

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

СИСТЕМА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ
ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ
В ГОСПОДАРСТВІ

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи
для студентів
спеціальності Агрономія

Кропивницький,
2020

ББК 40.4

УДК 631.8

Сало Л.В Проектування системи удобрення в господарстві. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни "Система застосування добрив" для студентів агрономічних спеціальностей.

Рецензент: Г.А.Кулик - доцент кафедри загального землеробства ЦНТУ

Рекомендовано до друку на засіданні каф. загального землеробства ЦНТУ від 28.08.2019 року, протокол № 1.

ЗМІСТ

Мета, завдання системи застосування добрив та її місце в навчальному процесі	4
Характеристика розділів роботи. Вступ	5
1. Вихідні данні для розробки системи удобрення	5
1.1. Схема польової сівозміни і площа полів	5
1.2. Фактична або запланована врожайність с.-г. культур	5
1.3. Кліматичні умови	5
2. Визначення норм добрив для культур сівозміни	5
2.1. Визначення норм органічних добрив	5
2.2. Визначення норм мінеральних добрив	6
2.3. Визначення норми вапняних добрив для вапнування кислих ґрунтів та нейтралізації фізіологічно кислих азотних і калійних добрив	7
3. Складання планів внесення добрив	8
3.1. План внесення добрив у сівозміні	8
3.2. План внесення вапняних добрив у сівозміні	11
3.3. Календарний план внесення добрив у сівозміні	14
4. Екологічна, економічна та енергетична оцінка системи удобрення	16
4.1. Баланс елементів живлення у сівозміні	16
4.2. Економічна оцінка застосування добрив під культуру сівозміни	18
5. Заходи захисту навколишнього середовища в процесі підготовки і застосування добрив	19
Висновки	20
Список використаних джерел літератури	20
Додатки	20
Література	22

Мета, завдання системи застосування добрив та її місце в навчальному процесі

Система застосування добрив є частиною науки Агрохімія, її практичними підходами до питань застосування добрив у сільськогосподарському виробництві.

Система удобрення – це комплекс організаційних та агротехнічних заходів, які спрямовані на нагромадження, зберігання та раціональне використання добрив у господарстві.

Наука вивчає ефективність форм, норм, доз, способів та строків внесення, особливостей розміщення в ґрунті добрив, їх вплив на ріст і формування врожайності сільськогосподарських культур, зміну якості продукції при прямій дії та після дії.

Метою дисципліни є навчити студентів розробляти заходи щодо забезпечення сільськогосподарських культур елементами мінерального живлення для одержання запрограмованої врожайності та якості продукції з дотриманням екологічної безпечності та виробничої санітарії при застосуванні добрив.

Вивчаючи дисципліну, студент повинен знати біологічні особливості живлення сільськогосподарських культур, властивості добрив та ґрунту, методи розрахунку нагромадження місцевих добрив, способи підготовки добрив до внесення, способи раціонального застосування добрив, прийоми внесення, порядок зберігання, правила змішування добрив, вплив добрив на довкілля, правила санітарної безпеки та порядок розробки балансу елементів живлення, методи агрохімічних досліджень.

Студент повинен вміти скласти баланс місцевих добрив, розрахувати норму добрива і скласти систему удобрення культури та систему застосування добрив у сівозміні, розрахувати потребу у вапняних чи гіпсових добривах, скласти план внесення добрив та економічну їх ефективність. Розрахувати баланс елементів живлення у сівозміні та на його основі оцінити розроблену систему удобрення.

Виконуючи курсову роботу студент ставить перед собою мету оволодіти методикою розробки системи удобрення. Для цього використовуються матеріали конкретного господарства, або штучне завдання, розроблене ведучим викладачем.

Курсова робота відповідає вимогам тоді, якщо вона виконана індивідуально і всі її основні показники мають наукове обґрунтування.

Характеристика розділів роботи

Вступ

Розкрити значення добрив у вирішенні питань підвищення родючості ґрунтів, урожайності с.-г. культур і покращення якості с.-г. продукції в умовах конкретної агрокліматичної зони. Навести визначення системи удобрення, її мету і завдання.

1. Вихідні дані для розробки системи удобрення

Для розробки системи удобрення потрібно ознайомитися з документацією господарства і виписати наступні дані, або отримати завдання з необхідними показниками у викладача.

1.1. *Схема польової сівозміни і площа полів (якщо робота виконується за матеріалами господарства, або середня площа поля (якщо робота виконується згідно виданого завдання).*

1.2. *Фактична за останні три роки або запланована врожайність с.-г. культур згідно завдання для складання системи удобрення.*

1.3. *Кліматичні умови.* Наводяться середні багаторічні дані щомісячних показників температури повітря та опадів, довжини вегетаційного періоду, гідротермічний коефіцієнт.

Таблиця 1.1.

Агрохімічна характеристика ґрунтів основної польової сівозміни

№ поля	Площа, га	pH	Nr, мг-екв. на 100 г	Доступний азот за Корнфілдом, мг/кг	Доступний фосфор за Чириковим мг/кг	Доступний калій за Чириковим, мг/кг

Необхідно зробити висновок про стан забезпеченості ґрунтів сівозміни та необхідність хімічної меліорації.

