

Міністерство освіти і науки України



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи з дисципліни
«Агрохімія»
для студентів
спеціальності 201 «Агрономія»
денної та заочної форми навчання

ІВВ Луцького НТУ
2018

УДК 631.47

До друку _____ Голова Навчально-методичної ради Луцького НТУ
(підпис)

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій
Луцького НТУ _____ директор бібліотеки.
(підпис)

Затверджено Навчально-методичною радою Луцького НТУ,
протокол № _____ від « _____ » 2018 року.

Рекомендовано до видання Навчально-методичною радою факультету екології та
приладо-енергетичних систем Луцького НТУ, протокол № _____ від
« _____ » 2018 року.

_____ Голова навчально-методичної ради факультет екології та приладо -
(підпис) енергетичних систем

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри екології Луцького НТУ,
протокол № _____ від « _____ » 2018 року.

Укладач: _____
_____ Бондарчук С.П., кандидат с.г. наук, доцент кафедри екології
Луцького НТУ

Рецензент: _____ В.О. Волянський, кандидат с.г. наук доцент
кафедри екології Луцького НТУ

Відповідальний за випуск: _____ В.В. Іванців, доцент кафедри
екології Луцького НТУ (підпис)

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Агрохімія» для
студентів спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форми навчання» /
уклад. С.П., Бондарчук – Луцьк : Луцький НТУ, 2018. – 54 с.

У методичних вказівках представлені орієнтовні теми, структура та план курсової роботи
для студентів спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання.

*При підготовці методичних вказівок використані матеріали методичних рекомендацій за авторством Свитко С.М., Сауляк
П.М., Барвінченко В.І., Дідур І.М., 2009*

© С.П., Бондарчук, 2018

© Луцький НТУ, 2018

Вступ

Виконання курсової роботи з дисципліни "Агрохімія" – одна із форм навчальної роботи студентів із спеціальності 201 «Агрономія» і спрямована на оволодіння студентами теоретичних знань і практичних навичок розробки системи удобрення у польовій сівозміні конкретного господарства з урахуванням ґрунтово–кліматичних умов та екологічних вимог.

Мета і завдання практичних робіт

Одним із головних шляхів інтенсифікації сільського господарства є хімізація землеробства, зокрема, широке застосування добрив і хімічних меліорантів з урахуванням природоохоронних вимог.

Хімізація землеробства – матеріальна основа підвищення родючості ґрунтів, досягнення високих і стабільних врожаїв усіх сільськогосподарських культур. Дослідженнями вітчизняних і зарубіжних вчених доведено, що залежно від природнокліматичних умов і структури посівних площ доля добрив в одержанні продукції землеробства складає в середньому 40–50 %. Крім того, на фоні застосування добрив значно зменшується вплив на врожайність культур несприятливих погодних умов. Поряд із цим мінеральні добрива впливають на ефективну родючість ґрунтів. Добрива підвищують врожайність культур, змінюють у них вміст білків, жирів, цукрів, крохмалю та інших органічних сполук, які служать важливою якісною характеристикою врожаю.

Для більш продуктивного розвитку сільськогосподарського виробництва головне завдання хімізації землеробства полягає в раціональному використанні добрив – у переході від розрізнених прийомів удобрення окремих сільськогосподарських культур до науково обґрунтованої системи застосування добрив.

Система удобрення – це планова реалізація комплексу заходів щодо нагромадження, зберігання і раціонального використання всіх удобрювальних засобів (органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів), що забезпечують одержання високих і стабільних врожаїв, поліпшення якості вирощуваної продукції, підвищення і збереження родючості ґрунтів і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Система удобрення передбачає правильний розподіл добрив між

культурами сівозміни та іншими угіддями в науково–обґрунтованих кількостях і співвідношеннях, застосування найбільш ефективних способів і прийомів їх внесення з урахуванням потреб культурних рослин в елементах живлення і фактичної родючості ґрунтів.

При встановленні норм добрив слід враховувати в кожному окремому випадку можливість використання рослинами поживних елементів із ґрунту і добрив у конкретних ґрунтово–кліматичних умовах, при певній технології застосування добрив і вирощування сільськогосподарських культур.

