	час роботи	річний норматив зносу обладнання,		добрива		пестициди
									органічні	мінеральні	
Енергоемність		МДж/кг	МДж/кг	МДж/кВт		год/га	%	МДж/л юд-год	МДж/кг	МДж/кг	МДж/кг
Витрати матеріалів (енергії) у технологічному циклі		кг/га	кг/га	кВт-год/га		год/га		люд-год/га	кг/га	кг/га	кг/га
Технологічний захід	дискування стерні у 2 проходи										
	оранка на зяб на глибину 20 см										
											
Разом впродовж технології											

Таблиця 3

Біологічна акумуляція енергії в процесі вирощування _____

Стаття біоаккумуляції енергії		Показник (урожайність/баланс)	Енергоємність, МДж/кг	Величина біоаккумуляції енергії, МДж/га
біомаса	ОП, кг/га			
	ПП, кг/га			
	ОП+ПП, кг/га			
	Відходи, кг/га			
Родючість грунту (баланс)	гумусу, кг/га			
	фосфору, кг/га			
	калію, кг/га			
	CaCO ₃ , кг/га			

Практична робота № 7

Тема: Проектування збалансованої сівозміни

Мета: навчитися проектувати збалансовані сівозміни залежно від агрокліматичних, агрогрунтових та соціально-економічних умов господарства

Завдання: 1. Ознайомитися з основними ознаками збалансованої сівозміни, використовуючи теоретичний матеріал лекцій.

2. Оцінити економічно обгрунтовану структуру посівних площ за екологічними нормативами та збалансувати її

3. Запроектувати збалансовану сівозміну згідно вихідних даних.

Рекомендації до виконання

1. Перевіряємо екологічну доцільність і можливість реалізації заданої економічно обгрунтованої структури посівних площ в сівозмінах господарства

З цією метою нормативи насичення полів сівозмін окремими групами сільгоспкультур [3, табл.Б.11]. Якщо задана структура посівів не відповідає екологічним вимогам, то розробляємо рекомендації щодо її оптимізації.

2. Проектуємо структуру сівозмін згідно наступних принципів:

1) У прийнятті нами структурі посівів знаходимо найбільше спільне кратне, ділимо кожен показник структури на нього і визначаємо загальне число полів, що може задовільнити таку сівозміну. Якщо полів більше 10-12, то доцільно розбити сівозміну на 2-3 так, щоб у кожній було не менше 4- полів.

2) Після цього будуємо сівозміни, маючи на увазі, що необхідно:

2.1) чітко враховувати спеціалізацію господарства: ведучі культури визначають характер використання кращого попередника для неї і подальшого науково обгрунтованого чергування культур у сівозміні (у льоносіючих господарствах характер використання кращого попередника у сівозміні визначає льон, у бурякосійних - цукрові буряки і т. ін.);

2.2) рельєф території господарства визначає характер використання його елементів (верхню частину схилів і вододільних плато

відводять для вирощування польових культур - польові сівозміни; нижню частину схилу і заплави відводять під кормові, овочеві культури, які вимагають більшого забезпечення вологою і поживними речовинами);

2.3) враховувати особливості кліматичних умов - опади, температурний режим, тривалість вегетаційного періоду, час настання весняних і перших осінніх приморозків, стан снігового покриву та ін.);

2.4) всі культури сівозміни необхідно розміщувати після кращих попередників, але без шкоди для інших культур, тобто оцінювати попередник не тільки у прямій дії, але й у післядії;

2.5) враховувати ступінь розвитку ерозійних процесів на схилах, на основі якого обґрунтовується впровадження ґрунтозахисних сівозмін;

2.6) при вирощуванні багаторічних трав особливу увагу необхідно звертати на підбір покривної культури (тої, під яку доцільно їх підсівати);

2.7) враховувати особливості ґрунтового покриву: тип, гранулометричний склад, оструктуреність, ступінь окультурення ґрунту.

Таблиця 1.

Екологічне обґрунтування структури посівних площ господарства

№ за п.	Агробіологічна група (культура)	Норматив для земель		Напрямок збалансування структури посівів у межах земель		Екологічно збалансована структура посівів для земель	
		I-ї ЕТГ	II-ї ЕТГ	I-ї ЕТГ	II-ї ЕТГ	I-ї ЕТГ	II-ї ЕТГ
1	Зернові всього						
	-озимі						
	-ярі						
2.							
...							
Разом				Σ	Σ	Σ	Σ

Таблиця 2.

Розподіл екологічно обґрунтованої структури посівних площ земель I-ї ЕТГ на сівозміни

№	Агробіологі-	% у екологічно	Загальна кількість	Кількість полів у
---	--------------	----------------	--------------------	-------------------

за п	чна група (культура)	збалансованій стру- ктурі посівів	полів за найменшим спільним кратним	сівозміні №		
				1	2	3
...						
Разом						
Ротація сівозміни, Р, років						
Тип сівозміни						
Вид сівозміни						

3. Класифікуємо запроєктовані нами сівозміни за типом та видом, встановлюємо тривалість ротації.

4. Складаємо план впровадження та освоєння сівозміни

Впровадженою вважається сівозміна, проект якої перенесено на територію землекористування господарства.

Освоєна сівозміна — це та, в якій дотримуються межі полів, а розміщення культур по полях і попередниках відповідає прийнятій схемі.

Впровадження сівозміни – етап створення сівозміни, який передбачає проектування сівозміни на основі екологічно та економічно обґрунтованої структури посівних площ без перенесення її в натуру.

