

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра загального землеробства

Розробка системи удобрення сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи
з дисципліни «Еколого-адаптивні системи застосування добрив»
здобувачами вищої освіти першого бакалаврського рівня
спеціальності 201 - Агрономія

м. Кропивницький, 2023 р.

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра загального землеробства

Розробка системи удобрення сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи
з дисципліни «Еколого-адаптивні системи застосування добрив»
здобувачами вищої освіти першого бакалаврського рівня
спеціальності 201 - Агрономія

Затверджено на засіданні
кафедри загального землеробства
протокол № 1 від 31.08.2023 р.

м. Кропивницький, 2023 р.

Розробка системи удобрення сільськогосподарських культур у короткочасній сівозміні методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни «Еколого-адаптивні системи застосування добрив» здобувачами вищої освіти першого бакалаврського рівня спеціальності 201 – Агрономія / [укладач: Л.В.Сало]. Кропивницький, ЦНТУ, 2023. 35 с.

Рецензент: Ольга Андрієнко,
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри загального землеробства

© ЦНТУ, 2023 рік

© Л.В. Сало 2023 рік

Зміст

Вступ	5
Характеристика розділів роботи	7
Розділ 1. Показники для розробки системи удобрення	8
Розділ 2. Визначення норм органічних добрив	10
Розділ 3. Визначення норм мінеральних добрив	12
Розділ 4. Визначення норм вапняних добрив	15
Розділ 5. Розподіл визначених норм добрив	17
Розділ 6. Календарний план внесення добрив у сівозміні	22
Розділ 7. Баланс елементів живлення у сівозміні	26
Розділ 8. Економічна оцінка застосування добрив під культуру сівозміни	29
Розділ 9. Заходи захисту навколишнього середовища при застосуванні добрив	31
Висновки	31
Список використаних джерел	31
Додатки	32

Вступ

Виробництво сільськогосподарської продукції в Україні, як і всьому світі, значною мірою залежить від використання добрив. Ефективність дії добрив залежить від системи їх застосування.

Раціональна науково обґрунтована система удобрення - це комплекс, агрономічних, агрохімічних та організаційно-господарських заходів раціонального й ефективного застосування органічних і мінеральних добрив та засобів хімічної меліорації ґрунтів.

Метою системи удобрення є підвищення родючості ґрунтів, зростання врожайності сільськогосподарських культур та покращення якості продукції рослинництва а також дотримання екологічної чистоти навколишнього середовища, росту продуктивності праці в сільськогосподарському виробництві.

Систему удобрення культур розробляють на тривалий період. З цією метою щорічно складають плани застосування добрив, де уточнюються норми добрив для кожного поля, форми, строки і способи їх внесення під окремі культури сівозміни, обчислюють потребу в органічних і мінеральних добривах, встановлюють календарні строки їх нагромадження, зберігання та використання. Річний план є документальною основою для практичного здійснення всіх робіт, пов'язаних з застосуванням добрив у господарстві.

Система удобрення об'єднує такі системи: систему удобрення в господарстві, систему застосування добрив у сівозміні, систему удобрення окремих культур сівозміни залежно від технології їх вирощування.

Система застосування добрив у сівозміні є частиною загальної системи удобрення в господарстві. Вона передбачає розподіл органічних і мінеральних добрив та хімічних меліорантів між полями сівозміни з урахуванням потреби в них окремих культур для одержання максимального приросту врожайності при постійному підвищенні родючості ґрунту.

З метою опанування методики розробки системи удобрення здобувачам пропонується скласти систему удобрення для однієї сівозміни.

Система удобрення окремих культур даної сівозміни має вигляд плану застосування органічних і мінеральних добрив, в якому визначено норми, форми, строки і способи їх застосування з урахуванням запланованої врожайності, біологічних особливостей культур залежно від виробничих властивостей ґрунтів, добрив, кліматичних умов і технології вирощування. Це не проста сума добрив, які вносять під окремі культури сівозміни, план враховує складну взаємодію біологічних і фізіологічно-біохімічних властивостей рослин з фізичними, фізико-хімічними і біологічними факторами ґрунту при одночасному впливі людини на умови росту і розвитку рослин.

Враховуючи те, що курсова робота повинна відповідати вимогам академічної доброчесності і пройти перевірку на плагіат, вона має бути виконана за індивідуальним завданням, яке включає комплекс віртуальних показників.

В окремих випадках викладач може дозволити виконати роботу для реального господарства, якщо воно має необхідні результати обстежень ґрунтів та інші показники, передбачені даними методичними рекомендаціями.

Структура курсової роботи має бути представлена наступними розділами:

Вступ

Розділ 1. Показники для розробки системи удобрення

Розділ 2. Визначення норм органічних добрив

Розділ 3. Визначення норм мінеральних добрив

Розділ 4. Визначення норм вапняних добрив

Розділ 5. Розподіл визначених норм добрив

Розділ 6. Календарний план внесення добрив у сівозміні

Розділ 7. Баланс елементів живлення у сівозміні

Розділ 8. Економічна оцінка застосування добрив під культуру сівозміни

Розділ 9. Заходи захисту навколишнього середовища при застосуванні добрив

Висновки

Список використаних джерел

Характеристика розділів роботи

Вступ. У цьому розділі здобувач має коротко аргументувати значення використання добрив для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур і гарантованої якості продукції рослинництва. Бажано навести інформацію зі статей у періодичних виданнях, з Інтернет-ресурсів, результатів власних досліджень або показників господарств. Які форми мінеральних чи органічних добрив є найбільш популярними, на вашу думку? Як впливає на використання добрив зростання їх вартості?

Використовуючи джерела інформації, необхідно обов'язково робити посилання з оформленням даних джерел в списку літератури в роботі. Об'єм даного розділу має бути невеликим, 1-2 сторінки.

Розділ 1. Показники для розробки системи удобрення

В даному розділі слід навести показники індивідуальних завдань у вигляді таблиць.

Таблиця 1.1.

Чергування с.-г. культур сівозміни і планова врожайність

Номер поля	Площа поля, га	Культура	Врожайність, ц/га	Насиченість органічними добривами, т/га
1				
2				
3				
4				

В таблиці показників кислотності ґрунтів необхідно визначити, до якого класу належать ґрунти кожного поля і вказати ступінь кислотності середовища та необхідність вапнування для зони Степу, використовуючи таблицю Додатку 1.