Також при вирішенні питання встановлення норм добрив необхідно розрахувати їх економічну ефективність та доцільність використання, а також баланс гумусу і NPK.

При виконанні курсової роботи студент повинен розробити систему використання добрив у польовій сівозміні, що забезпечує виконання таких основних завдань:

1. Одержання запланованої врожайності вирощуваних культур.
2. Нагромадження та раціональне використання всіх удобрювальних засобів у господарстві.
3. Послідовне вирівнювання родючості полів сівозміни (в деяких випадках збереження існуючої родючості) шляхом створення позитивного або бездефіцитного балансу поживних елементів і гумусу, поліпшення агрохімічних показників ґрунту.
4. Одержання високої економічної ефективності застосування добрив.
5. Забезпечення охорони навколишнього середовища в процесі застосування добрив та меліорантів.

1.1. Характеристика господарства і ґрунтово–кліматичних умов. Загальні відомості про господарство

Завдання: на основі вихідних даних (виданих викладачем) провести загальну характеристику господарства, аналіз землекористування та властивостей ґрунтів сівозміни.

Таблиця 1
Землекористування господарства станом на 01.01 200__ року

№ з/п	Сільськогосподарські угіддя	Землекористування	
		площа, га	структура, %
1.	Площа землекористування, всього		
2.	Сільськогосподарські угіддя		
3.	з них: ріллі		
4.	природних лук та пасовищ		
5.	сади і ягідники		
6.	інші угіддя		
7.	Площа ріллі у всіх сівозмінах		
8.	в тому числі: в польовій сівозміні № 1		
9.	————— № 2		
10.	————— № 3		

Таблиця 2

Урожайність сільськогосподарських культур в господарстві, ц/га

№ з/п	Сільськогосподарська культура	Роки			Середня за три роки
		200__	200__	200__	
1.	Озиме жито (зерно)				
2.	Озима пшениця (зерно)				
3.	Озимий ячмінь (зерно)				
4.	Яра пшениця (зерно)				
5.	Ярий ячмінь (зерно)				
6.	Овес (зерно)				
7.	Кукурудза (зерно)				
8.	Горох (зерно)				
9.	Картопля (бульби)				
10.	Кукурудза (зелена маса)				
11.	Багаторічні трави (сіно)				
12.	Однорічні трави (сіно)				
13.	Кормові коренеплоди				
14.	Овочі (в середньому)				

Таблиця 3

Схема польової сівозміни, для якої розробляється план використання добрив

№ з. п.	Чергування культур у сівозміні (на момент складання плану)	Номер поля, на якому буде розміщена культура в рік складання плану удобрення в сівозміні	Площа поля, га
1.		1	
2.		3	
3.		5	
4.		7	
5.		9	
6.		2	
7.		4	
8.		6	
9.		8	
10.		10	

1.2. Характеристика кліматичних умов зони розміщення господарства

В цьому розділі за даними найближчої метеостанції або метеопоста слід дати характеристику кліматичних умов за такими показниками: середньорічна кількість опадів і середньорічна температура повітря, час весняних останніх заморозків, час перших осінніх заморозків, тривалість вегетаційного періоду, запаси продуктивної вологи в ґрунті перед посівом ранніх ярих і перед посівом озимих культур та інші.

Таблиця 4

Кліматичні умови території розміщення господарства, за даними метеорологічної станції

№ з/п	Кліматичні елементи, одиниці виміру	Місяці												Середньорічна
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1.	Середня багаторічна сума опадів, мм													
2.	Запаси продуктивної вологи в ґрунті перед початком весняної вегетації, мм:													
	- в шарі 0–20 см													
3.	Запаси продуктивної вологи в ґрунті перед посівом озимих зернових культур, мм:													
	- в шарі 0–20 см													
4.	Середня багаторічна температура повітря, °С													

Агрохімічна характеристика ґрунтів полів сівозміни №1

Таблиця 5

Агрохімічна характеристика ґрунтів сівозміни

№ поля	Тип і підтип ґрунту	Гранулометричний склад ґрунту	Вміст гумусу, %	pH _{KCl}	мг·екв на 100 г ґрунту		мг на 100 г ґрунту		
					Нг	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									
IX									
X									

Хімічна меліорація ґрунтів господарства та ґрунтів полів сівозміни

Ефективність мінеральних добрив різко знижується, при їх використанні на кислих ґрунтах. Тому в господарстві в кожній сівозміні відповідно до матеріалів агрохімічного обстеження виділяють поля, на яких необхідно проводити вапнування, встановлюють послідовність вапнування ґрунтів на окремих полях сівозміни з урахуванням ступеня їх кислотності, ступеня насиченості ґрунту основами і відношення окремих сільськогосподарських культур до реакції ґрунту.