Освоєння сівозміни — це етап поступового переходу від запроєктованої сівозміни на до прийнятого чергування культур в натурі, який триває 2-3 роки.

Отже, складаємо *план переходу до прийнятої сівозміни* — таблицю, у якій подано фактичне розміщення культур на період освоєння сівозмін.

Перехідний план повинен відповідати таким вимогам: виконання планових завдань виробництва продукції землеробства з одиниці площі в роки освоєння сівозміни; підвищення врожайності всіх культур і валових зборів у роки переходу.

3.Складаємо ротаційну таблицю сівозміни, виходячи із прийнятої кількості полів у просторі.

Ротаційна таблиця — план розміщення культур по полях на ротацію.

Рекомендації до оформлення результатів роботи

Результати практичної роботи оформлюємо у вигляді таблиць. Форми звітних таблиць наведено нижче.

Таблиця 3.

Ротаційна таблиця сівозміни № 1

Поле сіво- зміни у часі		Поле сівозміни у просторі				
№	Рік	1	2	3	4	5
1	2011					
2	2012					
...	...					

Практична робота № 8

Тема: Аналіз традиційних та альтернативних систем землеробства

Мета: ознайомитися з особливостями ведення інтенсивної та альтернативних систем землеробства та сформуванати власні пріоритети щодо складових землеробства

Завдання: 1. Ознайомитися з основними типами альтернативних систем землеробства, використовуючи теоретичний матеріал лекцій.

2. Ознайомитися з типами альтернативних систем господарства, використовуючи заздалегідь підготовлені та обговорені на лекції інтернет-ресурси.

3. Побудувати порівняльну таблицю аналізу систем землеробства за такими ключовими їх елементами: система обробітку ґрунту, система насінництва, система застосування добрив, система захисту рослин, система утилізації побічної продукції, інші характерні ознаки.

4. Зробити загальні висновки за результатами роботи (за пунктами виконаних завдань).

Рекомендації до виконання

1. Вивчаємо основні історичні типи систем землеробства та їх елементи, виділяємо ключові відмінності.

Результати аналізу заносимо до табл.1.

Таблиця 1

Аналіз основних історичних типів систем землеробства

№ за п.	Основний елемент СЗ	Історичний тип СЗ		
		екстенсивна	інтенсивна	адаптивна

1	Система	обробітку ґрунту			
2		насінництва			
3		застосування добрив			
4		захисту рослин			
5		утилізації побічної продукції			

3.Аналізуємо основні типи альтернативних систем ведення сільського господарства Результати аналізу заносимо до табл.3.4.2.

Таблиця 2

Аналіз основних альтернативних систем ведення сільського господарства

№ п.п.	Визначальна риса	Система влаштування сільського господарства		
		Перма-культура	Натуральне господарство	Родинне помістя
1	Місце виникнення			
2	Період виникнення			
3	Основний принцип господарювання			
4	Площа господарства, га			
5	Кількість зайнятих людей, чол			
6	Засоби обробітку ґрунту			
7	Засоби оструктурення ґрунту			
8	Засоби удобрення			
9	Засоби захисту рослин			
10	Поводження із побічною продукцією			

4. Аналізуємо існуючі системи землеробства

Результати аналізу заносимо до порівняльної таблиці 3.

Таблиця 3

Аналіз основних типів сучасних систем землеробства

№ за п.	Тип СЗ	Базові принципи			Пріоритети	Заборони
		обробіток ґрунту	система застосування добрив	система захисту рослин		
1	<i>Органічна</i>					
2.	<i>Біологічна</i>					

3.	<i>Органо-біологічна</i>					
4.	<i>Біодинамічна</i>					
5	<i>Ландшафтно-екологічна</i>					
6	<i>Екологічна</i>					
7	<i>Інтегрована</i>					
8	<i>Точна</i>					

Загальні висновки за результатами роботи робимо на основі пунктів виконаних завдань.

Практична робота № 9

Тема: Екологічний аналіз мінеральних добрив

Мета: навчитися класифікувати мінеральні добрива за агрохімічними формами

Завдання:1. Побудувати логічну схему-ряд зростання непродуктивних втрат основних типів мінеральних добрив (азотних, фосфорних, калійних) на ґрунтах легкого та важкого гранулометричного складу, де вказати статті та % втрат.

2. Побудувати логічну схему заходів попередження непродуктивних втрат азоту, фосфору та калію міндобрив (організаційних, агротехнічних, агрохімічних) та забруднення НПС на ґрунтах легкого та важкого гранулометричного складу.

3. Побудувати логічну схему позитивних та негативних впливів мінеральних добрив на властивості ґрунту за основними типами та формами простих міндобрив.

4. Класифікувати азотні, фосфорні та калійні міндобрива за агрохімічними формами і вказати для кожної форми міндобрив найбільш доцільні типи ґрунтів України (за генезисом і гранс-кладом) та прийоми застосування.

5. Розрахувати мінімальну дозу азотних добрив, що викличе початок евтрофікації водойми згідно вихідних даних.

6. Зробити висновок за п. 4 та п.5 завдання.

Рекомендації до виконання

1. Будуємо логічну схему-ряд зростання непродуктивних втрат основних типів мінеральних добрив

Звертаємо увагу на такі основні типи непродуктивних втрат мінодобрив: денітрифікація, інфільтрація, ерозійні втрати, співосадження та переведення у недоступні форми.