Крім того, необхідно проаналізувати, наскільки дане середовище прийнятне для вирощування тих культур, які передбачені в даному полі згідно завдання, користуючись таблицею Додатку 2. Можливо, для зони Степу даний рівень кислотності не потребує першочергового вапнування, але для культури він є критичним. Висновки записати після таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Кислотність ґрунтів сівозміни

Номер поля	pH	H _г	Середовище
1			
2			
3			
4			

Наприклад: згідно індивідуального завдання, чергування культур наступне: 1.Пшениця озима, 2.Ріпак, 3. Кукурудза/зерно, 4.Горох. Рівень pH у ґрунтах полів сівозміни становить 1.4,5, 2.5,0, 3.5,4, 4.6,6. Тоді, згідно таблиці Додатку 1, клас та середовище будуть становити відповідно: поле №1, 2 клас, середовище сильнокисле, велика потреба у вапнуванні, до того ж, у даному полі ростиме озима пшениця, для якої оптимальна кислотність знаходиться в межах 6,3-7,3; поле №2, 3 клас,

середовище середньокисле, підвищена потреба у вапнуванні, тут буде ріпак, для якого нижній поріг оптимальної кислотності 5,8; поле №3, 4 клас, середовище слабокисле, середня потреба у вапнуванні, в даному полі буде кукурудза, її оптимальна рН 6,0-7,0; поле №4, 6 клас, середовище нейтральне, відсутня потреба у вапнуванні, тут буде горох і рН даного ґрунту відповідає оптимальному для даної культури.

В таблиці агрохімічних показників необхідно визначити, до якого класу забезпеченості відноситься заданий вміст азоту, фосфору і калію, використовуючи таблицю Додатку 3, зробити висновок про потенційну родючість ґрунтів сівозміни.

Таблиця 1.3.

Агрохімічні показники ґрунтів сівозміни

Номер поля	Вміст рухомого азоту, мг/кг	Клас та рівень забезпеченості	Вміст рухомого фосфору, мг/кг	Клас та рівень забезпеченості	Вміст рухомого калію, мг/кг	Клас та рівень забезпеченості
1						
2						
3						
4						

Наприклад: згідно індивідуального завдання, вміст азоту, фосфору і калію у полі 1 становить (мг/кг ґрунту) N 105, P₂O₅ 54, K₂O 85. Тоді, згідно таблиці Додатку 3, клас та рівень забезпеченості будуть становити для азоту 2.Низька, фосфору 3.Середня і калію 4.Підвищена.

Для закінчення розділу необхідно проаналізувати наявні ґрунтові умови і їх відповідність плановій врожайності. Як на вашу думку, чи є можливість отримати заплановану врожайність при такому вмістові поживних речовин? Чи є можливість збільшити планову врожайність?

Розділ 2. Визначення норм органічних добрив

Використання органічних добрив в господарствах степової зони є обмеженим, але необхідно пам'ятати, що оптимальною системою удобрення є органо-мінеральна, тому необхідно використовувати будь-які органічні добрива, які лише можливі в умовах господарства. Це може бути подрібнена солома, торф чи компости, сидерати чи гній.

Щоб мати можливість врахувати надходження елементів живлення з органічними добривами у господарстві, визначають середню насиченість органікою в тонах на 1 га. Середню насиченість розраховують діленням кількості усіх видів органічних добрив, які можна отримати в умовах господарства за рік на площу ріллі господарства. Принципи розрахунків насиченості органічними добривами розглянуті у практичних роботах до дисципліни.

В даному розділі необхідно визначити кількість органічних добрив для сівозміни, користуючись заданою середньою насиченістю та визначити, під яку культуру краще використати розраховану кількість. Кількість органічних добрив, виділених для сівозміни, визначають, як добуток середньої насиченості на кількість полів сівозміни.

Наприклад: середня насиченість у господарстві складає 10 т/га. За умови чотирипольної сівозміни кількість органічних добрив буде становити $10 \times 4 = 40$ т/га.

Визначену кількість добрив можна внести під культуру, яка найбільш вимоглива до органіки. До них відносять просапні (кукурудзу, буряки, картоплю). Серед зернових хлібів найбільш вимоглива озима пшениця.

Якщо у сівозміні є кілька культур, які бажано удобрювати органічними добривами, слід розділити визначену кількість або обрати культуру з більшою урожайністю чи більш важливу для господарства

Наприклад: 1. Пшениця озима

2. Ріпак

3. Кукурудза/зерно (40 т/га органічних добрив)

4. Горох

Або: 1. Пшениця озима (15 т/га органічних добрив)

2. *Ріпак*

3. *Кукурудза/зерно (25 т/га органічних добрив)*

4. *Горох*

Необхідно пояснити, якими принципами ви керувались, обираючи свій варіант удобрення.

Розділ 3. Визначення норм мінеральних добрив

Здобувачі в процесі виконання практичних робіт знайомляться з різними методами визначення норм мінеральних добрив під сільськогосподарські культури. В даній роботі рекомендується визначити норми мінеральних добрив балансовим методом під культури польової сівозміни, залежно від завдання.

Балансовий метод передбачає розрахунок кількості діючої речовини азоту, фосфору чи калію, яку необхідно внести для забезпечення виносу із запланованим урожаєм з врахуванням вмісту елементів живлення в ґрунті та коефіцієнтів використання. Якщо органічні добрива вносити не планується, формула буде мати вигляд:

$$H = (B \times Y - 3 \times \Gamma \times K_{\Gamma}) : K_M \quad (1)$$

де

H – норма азоту, фосфору або калію, кг/га д.р.;

B – винос елементів живлення культурою, кг/ц (Додаток 4);

Y – запланована врожайність культури, ц/га (завдання);

Γ – вміст елементу в ґрунті поля, де вирощується дана культура, мг/кг (завдання);

K_{Γ} – коефіцієнт засвоєння елементів живлення з ґрунту (Додаток 5);

3 – постійний коефіцієнт перерахунку вмісту елементу живлення на орний шар ґрунту;

K_M – коефіцієнт засвоєння елементів живлення з мінеральних добрив (Додаток 6).