Потребу ґрунтів у вапнуванні можна встановити за значенням обмінної кислотності або ступенем насиченості ґрунту основами (таблиця 6).

Таблиця 6

№ з/п	Ступінь кислотності	pH _{КСІ}	Нг, мг-екв. на 100 г ґрунту	V, %	Потреба у вапнуванні
1.	Дуже сильно кислі	До 4,1	Більше 4,0	до 50	Дуже велика
2.	Сильно кислі	4,1–4,5	3,0–3,9	50–60	Велика
3.	Середньо–кислі	4,6–5,0	2,0–2,9	60–70	Підвищена
4.	Слабо кислі	5,1–5,5	1,8–1,9	70–80	Середня
5.	Близькі до нейтральних	5,6–6,0	1,4–1,7	80–90	Мала
6.	Нейтральні	6,1–7,0	до 1,4	90–100	Відсутня

При складанні плану вапнування спочатку необхідно визначити відношення сільськогосподарських рослин до реакції ґрунту. Вказати показники, за якими можна визначити потребу ґрунтів у вапнуванні. Такі з них як pH_{КСІ}, V (%), Нг (мг–екв/100 г ґрунту) по кожному полі слід взяти із табл..5.

В першу чергу слід вапнувати сильнокислі, а в останню – слабокислі ґрунти. При цьому ґрунти з більш високим ступенем насичення основами менше потребують вапнування. Важкі, багаті на гумус ґрунти сильніше протидіють зміні реакції в сторону підкислення чи підлугування. Тому на цих ґрунтах при рівних значеннях кислотності норми вапна повинні бути більшими, ніж на бідних органічною речовиною ґрунтах, які мають невисокі буферні властивості.

Норми вапна слід встановлювати відповідно до реакцій сільськогосподарських культур щодо кислотності ґрунту та вапнування. В польових зернових сівозмінах з багаторічними травами необхідно вапнувати повною нормою вапна під покривну культуру або під

найбільш чутливі до кислотності культури: цукрові буряки, озиму пшеницю, ячмінь, горох, кукурудзу.

У сівозмінах з картоплею або льоном норму вапна зменшують на 0,25, а вапнування наближають до садіння картоплі або посіву льону. У випадку, коли вапнування проводять повною нормою вапна, ці культури розмішують на провапнованому полі через 4–5 років після хімічної меліорації. Це запобігає враженню бульб картоплі паршою звичайною, а льону – судинним бактеріозом.

В овочевих і кормових сівозмінах одноразово вносять повну норму вапна під капусту, коренеплоди, конюшину, зернові, бобові.

Повну норму вапна встановлюють за гідролітичною кислотністю:

$$\text{Норма CaCO}_3 = \frac{0,5 * Hr * S * h * d}{1000}, \text{т/га,}$$

де 0,5 – кількість г CaCO₃, необхідних для нейтралізації 1 мг–екв. кислотності в 1 кг ґрунту;

Hr – величина гідролітичної кислотності, мг–екв. на 100 г ґрунту;

S – площа 1 га, 10 000 м²;

h – глибина орного шару, м;

d – щільність ґрунту, кг/м³;

1 000 – для перерахунку в тонни.

Норма вапнякового матеріалу обраховується за формулою:

$$\text{Норма вапнякового матеріалу} = \frac{\text{Норма CaCO}_3}{C} \times 100, \text{т/га,}$$

де C – вміст вапна (CaCO₃) у вапняковому матеріалі, %.

Нейтралізуючу здатність вапнякових матеріалів (вміст CaCO₃) приведено в таблиці 7.