2. На основі попередньої схеми будуємо логічну схему заходів попередження непродуктивних втрат азоту, фосфору, калію мінодобрив та забруднення НПС.

Звертаємо увагу на такі основні типи заходів попередження непродуктивних втрат мінодобрив: організаційні, агротехнічні, агрохімічні. Забруднення НПС враховуємо на для всіх елементів екосистеми (грунт, атмосферне повітря, поверхневі та ґрунтові води, продукція рослинництва).

3. Будуємо логічну схему позитивних та негативних впливів мінеральних добрив на властивості ґрунту за основними типами та формами простих мінодобрив.

Під час побудови схеми враховуємо два основні ефекти від застосування добрив: окультурення ґрунту та деградація ґрунту.

4. Класифікуємо азотні, фосфорні та калійні мінодобрива за агрохімічними формами та вказуємо для кожної форми мінодобрив найбільш доцільні типи ґрунтів України (за генезисом і ґранскладом) та прийоми застосування.

Завдання виконуємо у формі таблиці

5. Розраховуємо мінімальну дозу азотних добрив, що викличе початок евтрофікації водойми.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунків

№ за п.	Показник	Одиниця вимірювання	Варіант завдання		
			1	2	3
1	Водозбірна площа ставка	га	214	180	262
2	Площа водного дзеркала ставка	га	0,72	0,48	0,54
3	Середня глибина ставка	м	2,2	1,9	2,0
4	Наявний вміст нітратного азоту у воді ставка	мг/л	0,80	0,75	0,70
5	Вимивання нітратного азоту добрив із ґрунту полів	%	18,5	18,3	20,2
6	Вміст нітратного азоту, що викликає початок евтрофікації	мг/л	0,95	0,95	0,95

Розрахунки виконуємо у формі таблиці

Таблиця 2

***Розрахунок дози азотних добрив,
що виникає евтрофікацію водойм***

№ за п.	Показник	Одиниця вимір.	Варіант завдання		
			1	2	3
1.	Ємність ставка	кг/га			
2	Кількість азоту, яка необхідна для початку евтрофікації	кг/м ³			
		кг			
3	Кількість азоту, яка має бути вимита до початку евтрофікації	кг/га			
4	Максимально допустима доза азотних добрив	кг/га			

Таблиця 3

Класифікація та принципи застосування основних форм простих мінеральних добрив

Тип	Агрохімічна форма	Приклад	Грунти доцільного застосування за показником			Елементи-антагоністи	Прийоми застосування
			pH	гран. склад	переважаючі катіони		
Азотні	міндобрива						
	нітратні						
	амонійні						
	...						
Фосфорні	водорозчинні						
	...						
	...						
	...						
Калійні	концентровані						
	...						
	...						
	...						

Практична робота № 10

Тема: Управління поживним режимом ґрунтів у агроєкосистемах

Мета: навчитися встановлювати норми мінеральних добрив для забезпечення заданого рівня врожаю, розподіляти їх на дози за прийомами застосування та підбирати найбільш раціональні форми мінодобрив.

Завдання: 1. Ґрунтуючись на заданих показниках рівня екологізації системи землеробства, прийняти зональну норму насичення ріллі органічними добривами та розподілити її між культурами вже запроектованої сівозміни (практична робота №3).

2.Ґрунтуючись на попередніх розрахунках планової урожайності сільськогосподарських культур сівозміни та середніх показниках врожайності для заданої агрокліматичної зони, встановити норми мінеральних добрив (діючої речовини) балансово-розрахунковим методом, які забезпечуватимуть отримання відповідно планового та середнього врожаю.

3.Користуючись рекомендаціями науково-дослідних установ, враховуючи показники рівня забезпеченості ґрунтів рухомими формами елементів живлення, встановити норми мінеральних добрив для культур запроектованої сівозміни

5.Враховуючи агрохімічні та агроєкологічні показники родючості ґрунтового покриву полів сівозміни та біологічні потреби певної сільськогосподарської культури сівозміни, підібрати найбільш раціональні агрохімічні форми простих мінеральних добрив та розподілити норми на дози за прийомами застосування.

6.Зробити висновки за результатами виконаної роботи згідно попередніх пунктів завдання.

Рекомендації до виконання

1.*Приймаємо зональну норму насичення ріллі органічними добривами*, враховуючи заданий рівень екологізації системи землеробства (див. табл.10.1.) та розподіляємо її між культурами вже запроектованої сівозміни (практична робота №7).

2.Визначаємо норми мінеральних добрив (діючої речовини) балансово-розрахунковим методом, які забезпечуватимуть отримання заданого рівня врожаю:

Таблиця 1

Екологічна класифікація систем землеробства за нормами внесення органічних добрив та індексом екологізації (за М.К. Шиколою)

Рівень екологізації землеробства	Індекс екологізації, Іе	Зональні норми насичення ріллі органічними добривами, т/га					
		Степ		Степ	Лісостеп		Західне Полісся
		сухий	посушливий		Ліво-бережний	Право-бережний	
Органічне (біологічне) землеробство							
Найвищий	0	14	18	22	26	30	34
Екологічне землеробство							
Інтенсивний	4-1	14	18	22	26	30	34
Наростаючий	15-5	8-13	10-27	11-21	13-25	16-29	18-33
Промислове (техногенно-хімічне) землеробство							
Спадний	16-25	5-7	6-9	7-10	8-12	9-15	10-17
Низький	>25	4	5	6	7	8	9