Якщо під культуру заплановано внести органічні добрива, це потрібно врахувати при визначенні норми мінеральних добрив. Тоді формула буде мати вигляд:

$$H = (B \times Y - 3 \times \Gamma \times K_{\Gamma} - H_O \times O_{NPK} \times K_O) : K_M \quad (2)$$

де

H_O – норма органічних добрив, внесених на дане поле, т/га;

O_{NPK} – кількість елементу живлення, що міститься в 1 т гною. В середньому в 1 т гною міститься азоту 5 кг, фосфору 2,5 кг і калію 6 кг;

K_O – коефіцієнт засвоєння елементів з органічних добрив (Додаток 6).

Користуючись відповідними формулами, для кожного поля визначають норму азоту, фосфору і калію, яку необхідно буде внести для формування запланованого рівня врожайності культури.

Важливо! Оскільки в Додатку 4 винос вказаний у певному діапазоні, необхідно обрати відповідний показник залежно від рівня запланованої врожайності – при більш високій врожайності показник виносу на одиницю продукції буде меншим і навпаки.

Крім того, рівень використання у Додатках 5 і 6 вказаний у відсотках, для використання у розрахунках дані показники необхідно перевести у коефіцієнти (тобто, поділити на 100).

Особливістю бобових культур є те, що вони до 70% виносу здатні забезпечити за рахунок симбіозу з бульбочковими бактеріями. Тому у розрахунках для гороху чи сої необхідно зменшити кількість виносу азоту. Для цього добуток урожайності і виносу множать на коефіцієнт **0,3**. Це стосується лише бобових і лише розрахунків азоту. Визначення норми фосфору і калію здійснюють, як і для інших культур.

Наприклад, винос азоту озимою пшеницею коливається в межах 3,0-3,5 кг/ц. Запланована врожайність (Y) 60 ц/га. Це відносно високий рівень, тому обираємо винос (B) 3,0 кг/ц. Вміст азоту у даному полі нарівні 2 класу, використання азоту з ґрунту озимою пшеницею становить 34 %, тому коефіцієнт K_{Γ} для розрахунків буде 0,34. Використання азоту з мінеральних добрив для зернових становить 40-60 %. Висока врожайність передбачає потужне використання елементів живлення, тому обираємо 60%, що відповідає (K_M) 0,6.

Тоді кількість діючої речовини азоту буде становити:

$$H_N = (3,0 \times 60 - 3 \times 105 \times 0,34) : 0,6 = 121,5 \text{ або } 121 \text{ кг/га}$$

Для зручності розрахунків і щоб уникнути помилок, по кожному полю вказують культуру, врожайність і вміст елементів живлення в даному полі згідно завдання.

Наприклад: Поле №1 Пшениця озима, 65 ц/га.

Вміст NPK: N 105 (2 клас); P 54 (3 клас); K 85 (4 клас).

$$H_N = (B \times Y - 3 \times \Gamma \times K_{\Gamma}) : K_M$$

$$H_P = (B \times Y - 3 \times \Gamma \times K_{\Gamma}) : K_M$$

$$H_K = (B \times Y - 3 \times \Gamma \times K_{\Gamma}) : K_M$$

Якщо в полі передбачено внесення органічних добрив, то їх кількість треба вказати також, бо вони мають бути враховані у формулі. Результати розрахунків норм мінеральних добрив заносять до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Результати розрахунків норм мінеральних добрив

№ поля	Культури сівозміни	Розрахована норма елементів живлення, кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1				
2				
3				
4				
Разом				
Насиченість, кг/га				

В нижній частині таблиці вказують суму азоту, фосфору і калію та визначають насиченість елементами мінерального живлення. Для цього всю кількість кожного елемента ділять на кількість полів.

Розділ 4. Визначення норм вапняних добрив

Для зменшення ґрунтової кислотності та нейтралізації дії фізіологічно кислих азотних і калійних добрив застосовують вапнування.

Потреба у вапнуванні кислих ґрунтів визначається величиною рН, культурами, які вирощують у сівозміні, та типом ґрунту. Для дерново-підзолистих ґрунтів на яких вирощують картоплю, льон, овес та інші, характерні для даної зони культури потреба у вапнуванні виникає при рН 5,5 і нижче. На сірих лісових ґрунтах та чорноземах з насиченням сівозміни озимою пшеницею, цукровими буряками потреба у вапнуванні виникає на важких ґрунтах при рН 6,2, а легких за механічним складом при рН 5,9 і менше. В умовах північного Степу – при рН 6,5 і менше.

Норму вапна розраховують, використовуючи величину гідролітичної кислотності за формулою

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

де

N_B – норма вапна для зменшення ґрунтової кислотності (CaCO_3), т/га;

N_g – величини гідролітичної кислотності, (мг-екв/100г ґрунту).

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

Якщо ґрунти нейтральні і за величиною рН не підлягають вапнуванню, то доцільно вносити CaCO_3 для підтримання балансу кальцію та нейтралізації дії фізіологічно кислих добрив. До фізіологічно кислих відносять більшість азотних та калійних добрив, тому норму вапна визначають за насиченістю сівозмін азотом та калієм, розрахованою в таблиці 3.1. Формула має вигляд:

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

де

N_{BH} – норма вапна для нейтралізації фізіологічно кислих добрив (CaCO_3), т/га;

N, K – насиченість сівозмін відповідно азотом і калієм, кг/га;

Π – число полів сівозміни.

За розрахунками отримуємо норму кількість вапна у діючій речовині, необхідну для кожного поля. Результати заносимо до таблиці 4.1.

План внесення вапна в сівозміні

№ поля	Схема чергування культур	Норма, т/га		Рік внесення
		CaCO ₃	вапняного добрива	

Потрібно також визначити вид вапняного добрива і, залежно від вмісту у ньому діючої речовини, розрахувати фізичну масу вапнюючого матеріалу за формулою:

$$\Phi M_B = N_B : ДР_B \times 100 \quad (5)$$

де

ΦM_B – фізична маса вапняного добрива, т/га;

N_B або N_{BH} – норма вапна для нейтралізації кислотності ґрунтів або фізіологічно кислих добрив (CaCO₃), т/га;

$ДР_B$ – вміст діючої речовини в обраному вапняному добриві, %;

100 – коефіцієнт переведення.