Потрібно враховувати, що на одному і тому ж полі в Лісостепу вапнування слід проводити приблизно через 5–8 років, Поліссі – 4–6 років. Черговість проведення вапнування на полях, що потребують цього заходу, залежить від ступеня кислотності та чутливості культури до реакції ґрунту. Всі ці заходи необхідно оформити у вигляді таблиці 8. В поясненні до плану вапнування необхідно вказати строки і способи внесення вапнякових матеріалів, вказати форми і норми вапнякових добрив.

Якщо в матеріалах агрохімічного обстеження ґрунтів відсутні показники ступеня насиченості ґрунту основами (V, %), його потрібно обчислити самостійно за формулою:

$$V = \frac{S}{Hr + S} \cdot 100\%,$$

де S – сума ввібраних основ, мг–екв. на 100 г ґрунту;

Нг – гідролітична кислотність, мг–екв. на 100 г ґрунту.

Таблиця 7

Нейтралізуюча здатність вапнякових матеріалів

№ з/п	Назва вапнякового матеріалу	Загальний вміст CaCO ₃ та MgCO ₃ в перерахунку CaCO ₃ , %	Форма вапна
1	Вапнякове борошно	85–88	CaCO ₃
2	Доломітове борошно	85–108	CaCO ₃ + MgCO ₃
3	Мелена крейда	90–100	CaCO ₃
4	Палене вапно негашене	До 178	CaO
5	Палене вапно гашене	До 135	CaOH ₂
6	Дефекат	До 70 Для I класу не менше 60 Для II класу не менше 40	CaCO ₃ з домішками CaOH ₂
7	Цементний пил	Не менше 60	CaO, CaOH ₂ , силікати
8	Шлак торфовий	14–27	CaO, CaOH ₂ , силікати
9	Місцеві вапняки	Не менше 60	CaCO ₃

Завдання: для 1–10 полів сівозміни на основі вихідних даних визначити потребу у вапнуванні та розрахувати необхідну кількість вапнякових матеріалів.

Висновки

План вапнування ґрунтів у сівозміні

№ поля	Сільськогосп одарська культура	Площа, га	pH _{KCl}	Нг, мг-екв на 100 г ґрунту	S, мг-екв. на 100 г ґрунту	V, %	Норма CaCO ₃ , т/га	Вапнякове добриво	Вміст CaCO ₃ у добриві, %	Норма добрива, т/га	Потрібно добрива на все поле, т
I											
II											
III											
IV											
V											
VI											
VII											
VIII											
IX											
X											
							Всього вапнякового матеріалу				

Виробництво, нагромадження, розподіл та використання органічних добрив в господарстві

3.1. Виробництво та нагромадження гною

Залежно від способу утримання тварин одержують підстилковий або безпідстилковий гній. Підстилковий гній складається із твердих і рідких виділень тварин та підстилки, яка запобігає втратам рідкої частини гною та аміаку, що виділяється при зберіганні гною. Вихід гною залежить від тривалості стійлового періоду, виду худоби, типу годівлі та кількості підстилкового матеріалу. Вихід підстилкового гною в господарстві можна визначити за формулою:

$$B_r = \frac{P_t * A * D}{1000},$$

де B_r – вихід свіжого підстилкового гною за стійловий період, т;

P_t – поголів'я тварин, наявність різних видів і груп тварин;

A – вихід свіжого гною від однієї голови в кілограмах за добу (таблиця 9);

D – тривалість стійлового періоду в днях;

1000 – коефіцієнт для переведення в тонни.

Таблиця 9

Середній вихід підстилкового гною від однієї голови різних груп і видів тварин

№ з/п	Вид тварин	Норма підстилкового матеріалу					
		1	2	3	4	5	6
1	ВРХ	–	32	37	39	42	44
2	Коні	23	24	25	26	27	28
3	Свині	5	8	9	–	–	–
4	Вівці	4	5	–	–	–	–

Все поголів'я різних видів і груп тварин в господарстві можна при розрахунках перевести в умовні голови. При цьому до однієї умовної голови прирівнюють відповідно 1 голову великої рогатої худоби, 1,5 – коней, 2 – молодняку великої рогатої худоби до двох років, 3–5 – телят, 4–5 – дорослих свиней, 10 голів овець.

Слід також звернути увагу на нагромадження і використання пташиного посліду. В середньому за рік від однієї голови птиці одержують: кури – 6, качки – 8, гуси – 11 кг посліду.