2. Визначення норм добрив для культур сівозміни

2.1. Визначення норм органічних добрив

Норми органічних добрив залежать від рівня визначеної насиченості їх у сівозміні, а також кількості полів, які потрібно удобрювати в один рік. Норма добрив - це кількість, яку вносять на 1 га за один вегетаційний період.

В курсовій роботі студент наводить схему польової сівозміни і показує норми органічних добрив, визначених згідно насиченості при виконанні практичних робіт (Теми 1-3).

2.2. Визначення норм мінеральних добрив

Студенти в процесі навчання знайомляться з різними методами визначення норм мінеральних добрив під с.-г. культури. В даній роботі рекомендується визначити норми мінеральних добрив балансовим методом під культури основної польової сівозміни, залежно від виданого завдання.

Балансовий метод передбачає розрахунок, в якому винос елементів живлення з ґрунту урожаєм культури повинен відповідати наявній кількості доступних для рослин елементів мінерального живлення в ґрунті.

Для складання системи удобрення розраховують норми добрив згідно формули для всіх культур сівозміни на перший рік без врахування післядії. Отже, для розрахунку норми добрив під культуру, де не заплановано внесення органічних добрив, вона буде мати вигляд:

$$N = (B \times Y - 3G \times K_g) : K_m \quad (1)$$

Якщо під культуру заплановано внести органічні добрива, то це потрібно врахувати при визначенні норми мінеральних добрив. Формула приймає вид:

$$N = (B \times Y - 3G \times K_g - N_o \times O \times K_o) : K_m \quad (2)$$

де B – витрати елементів живлення на формування врожаю, кг/т (Додаток 1);

Y – запланована врожайність культури, т/га;

3 – коефіцієнт переведення вмісту елементів живлення в запас їх на 1 га;

G – вміст доступного елемента в ґрунті на полі де планують вирощувати дану культуру, мг/кг (табл. 1.1);

K_g – коефіцієнт засвоєння елементів живлення з ґрунту (Додаток 2);

N_o – норма органічних добрив, виділених на дане поле, т/га;

O – кількість елементів живлення, що містяться в органічних добривах, внесених на дане поле, кг/т;

K_o – коефіцієнт засвоєння елементів з органічних добрив (Додаток 3);

K_m – коефіцієнт засвоєння елементів живлення з мінеральних добрив, (Додаток 3).

Користуючись формулою балансового методу, визначають норму азоту, фосфору і калію для кожної культури.

Норми під підсівні культури визначають для поля, де вони вирощуються самостійно.

Наприклад; Поле №1 Ячмінь з підсівом еспарцету, Поле №2 Еспарцет на сіно. Для поля №1 визначають норми під основну культуру (ячмінь), для поля №2 – під еспарцет.

Важливо! При визначенні норм азоту для бобових культур винос азоту зменшують на 30%, оскільки 70% азоту бобові культури забезпечують за

рахунок азотфіксації. Тобто, необхідно ввести коефіцієнт 0,3 у формулу для виносу «В×У×0,3». Це стосується лише формули для визначення норм азоту і лише для бобових культур. Визначення норм фосфору і калію для бобових здійснюють аналогічно інших культур.

Результати розрахунків норм добрив округлюють до цілих значень і записують до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Норми та потреба елементів живлення, розрахованих балансовим методом на заплановану врожайність

№ поля	Площа, га	Чергування культур	Урожайність, ц/га	Норма органічних добрив, т/га	Норма мінеральних добрив, кг/га			Потреба на всю площу, кг			
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Органічні	Мінеральні		
									N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	100	Озима пшениця	40	20	90	44	38	2000	9000	4400	3800
2											
3											
4											
5											
6											
Всього на сівозміну											
Насиченість добривами: органічними, т/га											
мінеральними в кг/га											

Потребу на всю площу визначають, перемноживши норму на площу поля.

Після завершення розрахунків визначають насиченість добривами. Для цього потребу на всю сівозміну по кожному елементу необхідно поділити площу сівозміни.

Необхідно зробити висновок, оцінивши насиченість сівозміни.

2.3. Визначення норми вапняних добрив для вапнування кислих ґрунтів та нейтралізації фізіологічно кислих азотних і калійних добрив

Вапняні добрива вносять для нейтралізації ґрунтової кислотності, а також нейтралізації внесених фізіологічно кислих мінеральних добрив.

Потреба у вапнуванні кислих ґрунтів визначається величиною рН, набором культур, які вирощуються у сівозміні, та типом ґрунту. Для дерново-підзолистих ґрунтів Полісся потреба у вапнуванні виникає при рН 5,5 і менше. На сірих лісових ґрунтах Лісостепу потреба у вапнуванні виникає при рН 5,9 і менше. На чорноземах Степу при рН 6,5 і менше.

Норму вапна розраховують за величиною гідролітичної кислотності за формулою 11.

$$N_B = 1,5 N_g \quad (3),$$

де N_B – норма вапна, т/га

N_g – величина гідролітичної кислотності, мг-екв/100г.

Якщо ґрунти за величиною рН не підлягають вапнуванню, то потрібно визначити норму вапна для нейтралізації фізіологічно кислих добрив.