Результати також заносять до таблиці 4.1.

В сівозміні вапнують щороку одне поле. Тоді за ротацію всі поля будуть провапновані. В таблиці необхідно вказати, яке поле буде провапноване у перший рік, яке в другий і т.д. Першочерговість вапнування визначають з врахуванням рівня рН та відношення культур сівозміни до кислотності. В перший рік вапнують поля з найменшим рН та (або) з культурою, яка відноситься до 1 чи 2 групи відношення до кислотності.

В поясненні до плану потрібно обґрунтувати вибір виду вапняного добрива і чому саме таке прийнято рішення по вибору культури, вказати, в яких полях ґрунт вапнують, а в яких вносять вапно для нейтралізації фізіологічної кислотності.

Розділ 5. Розподіл визначених норм добрив

Даний розділ є одним із найбільш відповідальних. Для раціонального розподілу добрив у господарстві складають плани удобрення культур. Здобувачу рекомендується розробити план внесення добрив у основній сівозміні на основі визначених балансовим методом норм. Результати заносять до таблиці 5.1.

Перш за все до таблиці переносять чергування культур згідно завдання і вказують у відповідному полі кількість органічних добрив. Також переносять з таблиці 3.1 розраховані норми добрив, кг/га.

Наступний розподіл вимагає певних знань і здатності до аналітичного мислення. Необхідно розподілити всю розраховану норму на дози за прийомами внесення: основне, припосівне і підживлення. Подумайте, чи всі прийоми доцільно використовувати. Пам'ятайте також, що кожен з них має своє завдання і замінити один прийом іншим неможливо. Крім того, слід обрати оптимальну форму добрива і записати її в таблицю у вигляді символу. Символи добрив вказані у Додатку 7.

Так, завдання *основного* удобрення полягає в забезпеченні культури елементами живлення на весь період вегетації, тому для нього виділяють до 80% від розрахованої норми. Форми добрив будуть залежати від часу між внесенням добрив та сівбою культури. Для озимих культур краще обирати більш розчинні форми. Для ярих (за умови, що основне удобрення розраховане на осінь), можна обирати менш розчинні. За вмістом діючої речовини краще обирати менш концентровані. Тоді фізична маса добрив буде значною і їх простіше рівномірно розподілити по площі для подальшої заробки. Відносно азотних добрив – краще обирати амонійні, оскільки амоній затримується вбирним ґрунтовим комплексом і не вимивається за осінньо-зимовий період, як нітрати. Можна використовувати комплексні добрива, якщо розрахунки передбачають внесення двох або усіх трьох елементів.

Задача *припосівного* удобрення – забезпечити хороший старт для розвитку кореневої системи в перший період після проростання насіння. Слід пам'ятати, що коренева система молодих рослин дуже вразлива, тому кількість добрив, виділена для цього прийому, повинна бути невелика, щоб не створювати зон з високою концентрацією. Це може бути 10-20 кг/га діючої речовини. Щоб обрати правильну

дозу, встановить, до якої групи за відношенням до концентрації ґрунтового розчину відноситься ваша культура.

Наприклад, під озиму пшеницю можна планувати 20кг/га і навіть більше, тоді як під кукурудзу і соняшник бажано внести 10 кг/га.

Форми добрив для припосівного удобрення повинні бути лише добре розчинними, особливо це стосується фосфорних добрив. Якщо є необхідність внесення калію при сівбі, потрібно бути обережними з хлорвмісними формами добрив. Можна використовувати також комплексні добрива, наприклад, амофос, якщо розрахована норма включає азот і фосфор, або нітроамофоску, якщо в розрахунках є усі три елементи живлення. Краще застосовувати висококонцентровані добрива та гранульовані форми для покращення рівномірності їх внесення зернотуковими сівалками. необхідно звертати увагу на рівень забезпеченості поля елементами живлення. Якщо забезпеченість на рівні 3 класу і вища, для припосівного внесення можна обмежитись внесенням лише фосфорних добрив. Якщо ґрунти слабо забезпечені – краще планувати внесення комплексних добрив.

Підживлення призначене для покращення живлення рослин та якості сільськогосподарської продукції. Кількість добрив для цього прийому теж обмежена, але дози більші, ніж для припосівного. В певних випадках і під конкретні культури (наприклад, озиму пшеницю) необхідно запланувати не одне, а декілька підживлень. Для кореневих підживлень обирають гранульовані форми добрив, для некорневих підживлень використовують розчинні форми добрив або тукосуміші типу КАС. Можна запланувати використання комплексних рідких добрив, що містять окрім макроелементів також мікроелементи. Тоді слід спочатку обрати марку комплексного добрива, а потім, залежно від його хімічного складу і співвідношення елементів спланувати дози їх внесення з певною кількістю добрива.

Наприклад, ви плануєте обробити рослини розчином комплексного макро-мікродобрива Актив-Harvest Dry PK. Дане добриво містить, %: N 3, P₂O₅ 37, K₂O 37 а також залізо, марганець, цинк і мідь. Рекомендована норма внесення 1-3 кг/га. Тоді з 1 кг добрива ви внесете 3 кг/га азоту, 37 фосфору та 37 калію. Цю кількість і слід записати в таблицю.

Важливо! Зважаючи на те, що кількість добрив у припосівне удобрення та підживлення є регламентованою, необхідно спочатку спланувати саме ці прийоми. Потім решту від норми розрахованих елементів можна віднести в основне внесення.

Наприклад: вся розрахована норма під озиму пшеницю становить $N_{80}P_{40}K_{20}$. Розподіл може бути наступним. Оскільки багато азоту під озимі вносити в основне і припосівне підживлення не рекомендують (це може спричинити переростання і вимерзання рослин), виділяємо 20 кг/га на осінь, решту 60 кг/га краще внести весною у два підживлення 30+30 кг/га. Фосфор краще внести весь восени. Оскільки при сівбі рекомендують застосовувати фосфорні добрива для хорошого розвитку вторинної кореневої системи рослин пшениці, можна виділити 20 кг/га у вигляді гранульованого простого суперфосфату. Решту фосфору залишаємо в основне внесення. Щодо калію, його теж краще внести в основне внесення. Маємо: основне $N_{20}P_{20}K_{20}$, припосівне P_{20} і підживлення $N_{30} + N_{30}$.