2.Визначаємо норми мінеральних добрив (діючої речовини) балансово-розрахунковим методом, які забезпечуватимуть отримання заданого рівня врожаю:

Таблиця 2

**Розподіл органічних добрив між культурами сівозміни за заданого рівня екологізації системи землеробства (Іе=___)
Зональна норма насичення ріллі зносм = _____ т/га**

Культура сівозміни	Зональна норма насичення ріллі органічними добривами, т/га (природна вологість)			
	гній підстилковий ВРХ напівперепрілий	торфогноєвий компост	солома +N ₁₀	сидерат
....				
В сумі за ротацию, т/га				
В середньому за рік, т/га				

Потребу сільськогосподарських культур в елементах живлення за результатами агрохімічного обстеження полів на за-

плановану врожайність можна визначити за формулою М.М. Городнього (1993):

$$H = \frac{100 \cdot U \cdot B - \Gamma \cdot K_z - 10 \cdot N \cdot b \cdot K_o}{K_m}, \quad (6.1)$$

де: H — розрахункова норма поживної речовини, кг/га;

U_n — планова урожайність основної продукції, т/га;

B — винос поживних речовин однією тоною основної продукції і відповідною кількістю побічної, кг/га;

Γ — запас доступних поживних речовин в орному шарі ґрунту, кг/га;

K_z — коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту, %;

N — кількість органічних добрив, т/га;

b — вміст поживних речовин в органічному добриві, %;

K_o — коефіцієнт використання поживних речовин із органічних добрив, %;

K_m — коефіцієнт використання поживних речовин із мінерального добрива, %.

Розрахунки виконуємо у формі таблиці 3.

Таблиця 3

Визначення норм мінеральних добрив для забезпечення запланованого рівня врожаю

№ за п.	Стаття розрахунків		Ланка сівозмінні (с-г культу- ра)		
			поле 1	поле 2	поле 3
1.	Рівень врожаю ОП, U , ц/га	ДМУ			
		середній			
2	Винос ЕЖ , B , кг/т	N			
		P ₂ O ₅			
		K ₂ O			
3	Запас доступних ЕЖ в орному шарі ґрунту, Γ , кг/га	N			
		P ₂ O ₅			
		K ₂ O			
4	Надходження ЕЖ з органічними добривами, $10N \cdot b$, т/га	N			
		P ₂ O ₅			
		K ₂ O			
5	Коефіцієнт використання ЕЖ з міндобрив, K_m , %	N			
		P ₂ O ₅			
		K ₂ O			

6	Коефіцієнт використання ЕЖ з органічних добрив, K_o , %	N			
		P_2O_5			
		K_2O			
7	Коефіцієнт використання ЕЖ з ґрунту, K_z , %	N			
		P_2O_5			
		K_2O			
8	Розрахункова норма діючої речовини мінодобрива, на рівень ДМУ, $H_{ДМУ}$, кг/га	N			
		P_2O_5			
		K_2O			
9	Розрахункова норма діючої речовини мінодобрива, на рівень $U_{сер}$, $H_{Uсер}$, кг/га	N			
		P_2O_5			
		K_2O			

3. Встановлюємо норми мінеральних добрив для культур запроєктованої сівозміни, використовуючи рекомендації науково-дослідних установ

Розрахунки виконуємо у формі таблиці 4.

Таблиця 4

Визначення норм добрив за рекомендаціями науково-дослідних установ

№ за п.	Стаття розрахунків		Ланка сівозміни (с-г культура)		
			поле 1	поле 2	поле 3
1	Плановий рівень врожаю, ц/га				
2	Норма д.р. мінодобрив рекомендована, кг/га	N			
		P_2O_5			
		K_2O			
3	Вміст доступних форм ЕЖ в ґрунті, мг/кг	N			
		P_2O_5			
		K_2O			
4	Рівень забезпеченості ґрунту доступними ЕЖ	N			
		P_2O_5			
		K_2O			
5	Поправочний коефіцієнт на рівень забезпеченості ґрунту доступними ЕЖ, K	N			
		P_2O_5			
		K_2O			
6	Норма діючої речовини мінодобрива скоригована, кг/га	N			
		P_2O_5			
		K_2O			

4. Підбираємо найбільш раціональні агрохімічні форми простих мінеральних добрив та розподіляємо норми на дози за прийомами застосування.

При підборі форм добрив та розподілі норми на дози враховуємо агрохімічні та агроекологічні показники родючості ґрунтового покриву полів сівозміни та біологічні потреби певної сільськогосподарської культури сівозміни

Розподіл добрив виконуємо у формі таблиці 5.

На цьому етапі при розподілі добрив за формами на дози важливо враховувати умови сумісного (змішаного) внесення добрив. Для цього користуються довідковою таблицею змішування добрив.