Важливо дати оцінку способів та умов зберігання і якості підстилкового гною. При цьому передбачити заходи по зменшенню

втрат органічної речовини і азоту при зберіганні гною.

Кількість гною, закладеного на зберігання в бурти, визначають шляхом перемноження об'єму бурта (м³) на масу 1 м³ гною. Маса 1 м³ свіжого гною без ущільнення становить 300–400 кг, в ущільненому стані – 700, напівперепрілого – 800 і перегною – 900 кг. Маса 1 м³ рідкого гною становить 950 кг.

В польових сівозмінах використовують не свіжий, а напівперепрілий гній, кількість якого становить 70–80 % від маси свіжого.

Таблиця 10

Середній вихід безпідстилкового гною від однієї голови різних груп і видів тварин

№	Вид тварин	Вихід рідкого гною			
		за добу, кг	за місяць, кг	за 220 днів, т	за рік, т
1	Велика рогата худоба	55	1650	12,0	20,0
2	Молодняк ВРХ	25	750	5,5	9,1
3	Свині на відгодівлі	9	270	2,0	3,3

Розрахунки виходу підстилкового і рідкого (якщо є такий у господарстві) гною подати у вигляді таблиці 11.

За різницею між потреби господарства в органічних добривах і виходом гною визначають недостатню кількість органічних добрив, яку можна поповнити за рахунок компостів, зеленого добрива, використання соломи, торфу, мулу ставків та ін.

3.2. Виробництво та нагромадження інших органічних добрив

Заготівля інших видів органічних добрив планується, в першу чергу, в тому випадку, коли господарство не спроможне забезпечити бездефіцитний баланс гумусу в ґрунті шляхом внесення на **1 га ріллі 10–12 т/га органіки**. Норми підстилкового гною під просапні культури 30–60 т/га, під зернові – 20–30 т/га. Також ці роботи проводяться, коли господарство турбується про підвищення родючості ґрунту. При цьому господарство може заготовляти і використовувати торф, мул ставків, солому, вирощувати сидерати. Найбільш доцільно із наявних органічних матеріалів виготовляти компости із залученням безпідстилкового гною.

Компостування – один із засобів нагромадження місцевих органічних добрив. Це біологічний процес мінералізації і гуміфікації органічних речовин, що проходить в аеробних умовах під дією

мікроорганізмів. Якщо в господарстві планується виготовлення компостів на рік складання плану використання добрив у сівозміні, необхідно обґрунтувати потребу і способи приготування компостів, їх компоненти і співвідношення. Слід підрахувати вихід кожного виду компосту, беручи до уваги, що втрати органічної маси при компостуванні становлять в середньому 15 відсотків.

Таблиця 11

Виробництво та нагромадження гною в господарстві

№ з/п	Вид і група тварин	Кількість голів	Стійловий період, днів	Вихід підстилкового гною		Вихід безпідстилкового гною		
				за добу від 1 голови, кг	від всього поголів'я, т	за добу від 1 голови, кг	від всього поголів'я, т	
1.	ВРХ							
2.	Молодняк ВРХ							
3.	Коні							
4.	Свині							
5.	Вівці							
Всього підстилкового гною, т								
Втрати маси підстилкового гною при зберіганні, %								
Втрати маси підстилкового гною при зберіганні, т								
Всього напівперепрілого гною, т								
Всього безпідстилкового гною, т								

У випадку використання соломи на добриво обов'язковою умовою при її заорюванні в ґрунт є внесення азотних добрив у кількості 10–15 кг діючої речовини азоту на 1 т соломи. При цьому вказати поле, де буде використовуватись солома на добриво, її кількість та кількість органічної речовини, яка надійде в ґрунт при умові, що 1 т соломи по кількості органічної речовини еквівалентна (при додатковому внесенні азоту) 0,34 т гною.

Для визначення кількості соломи, гички буряків, бадилля картоплі використовують співвідношення врожаю основної і побічної продукції (див. табл. 12).