Форми добрив: основне – нітроамофоска (Рнафк), припосівне – подвійний суперфосфат (Рсд), підживлення – амонійна селітра і сечовина (Наа і Nm).

Таблиця 5.1

Розподіл добрив під культури польової сівозміни

№ поля		1		2		3		4	
Культура сівозміни									
Органічні добрива, т/га									
Розраховані норми добрив (з табл. 3.1), кг/га	N								
	P								
	K								
Основне добриво	N	*	**						
	P								
	K								
Припосівне добриво	N								
	P								
	K								
Підживлення 1	N								
	P								
	K								
Підживлення 2	N								
	P								
	K								

* діюча речовина, кг/га

** форма добрива у вигляді символу

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

Наприклад:

Поле 1. Озима пшениця (вказати сорт). Ґрунт поля має підвищену кислотність, а оскільки дана культура потребує нейтральної реакції ґрунту, необхідно вносити вапно. Вапняний матеріал (вказати назву) вносять після збирання попередника за допомогою (вказати марку знаряддя). В основне внесення планується внести (вказати кількість діючої речовини елементів живлення) у вигляді (форма добрива). Ґрунт в першому полі відноситься до другого класу за забезпеченням азотом і, крім того, пшеницю висівають по попереднику, який не збіднює ґрунт на азот. А тому для накопичення у вузлі кушення цукрів, підвищення стійкості рослин проти хвороб азотні добрива не вносять до сівби.

Коренева система не здатна засвоювати елементи живлення із важко розчинних сполук, а тому при сівбі вносимо (форма добрива).

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 (форма добрива).

В даному полі не планується одержання зерна сильної пшениці в зв'язку з чим решту азотного добрива у вигляді (форма добрива) вносять у друге підживлення під час фази трубкування. Внесення азоту в цей період буде сприяти (вказати чому).

//Важливо писати обґрунтування самостійно, не використовуючи тексту прикладу, щоб уникнути плагіату//

Щоб знати, скільки потрібно буде добрив у фізичній масі, необхідно перевести діючу речовину на фізичну масу добрив згідно форм, які були обрані і вказані у таблиці 5.1. Для цього складають таблицю 5.2. До неї заносять діючу речовину з таблиці 5.1 і розраховують фізичну масу обраного добрива. Формула для розрахунку матиме вигляд:

$$\Phi M_{\text{д}} = D_{\text{д}} : \% \times 100 \quad (6)$$

де

$\Phi M_{\text{д}}$ – фізична маса добрива, кг/га;

D_d – доза добрив у діючій речовині (таблиця 5.1), кг/га;

% – вміст діючої речовини в обраному добриві, %;

100 – коефіцієнт переведення у масові одиниці.

Результати краще заокруглити до цілих цифр, їх також заносять до таблиці 5.2.

Наприклад: в описаному вище зразку розподілу норми на дози внесення визначено, що при сівбі вносимо 20 кг/га фосфору у вигляді простого суперфосфату. Вміст діючої речовини в простому суперфосфаті становить 20%. Тоді за розрахунками необхідно внести $20 : 20 \times 100 = 100$ кг/га добрива.

Розрахунок для нітроамофоски здійснюють за одним будь-яким елементом, оскільки співвідношення елементів становить 1:1:1 або 19:19:19. Тоді за розрахунками за азотом фізична маса нітроамофоски складе $20 : 19 \times 100 = 105,26$ або 105 кг/га. З цією фізичною масою автоматично надійде також 20 кг/га фосфору і стільки ж калію.

Таблиця 5.2

Потреба добрив у фізичній масі для застосування їх під культури у польовій сівозміні

№ поля		1		2		3		4	
Культура сівозміни									
Органічні добрива, т/га									
Розраховані норми добрив (з табл. 3.1), кг/га	N								
	P								
	K								
Основне добриво	N	*	**						
	P								
	K								
Припосівне добриво	N								
	P								
	K								
Підживлення 1	N								
	P								
	K								
Підживлення 2	N								
	P								
	K								

* діюча речовина (з таблиці 5.1), кг/га

** фізична маса добрива, кг/га

Для зручності розрахунків рекомендовано вписати усі обрані види добрив та вказати вміст діючої речовини в кожному з них.

Розділ 6. Календарний план внесення добрив у сівозміні

Календарний план внесення добрив розробляється з метою планування строків їх завезення. Зберігати велику кількість добрива у господарстві не завжди можливо. Але добрива вносять в обмежені строки. Тому необхідно мати наперед ту кількість, яку буде необхідно для кожного з прийомів.

Планують внесення добрив поквартально. Рік має чотири квартали: I – січень, лютий, березень; II – квітень, травень, червень; III – липень, серпень, вересень; IV – жовтень, листопад, грудень.

Необхідно спланувати, які прийоми внесення можуть бути виконані в кожному з кварталів. В I кварталі можливо зробити перше підживлення озимих культур, в кінці березня посіяти самі ранні ярі культури (ячмінь, горох). В II кварталі виконують всі основні весняні роботи: сівбу усіх ярих культур (в тому числі ячмінь і горох), друге і третє підживлення озимих і, за необхідності, деяких ярих культур. У III кварталі можна посіяти літні посіви гречки, внести основне добриво під озимі і ярі культури, якщо попередня культура буде зібрана до цього часу, здійснити припосівне удобрення озимих культур. В IV кварталі можна внести основне удобрення під ярі культури, особливо це рекомендовано для амонійних форм азотних добрив.

Календарний план складають, починаючи з III кварталу, тобто, відразу після збирання попередників. Для цього кожен прийом, запланований в конкретному полі в таблиці 5.2, заносять у відповідний квартал у таблиці 6.1.

В останньому стовпчику таблиці розраховують, скільки фізичної маси добрива необхідно на всю площу поля. Ця кількість буде потрібна для закупівлі добрив. Оскільки фізична маса добрив буде значною, її виражають в тонах. Тоді формула розрахунку буде наступною:

$$\Phi M_{\Pi} = \Phi M_{га} \times S : 1000 \quad (7)$$

де

ΦM_{Π} – фізична маса добрив на все поле, т

$\Phi M_{га}$ – фізична маса добрива, кг/га;

S – площа поля згідно завдання, га;

100 – коефіцієнт переведення у тони.