Таблиця 5

Розподіл норм добрив на дози за прийомами та формами застосування

№ п.	Стаття розрахунків			Ланка сівозміни (с-г культура)		
				поле 1	поле 2	поле 3
1	Норма ЕЖ міндобрив, кг/га	N				
		P ₂ O ₅				
		K ₂ O				
2	Прийом удобрення	основне	доза, кг/га	N		
				P ₂ O ₅		
				K ₂ O		
			форма міндобрива	N		
				P ₂ O ₅		
				K ₂ O		
			фізична вага, кг/га	N		
				P ₂ O ₅		
				K ₂ O		
			тип заробки	N		
				P ₂ O ₅		
				K ₂ O		
		припосівне	доза, кг/га	N		
				P ₂ O ₅		
				K ₂ O		
			форма міндобрива	N		
				P ₂ O ₅		
				K ₂ O		
			фізична вага, кг/га	N		
				P ₂ O ₅		
				K ₂ O		

		підживлення	тип заробки	N			
				P ₂ O ₅			
				K ₂ O			
			доза, кг/га	N			
				P ₂ O ₅			
				K ₂ O			
			форма мін-добрива	N			
				P ₂ O ₅			
				K ₂ O			
			фізична вага, кг/га	N			
				P ₂ O ₅			
				K ₂ O			
			тип заробки	N			
				P ₂ O ₅			
				K ₂ O			

Практична робота № 11

Тема: Оцінка функціонального стану агроєкосистеми за балансом гумусу та біогенних елементів

Мета: навчитися розраховувати баланс гумусу та біогенних елементів у сівозміні та оцінювати функціональний стан агроєкосистеми і обґрунтовувати потребу в органічних та мінеральних добривах за показниками екологічних нормативів насичення органікою та інтенсивності балансу біогенних елементів.

Завдання: 1. Грунтуючись на заданих показниках рівня екологізації системи землеробства та попередньо запроєктованої системи застосування добрив у сівозміні (див. практичну роботу № 10), розрахувати баланс гумусу та біогенних елементів для кожної культури сівозміни.

2. Розрахувати баланс гумусу та біогенних елементів для ротації сівозміни в цілому.

3. Оцінити баланси гумусу та біогенних елементів за показниками балансу та інтенсивності балансу для ротації та кожної культури сівозміни і зробити висновок про рівень збалансованості запроєктованої системи застосування добрив.

4. Обґрунтувати доцільність збільшення (зменшення) норм органічних добрив та мінеральних добрив під культурами сівозміни та за ротацію сівозміни в цілому.

5.Зробити висновки за результатами виконаної роботи згідно попередніх пунктів завдання.

Рекомендації до виконання

1. Баланс гумусу (N, P_2O_5, K_2O) за ротацію сівозміни розраховуємо як суму відповідних балансів для кожного поля сівозміни за формулою:

$$B_p = \sum_{i=1}^n B_{\Pi} , \quad (7.1)$$

де: B_p – баланс гумусу (N, P_2O_5, K_2O) за ротацію сівозміни, т/га;
 B_{Π} – баланс гумусу (N, P_2O_5, K_2O) для i -го поля сівозміни (сільськогосподарської культури сівозміни, т/(га рік);
 n – кількість полів сівозміни.

2. Баланс гумусу (N, P_2O_5, K_2O) для кожного поля сівозміни розраховуємо за формулою:

$$B_{\Pi} = H - B, \quad (7.2)$$

де: H – величина надходження гумусу (N, P_2O_5, K_2O) для i -го поля сівозміни (під сільськогосподарською культурою), т/(га рік) (кг/(га рік));

B – величина витрат гумусу (N, P_2O_5, K_2O) для i -го поля сівозміни (під сільськогосподарською культурою), т/(га рік) (кг/(га рік));

3. Надходження гумусу (величина гуміфікації) для i -го поля сівозміни розраховуються за формулою:

$$H_{\Gamma} = H_{OD} \cdot K_{\Gamma}^{OD} \cdot K_{CP}^{OD} + (X + Z) \cdot K_{\Gamma}^{PP} \cdot K_{CP}^{PP}, \quad (7.3)$$

4. Надходження азоту для i -го поля сівозміни розраховуються за формулою (кг/га):

$$H_N = N_{MD} + H_{OD} \cdot C_N^{OD} \cdot K_{CP}^{OD} + H_n \cdot C_N^n \cdot K_{CP}^n + Y_{OP} \cdot K_{CF} + N_{BF} + N_O, \quad (7.4)$$

5. Надходження фосфору для i -го поля сівозміни розраховуються за формулою (кг/га):

$$H_{P_2O_5} = P_{2O_5MD} + H_{OD} \cdot C_{P_2O_5}^{OD} \cdot K_{CP}^{OD} + H_n \cdot C_{P_2O_5}^n \cdot K_{CP}^n, \quad (7.5)$$

6. Надходження калію для i -го поля сівозміни розраховуються за формулою (кг/га):

$$H_{K_2O} = K_{2OMD} + H_{OD} \cdot C_{K_2O}^{OD} \cdot K_{CP}^{OD} + H_n \cdot C_{K_2O}^n \cdot K_{CP}^n, \quad (7.6)$$

де: N_{MD} , P_2O_{5MD} , K_2O_{MD} – відповідно норма діючої речовини азоту фосфору та калію мінеральних добрив, кг/га;

H_{OD} – норма органічного добрива, внесеного під культуру, кг/га;

C_N^{OD} , $C_{P_2O_5}^{OD}$, $C_{K_2O}^{OD}$ – відповідно вміст азоту, фосфору та калію у органічному добриві (у перерахунку на абсолютно суху речовину добрива), долі від одиниці;

K_{CP}^{OD} , K_{CP}^{PP} , K_{CP}^H – коефіцієнт вмісту сухої речовини відповідно у органічному добриві, рослинних рештках, насінні, долі від одиниці;

$X+Z$ – сумарне накопичення рослинних рештків під сільськогосподарською культурою (поверхневих та кореневих), кг/га;

H_n – норма посіву насіння сільськогосподарської культури, кг/га;

C_N^H , $C_{P_2O_5}^H$, $C_{K_2O}^H$ – осереднений вміст відповідно азоту, фосфору та калію у насінні (у перерахунку на абсолютно суху речовину насіння), долі від одиниці;

$K_{CФ}$ – коефіцієнт симбіотичної фіксації азоту бульбочковими бактеріями бобових культур, долі від одиниці;

N_{BF} – надходження азоту за рахунок фіксації вільноживучими мікроорганізмами, кг/га;

N_O – надходження азоту з атмосферними опадами, кг/га.