Орієнтовні співвідношення врожаю основної і побічної продукції

Культура	Співвідношення основної і побічної продукції
Пшениця озима	1 : 1,50
Жито озиме	1 : 1,70
Ячмінь	1 : 1,20
Овес	1 : 1,20
Горох	1 : 1,00
Соя	1 : 1,44
Кукурудза	1 : 1,50
Просо	1 : 1,20
Гречка	1 : 1,30
Цукрові буряки	1 : 0,40
Кормові буряки	1 : 0,20
Картопля	1 : 0,50

Обов'язково слід запланувати вирощування сидеральних культур. При цьому вказати спосіб використання сидератів, сидеральну культуру, урожай зеленої маси та кількість органічної речовини, яка надійде в ґрунт при умові, що 1 т зеленої маси сидератів еквівалентна 0,25 т гною.

Таблиця 13

Приготування компостів у господарстві

№ з/п	Вид компосту	Матеріал и для компостування	Співвідношення компонентів	Витрати компонентів для компостування, т	Втрати маси при компостуванні, %	Вихід компосту, т
1.						
2.						
3.						
Всього компостів у господарстві, т						

* – Вказати, на яких полях сівозміни слід вирощувати сидеральні культури, зазначити їх урожайність.

** – Вказати особливості використання соломи, як органічного добрива, та на яких полях її необхідно використовувати.

3.3. Розподіл та використання органічних добрив

У цьому розділі необхідно обрахувати всю кількість органічних добрив, що планується заготовити в господарстві, обґрунтовано їх розподілити між сівозмінами та іншими сільськогосподарськими угіддями. Окремо слід показати, яких і скільки органічних добрив виділяється для сівозміни, в якій планується розробити систему удобрення всіх культур. Нагромадження і розподіл органічних добрив у господарстві подати у вигляді таблиці 14.

Необхідно визначити насиченість орної землі органічними добривами. Під насиченістю органічними добривами слід розуміти кількість цих добрив, що припадає на 1 га сівозмінної площі.

Розміщення гною та інших органічних добрив у сівозмінах починають із визначення місця і норми внесення добрив. Норми внесення гною та інших органічних добрив залежать від ґрунтово-кліматичної зони, родючості ґрунтів, культури, під яку вносять добрива, її попередника і величини запланованої врожайності. Вони можуть змінюватись від 10–20–ти до 30–40–ка і більше тонн на 1 га.

Таблиця 14

Нагромадження та розподіл органічних добрив у господарстві

№ з/п	Вид органічного добрива	Заготовлено у господарстві, т	Виділено всього, т				
			для всіх польових сівозмін	в т.ч. для якої складається план удобрення	для овочевої	для кормової	інші с.-г. угіддя
1.	Гній підстилковий						
2.	Гній безпідстилковий						
3.	Компости						
4.	Солома						
5.	Сидерати						
Всього							
Площа орної землі, га							
Насиченість 1 га ріллі органічними добривами в господарстві, т/га							

Гній та інші органічні добрива необхідно вносити насамперед під цукрові буряки, кукурудзу, соняшник, картоплю, озиму пшеницю, овочеві культури. Оптимальні норми органічних добрив: на Поліссі – 40–50 т/га для просапних культур і 25–30 т/га – для зернових; в Лісостепу – 30–40 т/га для просапних і 25–30 т/га – для зернових культур.

Порівнявши рекомендації, викладені в рекомендованій літературі, з фактичним станом використання органічних добрив у господарстві, необхідно зробити обґрунтовані пояснення і висновки по кожному пункту. Обґрунтуйте кількість виділених органічних добрив на всю площу сівозміни, для якої складається план удобрення і запропонуйте резерви збільшення виробництва та шляхи поліпшення застосування органічних добрив у господарстві.

Забезпечення господарства мінеральними добривами та визначення норм добрив

Необхідно вказати фактичне надходження мінеральних добрив, мікродобрив і бактеріальних препаратів у господарство за попередні три роки і проаналізувати, як забезпечується потреба господарства в цих добривах. Визначити загальний вміст поживних елементів (NPK), які надходять у господарство з мінеральними добривами. Обрахувати забезпеченість 1 га ріллі елементами живлення. Розрахунки подати у вигляді таблиці 15.

Дати детальну характеристику умовам зберігання, підготовки і внесення мінеральних добрив у господарстві. Слід відмітити використання комплексних добрив, мікродобрив і бактеріальних препаратів.

Порівнявши з рекомендаціями фактичний стан забезпеченості 1 га ріллі елементами живлення за рахунок мінеральних добрив, необхідно зробити висновки і пояснення до даного розділу.