Календарний план внесення добрив у сівозміні

№ поля	Культура	Площа, га	Прийом внесення	Форма добрив	Норма внесення, кг д.р./ф.м	Фізична маса на всю площу, т
III квартал						
3	Озима пшениця	100	Припосівне	Рнафк	N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ / 105	10,5
IV квартал						
I квартал						
II квартал						

Для зручності закупівлі необхідно для кожного кварталу визначити суму кожної форми добрив, яку буде внесено в усіх полях в даному кварталі.

Наприклад: згідно таблиці 6.1, у III кварталі буде внесено нітроамофоску (Рнафк) у полі №1 – 10,5т, полі №3 – 5,2т; суперфосфат простий (Рс) у полі №2 – 10т, полі №4 – 5т і т.д. Тоді у даному кварталі в сумі буде внесено Рнафк – 15,7т, Рс – 15т і т.д.

Результати заносять в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2

Загальна кількість кожного виду добрив

Форма добрива	Фізична маса на всю площу поля, т
III квартал	
Рнафк	15,7
Рс	15,0
IV квартал	
I квартал	

II квартал

Відповідно до кількості певних форм добрив для кожного кварталу, складають потребу на придбання мінеральних добрив (табл. 6.3). Добрива необхідно закупити раніше, тобто, у попередньому кварталі.

Так, добрива, що будуть використані у третьому кварталі, закуповувати потрібно у другому кварталі. Саме тому таблицю потреби розпочинають з II кварталу.

При закупівлі може статись ситуація, коли запланованої форми добрив не знайдено. В такому випадку корисно знати необхідну кількість аналогу, що може замінити заплановане добриво.

Для визначення фізичної маси аналогу необхідно знати вміст у ньому діючої речовини і кількість діючої речовини у фізичній масі запланованого добрива.

Кількість діючої речовини у фізичній масі запланованих добрив можна визначити за формулою:

$$ДР_{II} = ФМ_{д} \times \% : 100 \quad (8)$$

де

$ДР_{II}$ – діюча речовина у фізичній масі добрив на всю площу поля, т

$ФМ_{д}$ – фізична маса добрив на всю площу поля, т

$\%$ – відсоток діючої речовини у даній формі добрива, %;

100 – коефіцієнт переведення у масові одиниці.

Таблиця 6.3

Потреба у мінеральних добривах для сівозміни

Форма добрива, що заявляється	Потреба, т		Форма аналогу	Фізична маса аналогу, т
	фізична маса	діюча речовина		
II квартал				
Рнафк	15,7	N 3 P 3 K 3	Рнфк	27,3
Рс	15	P 3	Рсд	7,5
III квартал				
IV квартал				

I квартал				

Кількість фізичної маси аналогу визначають за формулою:

$$\Phi M_A = D P_{II} : \%_A \times 100 \quad (9)$$

де

ΦM_A – фізична маса аналогу добрив на всю площу поля, т

$D P_{II}$ – діюча речовина у фізичній масі добрив на всю площу поля, т

$\%_A$ – відсоток діючої речовини у аналогу добрива, %;

100 – коефіцієнт переведення у масові одиниці.

Наприклад: у III кварталі заплановано внести $R_{нафк} - 15,7т$, $P_c - 15т$. Нітроамофоску можна замінити нітрофоскою ($R_{нфк}$). Але вміст у $R_{нафк} 19:19:19$, тоді як у $R_{нфк} 11:11:11$. Згідно розрахунків за формулою 8 кількість діючої речовини у $15,7т R_{нафк}$ буде складати N 3 P 3 K 3. Розрахунки фізичної маси аналогу за формулою 9 складуть $27,3т$.

Простий суперфосфат можна замінити подвійним суперфосфатом. У простому міститься 20% діючої речовини, у подвійному – 40%. Згідно розрахунків за формулою 8 кількість діючої речовини у $15т P_c$ буде складати P 3. Розрахунки фізичної маси аналогу за формулою 9 складуть $7,5т$.

Можна також замінити комплексне добриво на суміш простих. Тоді необхідно розрахувати фізичну масу для кожного з простих аналогів, також використовуючи формулу 9.

Ці розрахунки доцільно зробити наперед і також записати до таблиці 6.3.

Розділ 7. Баланс елементів живлення у сівозміні

Баланс елементів живлення в сівозміні складається з врахуванням виносу елементів урожаєм і внесених елементів з органічними та мінеральними добривами.

Урожайність записують із завдання. Винос елементів живлення культурою обирають з Додатку 4. Винос з урожаєм розраховують, як добуток виносу кожним центнером на рівень врожайності культури.

Наприклад: врожайність озимої пшениці згідно завдання 60 ц/га, винос N 3,0-3,5, P 0,8-1,1 і K 1,0-1,6. Для розрахунків балансовим методом ми обирали показник виносу N 3,0, P 0,8 і K 1,0. Тоді винос з урожаєм складе 180, 48 і 60 відповідно.

В кінці таблиці визначаємо суму виносу азоту, фосфору і калію з урожаєм усіх культур сівозміни.

Таблиця 7.1

Винос елементів живлення плановим урожаєм

№ поля	Культури сівозміни	Урожайність, ц/га	Винос, кг/ц			Винос з урожаєм, кг/га		
			N	P	K	N	P	K
Сума								

Важливо! Потрібно врахувати, що кожен 1 ц зерна сої залишає в ґрунті 4 кг азоту, 1 кг фосфору і 1,5 кг калію, а під горохом баланс азоту нульовий. Якщо винос вказуємо, як додатну величину, то залишок елементів в ґрунті логічно позначити, як від'ємну величину, оскільки ця кількість не виноситься. Тож загальний винос у випадку вирощування бобових культур буде меншим.

На основі отриманих раніше розрахунків визначають баланс елементів живлення. Для цього в таблицю 7.2 вносять наступні показники.

1. Насиченість мінеральними добривами (кг/га) переносять з таблиці 3.1.