Y_{OP} – урожайність основної продукції сільськогосподарської культури (враховується лише для культур родини бобових).

7. Витрати азоту для i -го поля сівозміни розраховуються за формулою (кг/га):

$$B_N = Y_{OP} \cdot H_{BN} + B_{en} + B_{inf}, \quad (7.7)$$

де: Y_{OP} – урожайність основної продукції сільськогосподарської культури, т/га;

H_{BN} – норма виносу азоту врожаєм сільськогосподарської культури (основною продукцією з урахуванням побічної), кг/т;

B_{en} – газоподібні втрати азоту міндобрив, кг/га;

B_{inf} – інфільтраційні втрати азоту міндобрив, кг/га.

8. Витрати фосфору для *i*-го поля сівозміни розраховуються за формулою (кг/га):

$$B_{P_{2O_5}} = Y_{OП} \cdot H_{BP_{2O_5}}, \quad (7.8)$$

де: $Y_{OП}$ – урожайність основної продукції сільськогосподарської культури, т/га;

$H_{BP_{2O_5}}$ – норма виносу фосфору врожаєм сільськогосподарської культури (основною продукцією з урахуванням побічної), кг/т.

9. Витрати калію для *i*-го поля сівозміни розраховуються за формулою (кг/га):

$$B_{K_2O} = Y_{OП} \cdot H_{BK_2O}, \quad (7.9)$$

де: $Y_{OП}$ – урожайність основної продукції сільськогосподарської культури, т/га;

H_{BK_2O} – норма виносу калію врожаєм сільськогосподарської культури (основною продукцією з урахуванням побічної), кг/т.

Розрахунки проводимо у формі таблиць 3.7.1 – 3.7.4.

Загальні висновки за результатами роботи робимо за пунктами поставлених завдань.

Таблиця 1

Баланс гумусу в ґрунтах під _____ сівозміною

№ за п.	Культура сівозміни	Урожай- ність, т/га	Кількість рослин- них решт- ків, т/га, Нпкр	Кількість внесених органіч- них добрив, т/га, Нод	Коефіці- єнт гу- міфікації рослин- них реш- ток (добрив), Кг	Утворилося гумусу, т/га			Мінераліза- ція гумусу, т/га, М	Баланс гумусу (±), т/га
						з рослин- них рештків	з орга- нічних добрив	всьо- го		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	пшениця озима	7,5	=7,5*1,2=9	0	0,20	=9*0,20*0,86=1,5	0	1,5	1,35	=1,5-1,35=0,15
	гірчиця на сиде- рат	3,0	=3,0+0,6*3=10,8	0	0,17	=10,8*0,17*0,45=0,8	0	0,8	0,75	=0,8-0,75=0,05
2	картопля	8,0	=8*0,09=0,72	20	0,13 (0,25)	=0,72*0,13*0,75=0,07	20*0,25*0,3=1,5	1,57	1,61	1,57-1,61=-0,04
Баланс гумусу на 1 га сівозмінної площі: - за ротацією										=0,15+0,05-0,04=0,24
- в середньому за рік										=0,24:2=0,12
Норма органічних добрив для забезпечення бездефіцитного балансу (за ротацією), т/га за рік									0	
Вид органічного добрива									-	
Норма органічних добрив для забезпечення бездефіцитного балансу (разова), т/га за рік										
Культура сівозміни, під яку плануються органічні добрива										

Таблиця 2

Баланс азоту в ґрунтах під _____ сівозмінною

№ п.	Культура сівозміни	Урожай- ність, ц/га	Стаття надходження N, кг/га							Стаття витрат N, кг/га				Баланс N, кг/га
			МД	ОД	Н	СФ	ВФ	О	Всього	У	ГП	Інф	Всього	Б _N
1	...													
2	...													
...	...													
В сумі за ротацію сівозміни, кг/(га ротацію)														
В середньому за рік, кг/(га рік)														

Таблиця 3

Баланс фосфору під _____ сівозмінною

№ п.п.	Культура сівозміни	Урожайність, ц/га	Стаття надходження P ₂ O ₅ , кг/га				Стаття витрат P ₂ O ₅ , кг/га		Баланс P ₂ O ₅ , кг/га
			МД	ОД	Н	Всього	У	Всього	Б _N
1	...								
2	...								
...	...								
В сумі за ротацію сівозміни, кг/(га ротацію)									
В середньому за рік, кг/(га рік)									

Таблиця 4

Баланс калію в ґрунтах під _____ сівозміною

№ п.п.	Культура сівозміни	Урожайність, ц/га	Стаття надходження K ₂ O, кг/га				Стаття витрат K ₂ O, кг/га		Баланс K ₂ O, кг/га Б _N
			МД	ОД	Н	Всього	У	Всього	
1	...								
2	...								
...	...								
В сумі за ротацію сівозміни, кг/(га ротацію)									
В середньому за рік, кг/(га рік)									