Норму вапна визначають за насиченістю сівозмін азотом та калієм за формулою 4.

$$N_{BH} = (0,002 \times N + 0,0015 \times K) \times P \quad (4),$$

де N_{BH} – норма вапна для нейтралізації фізіологічно кислих добрив, т/га

N , K – насиченість сівозмін відповідно азотом і калієм мінеральних добрив, кг/га (Таблиця 2.1);

P – кількість полів у сівозміні.

Вапнують в рік 1-2 поля в сівозмінах з числом полів 6 і більше.

3. Складання планів внесення добрив

Для раціонального використання добрив у господарстві складають плани удобрення культур всіх сівозмін господарства, багаторічних насаджень та культур, що вирощуються поза сівозміною.

Студенту рекомендується розробити план внесення добрив у основній сівозміні на основі визначених балансовим методом норм та план вапнування кислих ґрунтів, або внесення вапна в сівозміні для нейтралізації фізіологічно-кислих добрив.

3.1. План внесення добрив у сівозміні

Для раціонального внесення добрив в сівозміні рекомендують складати план у формі таблиць 3.1 та 3.2.

Це найбільш відповідальна частина системи застосування добрив. Необхідно грамотно розподілити розраховану норму на дози, визначити терміни внесення та обрати найбільш ефективну форму добрива.

Внесення органічних добрив розраховане раніше, тому студент переносить норми з підрозділу 2.1. *Визначення норм органічних добрив в таблицю 3.1 в колонку відповідного поля.*

В зоні Лісостепу і Степу органічні добрива вносять під основний обробіток ґрунту. Також рекомендують в цей час вносити вапняні добрива і основну масу фосфорних та калійних.

При сівбі небезпечно для рослин вносити великі дози добрив. Припосівна доза складає в межах 10-20 кг/га кожного елемента. В

підживлення можна вносити до 40 кг/га. Оскільки при сівбі та в підживлення дози добрив обмежені, рекомендується починати розподіл норм саме з цих прийомів. Тоді решта норми буде запланована в основне внесення.

Таблиця 3.1

План внесення добрив під культури у польовій сівозміні

№ поля		1	2	3	4	5	6	7
Культура сівозміни								
Гній, т/га								
Норми добрив, кг/га	N							
	P							
	K							
Основне добриво	N							
	P							
	K							
Припосівне добриво	N							
	P							
	K							
Підживлення	N							
	P							
	K							

*В чисельнику наводять діючу речовину в кг/га, у знаменнику – форму добрива у вигляді індексу (Додаток 4)

Слід також пам'ятати, що під озимі культури небажано вносити значну кількість азотних добрив в основне внесення, оскільки рослини погано переносять зимівлю. Якщо розрахована норма азоту велика, її розподіляють на декілька підживлень.

Наприклад: розраховані норми добрив у полі №1 під озиму пшеницю складають $N_{90} P_{44} K_{38}$. Для припосівного удобрення виділяють 20 кг/га фосфору у вигляді суперфосфату або по 20 кг/га NPK у вигляді нітроамофоски. Тоді залишиться $N_{90} P_{24} K_{38}$ або $N_{70} P_{24} K_{18}$. Внесення азоту бажано перенести у підживлення (2 або 3). Решту фосфору і калію планують внести в основне удобрення.

Тоді розподіл буде виглядати так: розрахована норма добрив $N_{90} P_{44} K_{38}$. Основне удобрення $P_{24} K_{38}$, припосівне P_{20} , підживлення $N_{50+30+10}$. Або основне удобрення $P_{24} K_{18}$, припосівне $N_{20} P_{20} K_{20}$, підживлення N_{50+20} .

З азотних добрив в основне внесення планують амонійні, аміачні та амідні форми. Заробити їх в ґрунт найбільш ефективно тоді, коли температура ґрунту знижується до припинення процесів нітрифікації. Нітратні азотні добрива краще перенести у весняне внесення.

Основну частину фосфорних і калійних добрив також вносять в основне внесення. Форми добрив можна обирати будь-які, оскільки малорозчинні фосфорні добрива до моменту сівби розчиняться під дією ґрунтової кислотності а хлор з калійних добрив виміється у підґрунтові води, оскільки аніони майже не утримуються ґрунтовими колоїдами.

При сівбі вносять водорозчинні фосфорні добрива. Ефективним є також внесення повного добрива у вигляді комплексних добрив (*нітроамофоски*). У співвідношенні фосфор часто переважає над азотом та калієм. Одним із таких добрив є *амофос*, де вміст фосфору майже вчетверо перевищує вміст азоту і, крім того, фосфор знаходиться у водорозчинній формі.

Азотні добрива при сівбі вносять у вигляді амонійної селітри. Ефективним є також використання комплексних добрив.

Підживлення озимих культур та багаторічних трав проводять азотними або комплексними добривами. Для поверхневого підживлення посівів краще використовувати селітру, для позакореневого – карбамід, при внесенні в ґрунт – рідкі добрива.

Весняне підживлення азотом – найбільш важливий агрозахід, що визначає рівень урожайності озимих зернових культур. Найбільш доцільним є обов'язкове дворазове підживлення озимих: перше – по мерзлоталому ґрунту для відновлення та нарощування вегетативної маси рослин, друге – локальним способом на початку виходу рослин у трубку для безпосереднього підвищення зернової продуктивності.