2. Кількість елементів живлення, яка потрапить в ґрунт з органічними добривами, визначають множенням насиченості органікою (т/га) на вміст елементів у кожній тонні органічних добрив. Насиченість відповідає завданню. Відомо, що у 1 тонні міститься, в середньому, 5кг азоту, 2,5кг фосфору і 6кг калію.

3. Сума елемента, внесеного з мінеральними та органічними добривами покаже загальне надходження елементів в ґрунт.

4. Винос переносимо з таблиці 7.1 (показник суми).

5. Баланс елементів живлення – це різниця між їх загальною внесеною кількістю (п.3) і виносом (п.4). Баланс може бути від’ємною величиною, якщо винос елемента з урожаєм перевищує кількість внесених елементів з добривами.

6. Інтенсивність балансу розраховують діленням суми внесених елементів на їх винос. Оскільки інтенсивність балансу є часткою, для переведення у відсотки частку від ділення множать на 100.

Таблиця 7.2

Баланс елементів живлення у сівозміні

Показники балансу	N	P	K
1. Внесено з мінеральними добривами, кг/га (насиченість у табл. 3.1)			
2. Внесено з органічними добривами, кг/га			
3. Разом внесено, кг/ га			
4. Винос, кг/га (табл. 7.1.)			
5. Баланс, <u>±</u> кг/га			
6. Інтенсивність балансу, %			

Необхідно зробити висновки про баланс елементів живлення при застосуванні розрахованої системи удобрення. Виходячи із отриманих даних балансу, пояснити які зміни можуть пройти в ґрунті, якщо дана система буде впроваджена у виробництво. Так, якщо баланс буде нульовий, тоді інтенсивність балансу буде 100%. Це означає, що винос елементів живлення з ґрунту буде на 100% компенсований внесеними добривами. Якщо баланс буде додатна величина, тоді інтенсивність має бути більше 100% і це означає, що при даній системі удобрення ґрунт буде збагачуватись і його родючість зростатиме. Якщо баланс по якомусь з елементів буде від’ємний, тоді інтенсивність балансу буде менше 100%. Це означає, що добрива не компенсують втрати елемента з господарським виносом і ґрунт буде збіднюватись. Однак, певне зниження інтенсивності балансу допустиме. Так, якщо в сівозміні присутні бобові компоненти, можна допустити зниження балансу по азоту до рівня 70%. Якщо вміст елемента в ґрунті знаходиться на рівні 4 класу і вище, також можна допустити

зниження інтенсивності до 80% за умови збільшення розрахованої норми добрив у поточному або наступному році.

За результатами балансу потрібно зробити висновок про доцільність застосування даної системи у господарстві. Висновок необхідно робити по кожному елементу окремо.

Розділ 8. Економічна оцінка застосування добрив під культуру сівозміни

Економічну ефективність застосування добрив здобувачі розраховують приблизно, за показником умовного чистого доходу.

Для проведення розрахунків потрібно визначити:

1. Прибавку урожайності за рахунок добрив.
2. Реалізаційну ціну для визначення вартості прибавки.
3. Затрати, пов'язані з придбанням добрив.

Прибавку врожайності за рахунок добрив розраховують через окупність кількості діючої речовини добрив, розрахованих балансовим методом у даній роботі. Окупність наведена у додатку 8. Розрахунок проводимо за формулою 10:

$$P = H_d \times O_M : 100 \quad (10)$$

де

P – прибавка врожаю, ц/га

H_d – норма добрив (сума діючої речовини), кг/га

100 – коефіцієнт переведення у ц/га.

Наприклад: розрахована норма під озиму пшеницю складала $N_{52}P_{35}K_{34}$. Сума діючої речовини буде $52+35+34=121$ кг/га. В додатку 8 вказано, що окупність при 149 кг/га д.р. складе 4,5. При зменшенні норми окупність збільшується. Орієнтовно обираємо 6,5 кг/га. Тоді $P = 121 \times 6,5 : 100 = 7,9$ ц/га.

Реалізаційну ціну продукції та вартість 1 т добрив обирають з джерел Інтернету в один і той самий рік. Фізичну масу добрив беруть із таблиці 5.2 і переводять в тонни, оскільки величина в таблиці показана в кг/га.

Економічна ефективність визначається низкою показників. Більш доцільно показати: умовно чистий дохід – різниця між вартістю додаткової продукції та сумою витрат на закупівлю добрив, окупність витрат – відношення вартості додаткової продукції до суми витрат на закупівлю добрив, рівень рентабельності – відношення умовно чистого доходу до суми витрат, виражене у відсотках.

Результати розрахунків навести в таблиці 8.1.

Економічна ефективність застосування добрив

Культура	Витрати (вартість добрив), грн./га	Виручка від реалізації додаткової продукції, грн./га	Умовно чистий доход, грн./га	Окупність витрат, разів	Рівень рентабельності, %

В кінці розділу необхідно зробити висновок щодо ефективності розрахованої норми добрив і внести свої пропозиції щодо підвищення економічних показників.

Розділ 9. Заходи захисту навколишнього середовища при застосуванні добрив

В процесі розробки системи удобрення в господарстві звертають увагу, як впливають добрива на довкілля.

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

Потрібно звернути увагу на умови зберігання 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

Система удобрення розробляється для умов господарства. Тому у висновках показують, як вплинуть у розробленій системі добрива на ґрунт, урожайність сільськогосподарських культур і якість продукції. Які передбачені умови впливу рослин на ґрунт і добрива, а також як при цьому буде впливати ґрунт на культури і на добрива.

Список використаних джерел

Список необхідно наводити згідно сучасних вимог оформлення.

Наприклад:

1. Слісарчук М., Брагінець І. Новий давній знайомий – льон олійний. *Зерно*. 2011. № 3.
2. Кругла Н. А. Історія розвитку льонарства в Україні: друга половина XIX XX століття: автореф. дис... канд. історич. наук. Київ, 2002. 15 с.
3. Сагайдак Є. О. Оцінка та добір генотипів льону олійного на посухостійкість. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 134–136.
4. Чехова І. Рентабельність олійних культур у 2021 році 06.10.2021. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. URL: <https://propozitsiya.com/ua/rentabelnist-oliynyh-kultur-u-2021-roci>.