Примітки до таблиць: МД – мінеральні добрива; ОД – органічні добрива; РР – рослинні рештки; Н – насіння; СФ – симбіотична фіксація; ВФ – фіксація вільноживучими мікроорганізмами; О – опади; У – винос урожаєм; ГП – газоподібні втрати;

Інф – втрати за рахунок інфільтрації у ґрунтові води.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Городній М. М., Шикула М. К., Гудков та ін. Агроєкологія : навч. посіб. Київ : Вища школа, 1993. 416 с.
2. Смаглий О. Ф., Кардашов А. Т., Литвак В. П. та ін. Агроєкологія : навч. посіб. Київ : Вища освіта, 2006. 671 с.
3. Клименко М. О., Колесник Т. М. Агроєкологія : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 348 с..
4. Грингоф И. Г., Попова В. В., Страшний В. Н. Агрометеорология. Л. : Гидрометеоиздат. 1987. 310 с.
5. Гудзь В. П., Примак І. В., Будьонний Ю. В. Землеробство. Київ, Урожай, 1996. 384 с.
6. Дегодюк Е. Г., Сайко В. Ф., Корнійчук М. С. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. Київ : Урожай, 1992. 320 с.
7. Шумейко В. М., Глухівський І. В., Овруцький В. М. та ін. Екологічна токсикологія. Київ : Столиця, 1998. 204 с.
8. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1998. 208 с.
9. Кавецкий В. Н., Макаренко Н. А, Кицно Л. В. и др. Мониторинг пестицидов и экотоксикологические критерии их применения в агроэкосистемах. Київ : Аграрна наука, 1996. С.34–45.
10. Патики В. П., Тараріко О. Г. Агроєкологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. Київ : Фітосоціоцентр 2002. 196 с.

ДОДАТКИ

Таблиця А.1

Інтегральна класифікація пестицидів

№ п.п	Пестицид	Клас небезпек		Інтегральний ступінь небезпек, С	№ п.п	Пестицид	Клас небезпек		Інтегральний ступінь небезпек, С
		Категорія А (К _A)	Категорія Б (К _B)				Категорія А (К _A)	Категорія Б (К _B)	
Особливо небезпечні:					56	каптан	II	III	4
1	гексахлорбтадїєн	I	I	1	57	каратан	II	III	4
2	гексахлоран	II	I	2	58	карагард	III	III	5
3	гліфтор	I	II	2	59	карбофос	II	IV	5
4	ДД	I	II	2	60	которан	II	IV	5
5	дікофол	II	I	2	61	ленацил	III	III	5
6	піромор	I	II	2	62	мідний купорос	III	III	5
7	поліхлоркамфен	II	I	2	63	мезораніл	III	III	5
Небезпечні:					64	2М-4ХП	III	III	5
8	атразин	III	I	3	65	2М-4ХМ	III	III	5
9	афуган	I	III	3	66	метальдегід	III	III	5
10	базудин	II	II	3	67	метатіон	I	IV	4
11	БМК	II	II	3	68	метафос	I	IV	4
12	бромфос	II	II	3	69	мітак	II	III	4
14	дазомет	II	II	3	71	морестан	III	III	5
15	децис	II	II	3	72	нітрафен	III	II	4
16	дурсбан	II	II	3	73	омайт	II	IV	5
17	кронетон	I	III	3	74	плондрел	III	III	5
18	метилдихлорид	II	II	3	75	полікарбацид	II	IV	5
19	мікал	I	III	3	76	приміцид	II	IV	5
20	пірамін	II	II	3	77	прометрин	III	II	4
21	пліктран	I	III	3	78	рамрод	II	III	4
22	пропазин	III	I	3	79	ришкорд	III	II	4
23	пропанід	II	II	3	80	ровраль	III	III	5
24	реглон	I	III	3	81	сатурн	III	III	5
26	симазин	III	I	3	83	сумілекс	II	IV	5
27	тіодан	I	III	3	84	суміцидин	III	II	4
28	ТМТД	II	II	3	85	суффікс	III	III	5
29	фозалон	II	II	3	86	тедіон	III	III	5
30	фундазол	II	IV	3	87	тачигарен	III	III	5
31	фурадан	I	III	3	88	теноран	III	III	5
32	цинеб	II	IV	3	89	топсин М	II	III	4
Помірно небезпечні:					90	тордон 22К	III	II	4
33	акрекс	III	II	4	91	трефлан	III	III	5
38	арезин	III	III	5	96	фенурон	III	III	5
39	базагран	III	III	5	97	фосфамід	II	III	4
41	бетанал	III	III	5	100	фталофос	II	III	4
42	бордоська рідина	II	III	4	101	хостаквік	II	III	4
43	вітавакс	III	III	5	102	хлорофос	II	IV	5
44	волатон	II	III	4	103	хлор-ІФК	III	III	5
46	2,4-Д амінна сіль	II	III	4	105	ціанокс	II	IV	5
48	ДДВФ	II	III	4	107	екамет	III	III	5
49	делан	III	III	5	108	ептам	III	II	5

50	дитан М-45	III	III	5	109	етафос	II	III	4
53	дозанекс	II	IV	5		Малонезпечні:			
54	зенкор	III	III	5	112	гідрел	IV	IV	7
55	іллоксан	III	III	5	113	дактал	III	IV	6
					114	далапон	IV	III	6
					115	дихлораль-сечовина	III	III	6
					116	карбін	III	IV	6
					117	ридомил	III	IV	6