Що стосується концентрації робочого розчину, то при внесенні водного розчину карбаміду на початку куціння рослин вона становить 18–20%, у кінці куціння рослин — 16–18%, на початку виходу рослин у трубку — 10–12%. По мірі проходження рослинами етапів розвитку концентрація водного розчину карбаміду поступово зменшується і у фазі молочної стиглості становить не більше 4–5%. Обробка рослин пшениці озимої розчином добрив з високою концентрацією може призвести до опіків рослин, що негативно позначиться на рівні їх зернової продуктивності.

Суперфосфат вносять у ґрунт під просапні культури з міжряддям від 45 см. Безхлорні калійні добрива в першу чергу вносять під хлорчутливі культури. Хлористий калій застосовують як універсальне добриво.

План внесення добрив потрібно обґрунтувати для всіх культур по кожному полю сівозміни.

Наприклад. Поле №1 Озима пшениця. Забезпеченість ґрунтів N – 82; P₂O₅ – 71; K₂O – 96 мг/100 г ґрунту. Сорт – Смуглянка. Розрахована норма добрив N₉₀ P₄₄ K₃₈.

Озима пшениця досить чутлива до реакції ґрунтового розчину. Для нормального росту і розвитку, вона потребує нормальної реакції ґрунтового розчину, рівень рН повинен коливатись у межах 6,3...7,6.

Забезпеченість ґрунтів даного поля азотом низька, розраховані норми добрив достатньо високі, а отже для попередження переростання рослин в осінній період, дану норму слід розділити на основне, припосівне і два підживлення. Найкращі умови живлення рослин створюються в ґрунті при поєднанні локального внесення фосфорно-калійних добрив із стартовим внесенням фосфору, розраховану норму фосфору також розділимо на два внесення: основне і припосівне.

В основне удобрення вносять майже всю норму фосфорних і калійних добрив, оскільки дані елементи легко поглинаються ґрунтом і не вимиваються. Для забезпечення рослин озимої пшениці поживними речовинами протягом усього періоду вегетації, восени під оранку слід внести P₂₄K₁₈ кг/га д.р. З фосфорних добрив перевагу слід надати простому суперфосфату, оскільки фосфор у ньому міститься в добре розчинній формі і дане добриво також містить сірку. Серед калійних добрив потрібно обрати хлористий калій, хоча він і містить у своєму складі хлор, озима пшениця не є чутливою до цього елемента, а отже вибір цього добрива для основного удобрення є слушним.

Приблизно через місяць після основного обробітку ґрунту слід провести сівбу озимої пшениці. Для забезпечення рослин поживними речовинами в критичні періоду, одночасно із сівбою, локально у рядки сівалкою, слід внести N₂₀P₂₀K₂₀, а отже для припосівного внесення слід обрати комплексне добриво, наприклад нітроаммофоску. Оскільки коренева система озимої пшениці є чутливою до концентрації ґрунтового розчину, особливо під час проростання насіння, добрива слід розміщувати у рядку на 6-8см вбік і на 2-3см глибше від насіння.

Пшениця здатна засвоювати елементи живлення рано весною, коли температура ґрунту низька і мікробіологічні процеси не проходять. Тому після встановлення позитивної температури в ґрунті, пшеницю підживлюють. Для покращення живлення рослин озимої пшениці на початку відновлення весняної вегетації, коли у ґрунті пригнічені мікробіологічні процеси, слід провести ранньовесняне підживлення по мерзлоталому ґрунту у дозі 50 кг/га д.р. Для даного підживлення найкраще використати амонійну селітру, оскільки у її складі міститься азот як в амонійній так і в нітратній формах. Дане підживлення сприяє куццю рослин у весняний період, підвищує виживаність рослин, збільшує розмір колосу.

В період колосіння-наливу зерна, для поліпшення якісних показників зерна ефективним буде підживлення азотом, шляхом обприскування посівів розчином карбаміду у кількості 20 кг/га д. р. Дане підживлення підвищить вміст білку і клейковини у насінні озимої пшениці. Концентрація розчину для більш пізніх підживлень має бути меншою, ніж для більш ранніх. Обробка рослин пшениці озимої розчином добрив з високою концентрацією може призвести до опіків рослин.

Наступним етапом складання плану удобрення культур сівозміни є розрахунки фізичної маси добрив згідно обраних форм добрив.

Для цього користуються наступною пропорцією:

A – 100 кг фіз. маси

B – x
$$x = \frac{B \times 100}{A}$$

де A – кількість діючої речовини конкретного добрива, %

B – доза, яку необхідно внести, кг д.р.

Для переведення фізичної маси добрив у центнери, показник слід поділити на 100, в результаті чого пропорція спрощується.

Так наприклад, при розрахованій нормі N_{60} , для озимої пшениці при внесенні амонійної селітри пропорція матиме такий вигляд:

35 % - 100 кг фіз. маси

60 кг д.р. – x
$$x = \frac{60}{35} = 1,7 \text{ ц/га}$$

А отже для внесення дози N_{60} , під озиму пшеницю слід внести 1,7 ц/га аміачної селітри. Аналогічно розраховуємо дози для інших добрив. Результати розрахунків подають у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Потреба в формах та фізичній масі добрив у польовій сівозміні, ц/га (*- індекс добрива, ** - фізична маса)

№ поля														
Культури														
Гній, т/га														
Норми добрив	N	*	**											
	P													
	K													
Основне добриво	N													
	P													
	K													
Припосівне добриво	N													
	P													
	K													
Підживлення	N													
	P													
	K													

Після завершення розрахунків необхідно зробити висновок, скільки полів передбачають основне удобрення, скільки – припосівне і підживлення.