Додаток 1. Групування ґрунтів за реакцією середовища

Клас	pH	Середовище	Потреба у вапнуванні
1	менше 4,0	Дуже сильнокисле	дуже велика
2	4,1-4,5	Сильнокисле	велика
3	4,6-5,0	Середньокисле	підвищена
4	5,1-5,5	Слабокисле	середня
5	5,6-6,0	Близьке до нейтрального	мала
6	6,1-7,0	Нейтральне	відсутня

Додаток 2. Оптимальна реакція pH для основних с.-г. культур (Дж. Супутник агронома)

Культура	pH	Культура	pH
Озима пшениця	6,3-7,3	Горох	6,0-7,0
Озиме жито	5,5-7,5	Картопля	5,0-5,5
Яра пшениця	6,0-7,5	Буряки цукрові	7,0-7,5
Ячмінь	6,8-7,5	Ріпак	5,8-6,5
Овес	5,0-7,7	Льон	5,5-6,5
Кукурудза	6,0-7,0	Соя	6,5-7,1
Просо	5,5-7,5	Соняшник	6,0-6,8

Додаток 3. Групування ґрунтів за вмістом гідролізованого азоту (за Корнфілдом) та рухомих форм фосфору та калію (за Чиріковим)

Клас забезпеченості	Рівень забезпеченості	Вміст рухомих форм, мг/кг		
		азоту	фосфору	калію
1	Дуже низький	менше 100	менше 20	менше 20
2	Низький	101-150	21-50	21-40
3	Середній	151-200	51-100	41-80
4	Підвищений	більше 200	101-150	81-120
5	Високий		515-200	121-180
6	Дуже високий		більше 200	більше 180

Додаток 4. Винос поживних речовин з урожаєм сільськогосподарських культур,
кг/ц основної продукції

Культура	Основна продукція	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	зерно	3,0-3,5	0,8-1,1	1,0-1,6
Ячмінь	зерно	2,5-3,0	1,0-1,2	1,2-2,2
Кукурудза	зерно	1,6-2,2	0,7-1,0	1,5-2,0
Овес	зерно	2,6-3,2	0,7-1,4	2,5-2,8
Гречка	зерно	2,0-3,0	1,0-1,5	3,0-3,9
Горох	зерно	3,7-6,5	1,2-1,5	2,0-2,9
Соя	зерно	5,5-6,5	1,4-1,5	2,0-2,5
Льон олійний	насіння	5,5-6,5	2,0-2,6	4,0-5,0
Ріпак олійний	насіння	5,0-6,0	2,5-3,0	4,0-7,0
Соняшник	насіння	4,0-5,7	2,0-2,9	10,0-15,0
Цукрові буряки	коренеплоди	0,4-0,6	0,1-0,2	0,5-0,7
Картопля	бульби	0,4-0,6	0,2-0,3	0,5-0,8
Кукурудза	зелена маса	0,4-0,5	0,1-0,2	0,2-0,3
Люцерна	сіно	2,2-2,6	0,4-0,6	1,5-2,0

Додаток 5. Використання N, P, K сільськогосподарськими культурами з ґрунту
залежно від рівня забезпеченості, %

Культура	N			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	клас забезпеченості								
	1-2	3	4-5	1-2	3	4-5	1-2	3	4-5
Озима пшениця	34	25	23	11	9	5	17	13	12
Ячмінь	25	19	17	10	9	7	20	16	14
Гречка	16	12	11	7	6	5	19	16	14
Кукурудза на зерно	35	26	24	20	12	8	41	33	29
Цукрові і кормові буряки	33	30	27	10	9	8	33	30	30
Картопля	21	21	20	9	9	9	33	30	30
Соняшник, ріпак	38	32	25	23	16	12	75	65	50
Горох, соя	39	39	35	9	9	8	15	12	10
Багаторічні трави(сіно)	18	12	12	8	5	5	17	11	10
Льон олійний	16	12	10	6	5	5	10	8	8

Додаток 6. Використання N, P, K сільськогосподарськими культурами з органічних і мінеральних добрив, %

Культури	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Органічні добрива			
Зернові	20-30	25-35	50-60
Просапні, овочеві	30-40	53-45	60-70
Мінеральні добрива			
Зернові	40-60	18-20	40-60
Просапні	50-65	18-22	40-55
Овочеві	50-70	20-25	60-70

Додаток 7. Умовні позначення (символи) мінеральних добрив

№ п/п	символ	Назва добрива	№ п/п	символ	Назва добрива
1	Na	- сульфат амонію	16	Кн	- каїніт
2	Naa	- аміачна селітра	17	Кс	- сильвініт
3	Nc	- натрієва селітра	18	Км	- калімагнезія
4	Nкс	- кальцієва селітра	19	Кмк	- калімаг
5	Nх	- хлористий амоній	20	Кск	- калій сірчаноокислий
6	Nм	- сечовина	21	Кк	- калійна сіль
7	Нав	- аміачна вода	22	Кх	- калій хлористий
8	Nж	- зріджений аміак	23	Ка	- калій азотноокислий
9	Pc	- суперфосфат простий	24	Раф	- амофос
10	Pcg	- суперфосфат гранульований	25	Рдаф	- діамофос
11	Pcd	- суперфосфат подвійний	26	Рнф	- нітрофос
12	Pп	- преципітат	27	Рнафк	- нітроамофоска
13	Pф	- фосфоритне борошно	28	ФМ	- фосфат сечовини
14	Pфш	- фосфатшлак	29	ПФА	- поліфосфат амонію
15	Pa	- суперфосфат амонізований	30	МФК	- метафосфат калію

Додаток 8. Орієнтовна окупність мінеральних добрив
приростами врожаю сільськогосподарських культур

Культура	Норми мінеральних добрив, кг/га д.р.	Окупність 1кг NPK приростом врожаю, кг	Культура	Норми мінеральних добрив, кг/га д.р.	Окупність 1кг NPK приростом врожаю, кг
Озима пшениця	57	12,0	Горох	50	6,2
	149	4,5		195	4,2
	1т органічних добрив	18	Кукурудза	128	8,8
Ярий ячмінь	77	7,5		170	6,5
	199	5,3		1т органічних добрив	11
Соняшник	92	5,2	Соя	60	6,3
	175	4,3		150	4,9
Льон олійний	90	5,2	Ріпак	120	5,4
	135	2,4		185	4,9