Таблиця А.2
Застосування хімічних засобів боротьби із шкідниками
в господарстві

Культура	Шкідники	Кратність обробок	Препарат	Норма витрати, кг/га
Пшениця	Хлібна жужелиця	1	Базудин, 60%-й к.е.	1.8
	Шкідлива черепашка і злакові тлі	1	Хлорофос, 80%-й з.п.	1.0
			Метатіон, 50%-й к.е.	1.0
			Метафос, 40%-й к.е.	0.5
Картопля	Колорадський жук	1 - 2	Золон, 35%-й к.е.	1.5
			Волатон. 50%-й к.е.	1.5
Люцерна (насінневі ділянки)	Довгоносики і ін.	2	Базудин, 10%-й г.	50
			Гамма-ізомер ГХЦГ, 20%-й г.	50
			ГХЦГ, 12%-й д.	20
Яблуня	Зимуючі шкідники:	1	Олеокуприт, 40%-й к.е.	50
	кліщі, мідйаниці	1	Фосамід, 40%-й к.е.	3
	тлі, яблунева плодожерка	4	Золон, 35%-й к.е.	3
			Метатіон, 50%-й к.е.	3
			Хлорофос, 80%-й з.п.	3

Таблиця А.3
Застосування гербіцидів у господарстві

Культура	Домінуючі бур'яни	Препарат	Норма гербіциду, кг/га
Яра пшениця	Однорічніні дводольні	Амінна сіль 2,4 – Д. 40%-й в.к.	2.0
		Іллоксан, 36%-й к.е.	3.0
Кукурудза	Однорічні дводольні і окремі види злакових	Дуал, 50%-й з.п.	3.0
	Однорічні дводольні	Бутиловий ефір 2,4 – Д 43%-й к.е.	0.9
Цукровий буряк	Однорічні дводольні Однорічні злакові	Бетанал АМ, 16%-й к.е.	6.0
		Кусагарт, 16%-й к.е.	3.0
Соняшник	Однорічні дводольні і злакові	Прометрин, 50%-й з.п.	4.0
Морква	Однорічні дводольні	Прометрин, 50%-й з.п.	4.0
		Дозанекс, 80%-й з.п.	6.0

Таблиця А.4

Оптимально-допустимі межі насичення окремими культурами сівозмін в І-й ЕТГ земель

Культура	Зони і підзони					По- лісся	Кар- пати
	Степ		Лісостеп				
	півден- ний	північ- ний	схід- ний	цент- раль- ний	захід- ний		
Чисті і сидеральні пари	10 –20	8 - 10	5 – 8	-	-	5 – 10	5 - 8
Зернові - всього	50 – 70	50 – 70	60 - 70	60 – 70	60 – 70	40 – 60	50 – 60
із них : озима пшениця	30 – 40	25 – 30	25 – 30	25 – 30	20 – 25	25 – 30	20 – 30
кукурудза	10 – 15	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 30	5 – 10	10 – 20
Технічні - всього	15 – 20	25 – 30	20 – 30	20 – 30	20 – 30	7 – 15	15 – 30
Із них : цукровий бу- ряк	5 – 10	10 – 20	10 – 20	20 – 30	20 – 30	-	15 – 30
соняшник	10 - 15	10 – 15	5 –10	5 – 7	-	-	-
картопля	3 – 5	3 – 5	3 - 5	3 – 5	10 – 25	10 – 25	10 – 20
Кормові – всього	20 – 30	20 – 30	20 –40	20 – 40	20 – 50	20 – 40	20 – 50
Із них : багаторічні трави	8 – 15	8 – 15	10 – 20	10 – 20	10 – 30	10 – 20	10 – 30
Всього просапних	40 - 50	40 -60	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 50	40 - 50

Таблиця А.5

Економічно обґрунтована структура посівних площ фермерського господарства

Варіант	Структура посівів, %	Варіант	Структура посівів, %
0	Багаторічні трави – 20%. Ярі зернові – 15% Озимі зернові – 25% Зернобобові – 20% Вико-вівсяна сумішка – 20%	5	Ярі зернові – 20 Вико-вівсяна сумішка – 20 Капуста кормова післяукісно Картопля – 30 Кукурудза на силос -30
1	Багаторічні трави – 20 Ярі зернові – 15 Озимі зернові – 20 Вико-вівсяна сумішка – 15 Картопля-30	6	Багаторічні трави – 30 Озимі зернові – 30 Вико-вівсяна сумішка – 20 Зернобобові -20
2	Багаторічні трави – 20 Ярі зернові – 15 Озимі зернові – 30 Льон – 20 Картопля -15	7	Багаторічні трави – 30 Ярі зернові – 10 Озимі зернові – 20 Вико-вівсяна сумішка – 20 Кукурудза на силос – 20 Турнепс післяукісно
3	Багаторічні трави – 40 Ярі зернові – 15 Озимі зернові – 20 Вико-вівсяна сумішка – 10 Зернобобові – 15 Льон -20	8	Озимі зернові – 30 Люпин – 20 Картопля – 30 Гречка – 20
4	Багаторічні трави – 20 Однорічні бобові трави – 10 Вико-вівсяна сумішка – 20 Капуста кормова післяукісно Буряк кормовий – 20 Кукурудза на силос -30	9	Багаторічні трави – 20 Озимі зернові – 20 Ярі зернові – 10 Коренеплоди кормові -10 Бобові – 10 Кукурудза на силос -30

НОТАТКИ