3.2. План внесення вапняних добрив у сівозміні

План складають на ротацію сівозміни, або на 5 років. Це залежить від особливості планування в господарстві. Якщо складаються п'ятирічні плани, в які включено і обстеження ґрунтів та їх агрохімічний аналіз, то тоді доцільно скласти план вапнування кислих ґрунтів на 5 років. Через п'ять років необхідно знову провести обстеження, і за результатами агрохімічних аналізів і на їх основі розробити план вапнування.

Норму CaCO_3 беруть з розділу 2.3. *Визначення норми вапняних добрив для вапнування кислих ґрунтів та нейтралізації фізіологічно кислих азотних і калійних добрив*, де були проведені розрахунки.

Для перерахунку норми вапна у конкретне вапняне добриво використовують формулу 5:

$$D_{\text{в.д.}} = (N_{\text{CaCO}_3} \times 10^6) : (D_{\text{р.}} \times (100 - B) \times (100 - D)) \quad (5)$$

де $D_{\text{в.д.}}$ – доза конкретного вапняного добрива, т/га;

N_{CaCO_3} – норма CaCO_3 , розрахована за формулою 4, т/га;

$D_{\text{р.}}$ – вміст діючої речовини в добриві, %;

B – вміст вологи в добриві, %;

D – вміст домішок у добриві, %.

Так наприклад, для нейтралізації ґрунтової кислотності при використанні дефеката, його доза буде становити:

$$D_{\text{в.д.}} = (3,5 \times 10^6) : (60 \times (100 - 12) \times (100 - 28)) = 9,2 \text{ т/га}$$

Результати оформляють у вигляді таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

План внесення вапна в сівозміні
(вказати назву добрива і вміст діючої речовини)

№ поля	Схема чергування культур	Норма, т/га		Рік внесення
		CaCO_3	вапняного добрива	

Рік внесення визначають, враховуючи рівень кислотності ґрунту і вимоги культур до нейтральної реакції ґрунтового розчину.

Наприклад. За рівнем кислотності усі поля, окрім поля №5, потребують вапнування. У полі №5 необхідно вказати норму CaCO_3 для нейтралізації ґрунтової кислотності. За відношенням до реакції ґрунтового середовища та чутливістю до вапнування серед сільськогосподарських культур, які вирощуються у польовій сівозміні, озиму пшеницю відносять до II групи, тобто рослини чутливі до підвищеної кислотності, на вапнування

реагують добре. Вона вирощується у полях №1 і 4. Лише картопля, яка вирощується у полі №3, не переносить вапнування і добре росте при кислій реакції середовища (IV група).

Тому перший рік вапнування буде для полів №1 і №4. Згідно правила ротації сівозміни, озима пшениця після поля №4 буде вирощуватись у полі №3, а після поля №1 – у полі №6 шестипільної сівозміни, то у другий рік вапнувати будуть поля №3 і 6, і т.д.

В поясненні до плану вапнування потрібно відмітити, за якими показниками розраховували норми добрив, яким добривом вапнують, обґрунтувати вибір культури, під яку вносять добрива, і поля, залежно від кислотності ґрунту. А також, в яких полях ґрунт вапнують, а в яких вносять вапно для нейтралізації можливої кислотності.

3.3. Календарний план внесення добрив у сівозміні

Календарний план внесення добрив розробляється з метою планування строків їх завезення. Зберігати добрива у господарстві економічно не вигідно. Але їх зберігають тому, що часто добрива вносять в обмежені строки. Порушення строків внесення змінює ефективність удобрення. Так, наприклад, для застосування припосівного добрива, його можна внести тільки разом із сівбою культури. Строки сівби обмежені декадою. Після сівби культури, припосівне добриво внести неможливо, а заміна його підживленням знижує ефективність удобрення.

Для складання календарного плану внесення добрив користуються агрокліматичним довідником про строки сівби і настання фаз розвитку рослин. Так наприклад, якщо сівбу озимої пшениці проводять у третьому кварталі, то основне і припосівне внесення буде плануватись на третій квартал.

Результати записують у вигляді таблиці 3.4.

Для складання плану внесення добрив використовують результати таблиць 3.1 та 3.2. Починаючи з першого поля, ретельно вивчають, у яких полях будуть проведені роботи в III кварталі і записують дані послідовно до таблиці 3.4. Якщо в якомусь із полів роботи будуть проведені двічі за один і той же квартал, їх записують підряд, але окремо, як показано на прикладі в таблиці.

Планують внесення добрив поквартально. Рік має чотири квартали. Тому основне та припосівне добриво під озимі культури вносять в III кварталі.

Основне добриво під культури весняних термінів сівби вносять восени. Органічні та фосфорно-калійні – в III, азотні в IV, а припосівне добриво – весною, в II кварталі.

Таблиця 3.4

Календарний план внесення добрив у сівозміні під урожай 2021 р.

№ поля	Культура	Площа, га	Спосіб внесення	Форма добрив	Норма внесення, д.р., кг/ф.м.,ц	Фізична маса на всю площу, т
III квартал 2020 р.						
1.	Озима пшениця	100	Основне	Рсг Кх	$P_{24}/1,2$ $K_{18}/0,3$	12,0 3,0
1.	Озима пшениця	100	Припосівне	НАФК	$N_{20} P_{20} K_{20} /1,0$	10,0
Разом за III квартал				НАФК		5
IV квартал 2020 р.						
Разом за IV квартал						
I квартал 2021 р.						
Разом за I квартал						
II квартал 2021 р.						
Разом за II квартал						

Календарний план складають після червня місяця року, що передує вирощуванню культур. Так, якщо озиму пшеницю, під яку планують вносити добрива, будуть збирати в 2021 році, то план внесення добрив складають в червні 2020 р.

Важливо! Необхідно звертати увагу на одиниці виміру показників, занесених до таблиці.

Після кожного кварталу необхідно перелічити всі види добрив, заплановані в даному кварталі і вказати їх загальну кількість в тонах для кожного виду добрив (останній стовпчик таблиці). Це необхідно для того, щоб знати загальний об'єм закупівлі всіх видів добрив на квартал.

На основі розробленого плану внесення добрив, складають заявку на придбання мінеральних добрив (табл. 3.5).

Заявка передбачає потребу сівозміни в добривах, де вказується поквартально назва добрива, кількість д.р. в тонах, фізична маса добрива і аналоги добрива, що можуть замінити назване.

Таблиця 3.5

Заявка на мінеральні добрива для сівозміни

Форма добрива, що заявляється	Потреба, т		Аналоги, що можуть замінити назване добриво
	діючої речовини	фізичної маси	
II квартал 1999 р.			
Р _{сг}	50	250	Р _{сд} – 175 т

Потребу в добривах заявляють на квартал раніше, ніж добриво буде використане. Так, наприклад, добрива, що будуть використані в другому кварталі заявляють на перший квартал.

4. Екологічна, економічна та енергетична оцінка системи удобрення

4.1. Баланс елементів живлення у сівозміні

Баланс поживних речовин у ґрунті складається з надходження та витрат. Надходження забезпечують внесені у ґрунт добрива, рослинні рештки, насіння, опади, речовини, створені бактеріями-азотфіксаторами. Витрати – це винос елементів з товарною частиною врожаю, втрати поживних речовин з ґрунту внаслідок поверхневого стоку, вимивання (інфільтрація) і газоподібні втрати (азот внаслідок денітрифікації).

Баланс може бути позитивним, якщо надходження поживних речовин у ґрунт перевищує винос з урожаєм і втрати з ґрунту і добрив. Він сприяє підвищенню родючості ґрунту. Якщо винос і втрати перевищують надходження в ґрунт – одержуємо від'ємний (дефіцитний) баланс. Родючість ґрунту при такому балансі буде зменшуватися. Бездефіцитний (нульовий) баланс одержуємо, якщо показники надходження і витрат елементів живлення є рівновеликими.

Для визначення балансу у сівозміні попередньо складають таблицю вносу елементів живлення плановим урожаєм по кожній культурі сівозміні. Форма таблиці наведена нижче (Табл.4.1).

Таблиця 4.1

Винос елементів живлення плановим урожаєм

№ поля	Культури сівозміни	Площа, га	Урожайність, т/га	Витрати елементів на формування врожаю, кг/т			Винос валовим збором, т		
				N	P	K	N	P	K
Загальний винос елементів живлення, т									
Винос елементів живлення з 1 га, кг									

Витрати елементів на формування врожаю беруть з Додатку 1. Винос валовим збором визначають шляхом множення площі поля на урожайність сільськогосподарських культур та на винос по кожному елементу. Загальний винос елементів живлення з валовим збором по польовій сівозміні складає суму по азоту, фосфору і калію.

Одержаний винос валовим збором додають за даними всіх культур поелементно, результати ділять на площу сівозміни і одержують винос азоту, фосфору і калію у кілограмах з 1 га сівозміни.

Важливо! Потрібно врахувати, що 1т сіна конюшини і еспарцету залишає в ґрунті 12 кг азоту, люцерни – 14 кг, а під горохом баланс азоту нульовий.

Використовуючи попередні розрахунки, розраховують баланс елементів живлення для польової сівозміни. Результати подають у вигляді таблиці 4.2.

Кількість елементів живлення, які будуть внесені з мінеральними добривами, беруть з розрахунків таблиці 2.1 (насиченість NPK, кг/га). Внесення з органічними добривами розраховують, помноживши насиченість органічними добривами на середньостатистичний вміст NPK в 1т гною (азоту 5, фосфору 2,5 та калію 6 кг).

Баланс визначають, як різницю між надходженням і виносом. Інтенсивність балансу – це відсоток надходження від виносу (розраховують діленням суми внесених елементів на винос і помножити на 100 для переведення у відсотки). Якщо інтенсивність балансу більше 100%, то ґрунт буде збагачуватись на даний елемент. Якщо менше 100%, буде збіднення ґрунтів. Необхідно також пам'ятати, що при насиченості сівозміни бобовими культурами допускається зниження балансу по азоту до 70-80%. Також, якщо ґрунти сівозміни забезпечені елементами живлення на рівні 4-5 класу, допускається зниження інтенсивності балансу до 80%.

Таблиця 4.2

Баланс елементів живлення у сівозміні

Показники балансу	N	P	K
1. Внесено на 1 га з мінеральними добривами, кг			
2. Внесено на 1 га з органічними добривами, кг			
3. Разом внесено на 1 га			
4. Винос з 1 га, кг (табл. 4.1.)			
5. Баланс, ±кг			
6. Інтенсивність балансу, %			

Після розрахунків балансу необхідно зробити висновки про роль балансу елементів живлення при застосуванні добрив. Виходячи із одержаних даних балансу, порівняно з середніми даними і на перспективу, пояснити які зміни можуть пройти в ґрунті, якщо дана система буде впроваджена у виробництво.

За результатами балансу потрібно зробити висновок про доцільність застосування даної системи у господарстві.

4.2. Економічна оцінка застосування добрив під культуру сівозміни

Економічну ефективність застосування добрив студенти розраховують для однієї культури, яку рекомендує керівник, при вирощуванні на 1 га. Бажано обрати найбільш популярну в господарстві культуру.

Економічна ефективність визначається низкою показників. Більш доцільно показати:

1. Окупність, співставляючи важливість додатково отриманої продукції, її вартість з вартістю добрив.

2. Чистий дохід – різниця між вартістю продукції та загальною сумою витрат, виражених у відсотках.

3. Рівень рентабельності – відношення чистого доходу до загальних витрат, виражених у відсотках.

4. Окупність затрат – відношення вартості додаткової продукції до загальних витрат.

Для наглядності доцільно результати розрахунків навести в таблицях 4.3-4.5.

Таблиця 4.3

Витрати, пов'язані із застосуванням добрив під (культура і поле), грн./га

Назва добрива	Потреба, т/га	Ціна добрива, грн./т	Витрати на придбання, грн.	Разом витрат, грн./га

Назви добрив та їх потребу беруть з таблиці 3.2. Ціну добрив використовують із статистичних даних або інтернет ресурсів за поточний рік складання системи удобрення.

Таблиця 4.4

Виручка від реалізації прибавки врожаю, грн./га

Внесено мінеральних добрив, кг/га д.р.				Прибавка врожаю за рахунок добрив, ц/га	Реалізаційна ціна, грн./ц	Вартість прибавки, грн./га
N	P	K	разом			

Кількість елементів живлення, внесених з мінеральними добривами, беруть з таблиці 2.1. Прибавку врожаю за рахунок добрив отримують, помноживши загальну кількість внесених NPK на окупність мінеральних добрив приростом врожаю з додатку 5. Реалізаційну ціну обирають за поточний рік складання системи удобрення.

Якщо під культуру вносили органічні добрива, їх окупність розраховують додатково, використовуючи нормативи додатку 6.

Таблиця 4.5

Економічна ефективність застосування добрив під (вказати культуру)

Витрати при застосуванні добрив, грн./га	Виручка від реалізації прибавки врожаю, грн./га	Чистий дохід, грн./га	Рівень рентабельності, %

Витрати на застосування добрив беруть з таблиці 4.3, виручку – з таблиці 4.4.

Після розрахунків необхідно зробити висновок про ефективність вирощування культури без застосування органічних добрив та з їх використанням. При отриманні нерентабельного результату пояснити, за рахунок чого отримали такий результат. Рівень рентабельності може підвищитись за рахунок використання більш дешевих добрив, або якщо реалізаційні ціни на продукцію підвищуються.

5. Заходи захисту навколишнього середовища в процесі підготовки і застосування добрив

В процесі розробки системи удобрення в господарстві звертається увага як впливають добрива на довкілля.

Забруднення може виникати в результаті неправильного зберігання органічних добрив, визначення норм їх внесення, строку приорування.

Потрібно звернути увагу на умови зберігання безпідстилкового гною та мінеральних добрив у господарстві, перевозку, підготовку до внесення і порядок внесення.

Переглянути ще раз визначені норми добрив під культури, які здатні багато накопичувати нітратів. Уточнити на яких полях розвиваються ерозійні процеси і переконатись чи вірно визначено строки і способи добрив.

Висновки

Показують як вплинуть у розробленій системі добрива на ґрунт, урожайність сільськогосподарських культур і якість продукції, можливість накопичення елементів живлення. Визначають, чи є раціональною дана система удобрення, що слід врахувати в розрахунках на майбутнє.

Список використаних джерел літератури

В список включають використану літературу і не опубліковані матеріали (звіти, матеріали ґрунтових та агрохімічних обстежень та ін.). Опубліковану літературу включають у список, починаючи з автора, дають повну назву публікації, місце і рік її публікації та кількість сторінок.

Додатки

Додаток 1. Середні нормативи витрат діючої речовини мінеральних добрив на одиницю врожаю с.-г. культур (кг/т основної продукції)

Культура	Основна продукція	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	зерно	25	17	8
Ячмінь	зерно	21	17	14
Кукурудза	зерно	22	20	15
Гречка	зерно	43	49	39
Горох	зерно	14	20	20
Соя	зерно	35	73	15
Ріпак	насіння	65	49	41
Соняшник	насіння	31	37	27
Цукрові буряки	коренеплоди	4,5	4,5	5,1
Картопля	бульби	7,6	7,2	6,0
Еспарцет	сіно	16	13	11

Додаток 2. Використання N, P, K с.-г. культурами з ґрунту різної забезпеченості

Культура	Вміст елементів у ґрунті, мг/кг								
	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	до 50	51-100	101-150	до 50	51-100	101-150	до 50	51-100	101-150
Озима пшениця	34	25	23	11	9	5	17	13	12
Ячмінь	25	19	17	10	9	7	20	16	14
Кукурудза	35	26	24	12	9	8	31	23	19
Гречка	16	12	11	7	6	5	19	16	14
Горох	39	39	35	9	9	8	15	12	10
Соя	38	36	33	9	9	9	16	14	12
Ріпак	40	36	32	25	18	16	78	66	54
Соняшник	38	32	25	23	16	12	75	65	50
Цукрові буряки	33	30	27	10	9	8	33	30	30
Картопля	21	21	20	9	9	9	33	30	30
Еспарцет	18	12	12	8	5	5	17	11	10

Додаток 3. Використання поживних речовин с.-г. культурами з добрив, %

Добрива і культури	1-й рік використання			2-й рік використання		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Гній						
Зернові	20-30	25-35	50-60	20	20	20
Просапні, овочеві	30-40	53-45	60-70	20	15	10
Мінеральні добрива						
Зернові	40-60	18-20	40-60	10	15	10
Просапні	50-65	18-22	40-55	10	15	10
Овочеві	50-70	20-25	60-70	10	15	10

Додаток 4. Умовні позначення добрив

Індекс	Назва добрива	Індекс	Назва добрива
N _a	сульфат амонію	P _{фш}	фосфатшлак
N _{aa}	амонійна селітра	P _п	преципітат
N _c	натрієва селітра	K _к	калійна сіль
N _{кc}	калійна селітра	K _х	хлорид калію
N _х	хлорид амонію	K _{ск}	сульфат калію
N _ц	ціанамід амонію	K _с	сильвініт
N _м	сечовина	K _м	калімагензія
N _{ав}	водний аміак	K _н	каїніт
N _{ам}	аміакати	P _{ам}	амофос
N _б	безводний аміак	D _{дам}	діамофос
P _c	суперфосфат простий порошкоподібний	НФК	нітрофоска
P _{сг}	суперфосфат простий гранульований	НАФК	нітроамофоска
P _a	суперфосфат амонізований	КАФК	карбоамофоска
P _{сд}	суперфосфат подвійний	РКД	рідке комплексне добриво
P _ф	фосфоритне борошно	РКДС	рідке комплекс. суспендоване

Додаток 5. Окупність добрив приростом врожаю с.-г. культур (Кіровоградська обл.), кг/кг
(Супутник агронома, 2010)

Культура	Азот	Фосфор	Калій
Озима пшениця	3,9	4,9	0,7
Кукурудза на зерно	6,5	5,2	1,5
Ячмінь	2,4	3,5	1,6
Соняшник	2,4	2,3	1,2
Цукрові буряки	45	43	35

Додаток 6. Окупність 1 т органічних добрив приростами урожаїв сільськогосподарських культур, ц/га (Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування, 1990)

Культура	Доза внесення органічних добрив, т/га	Полісся, без зрошення	Лісостеп	Степ	
				без зрошення	зрошення
Озима пшениця	30	-	0,15	0,13	0,18
Кукурудза/зерно	35-45	0,25	0,22	0,11	0,50
Цукрові буряки	40-50	2,2	1,5	1,30	2,35
Картопля	40-45	1,9	1,3	1,20	2,10
Кукурудза на силос	40-50	2,1	1,8	1,5	2,54

Література

1. Карасюк І.М. Агрохімія / І.М. Карасюк та ін. – К. : Вища школа, 1995. – 471 с.
2. Тараріко Ю.О. Біоенергетична оцінка систем удобрення і агротехнологій: метод. вказівки для студентів агрономічного факультету і факультету агрохімії та ґрунтознавства / Ю.О. Тараріко Ю.О. та ін. – К. : 2005. – 40 с.
3. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник / Г.М. Господаренко. – К. : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. – 376 с.
4. Лісовал А.П. Система застосування добрив: Підручник / А.П. Лісовал, В.М. Макаренко, С.М. Кравченко. – К.: Вища шк., 2002. – 317 с.
5. Москаленко С.Л. Рекомендації по підвищенню родючості ґрунтів, раціональному використанню добрив та одержанню екологічно чистого урожаю / С.Л. Москаленко, С.Ф. Швидь, С.Г. Брегеда та ін. – Полтава : 2004. – 41 с.
6. Балюк С.А. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління / С.А. Балюк та ін. – Харків : КП «Міська друкарня», 2011. – 30 с.
7. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства за ред. В.В. Медведєва і М.В. Лісового. - Харків: "Штрих", 2001.- 98 с.
8. Супутник агронома : [Довідник] /Є.М. Білецький, М.А. Бобро, С.Ю. Булігін [та ін.]; за ред. С.Ю. Булігіна. – Х. : ХНАУ, 2010. – 256 с.