4.1. Визначення норм добрив під сільськогосподарські культури

Визначення оптимальних норм мінеральних добрив – одне з найскладніших питань агрохімічної науки і практики. Це обумовлено багатосторонньою взаємодією між рослиною, ґрунтом і добривом, погодними та господарсько–організаційними умовами, агротехнікою вирощування сільськогосподарських культур.

При встановленні оптимальної норми добрив необхідно враховувати такі основні показники:

- запланований рівень врожайності сільськогосподарської культури;
- загальну потребу вирощуваної культури в поживних елементах для досягнення запланованої врожайності;
- запаси та вміст поживних елементів у ґрунті в доступній для рослин формі і коефіцієнти використання поживних елементів із ґрунту сільськогосподарською культурою;
- коефіцієнти використання поживних елементів сільськогосподарською культурою з мінеральних і органічних добрив;
- економічні й організаційно–господарські умови, які визначають доцільність норми добрив і ефективність використання добрив;

Забезпечення господарства мінеральними добривами (фактично за 2012 р.)

№ з/п	Форми добрив	Вміст поживних речовин, %	Разом, т			
			фізична маса	поживних речовин		
Азотні						
1.						
2.						
3.						
Всього						
Фосфорні						
1.						
2.						
3.						
Всього						
Калійні						
1.						
2.						
3.						
Всього						
Комплексні добрива				N	P	K
1.						
2.						
3.						
Всього						
Забезпеченість 1 га ріллі мінеральними добривами, кг д.р.: N + P + K = _____, в тому числі:				N	P	K

Слід пам'ятати про охорону навколишнього середовища при використанні добрив.

Методів розрахунків норм добрив існує багато. Найбільш поширеними є такі три методи:

перший – це розрахунок шляхом коректування рекомендованих науково-дослідними установами норм добрив з урахуванням забезпеченості ґрунтів поживними речовинами;

другий – визначення норм добрив розрахунковим або балансовим (балансово-розрахунковим) методом на заплановану урожайність або

запланований приріст врожаю;

третій — норму добрив визначають за бальною оцінкою ґрунту і окупністю добрив.

4.2. Розрахунок норм добрив шляхом коректування рекомендованих науково–дослідними установами норм добрив з врахуванням забезпеченості ґрунтів поживними речовинами

При плануванні врожаїв на ґрунтах з низьким та середнім рівнями родючості позитивні результати дає метод коректування середніх норм добрив, які рекомендуються науково–дослідними установами для сільськогосподарських культур з урахуванням поправочних коефіцієнтів для різних ґрунтів залежно від ступеня забезпеченості рослин поживними речовинами.

Ступінь забезпечення ґрунтів полів сівозміни рухомими формами фосфору, калію та вмісту гумусу визначають за даними, які вказані в таблиці 16.

Середні рекомендовані норми добрив і поправочні коефіцієнти встановлюються науково–дослідними установами, дані яких необхідно використовувати при розробці системи застосування добрив (таблиці 17, 20).

Таблиця 16

Групування ґрунтів за вмістом гумусу, рухомого фосфору та обмінного калію

Агрохімічна група	Ступінь забезпечення ґрунту поживними речовинами	Вміст гумусу, %	Вміст доступних форм поживних елементів, мг на 100 г ґрунту (за Чириковим)	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Дуже низький	0,9–1,7	<2,0	<2,0
2	Низький	1,7–2,4	2,1–5,0	2,1–4,0
3	Середній	2,4–3,4	5,1–10,0	4,1–8,0
4	Підвищений	3,4–4,5	10,1–15,0	8,1–12,0
5	Високий	4,5–6,0	15,1–20,0	12,1–18,0
6	Дуже високий	>6,0	>20	>18

Визначення норм мінеральних добрив за рекомендаціями науково–дослідних установ з використанням поправочних коефіцієнтів проводиться таким чином. Для прикладу: сільськогосподарська культура – ярий ячмінь, ґрунт – темно–сірий опідзолений з вмістом гумусу 3,5 %, рухомого фосфору – 9,5 і обмінного калію – 11,2 мг на 100

г ґрунту. За даними таблиці 17 знаходимо, що забезпеченість рослин поживними речовинами становить: азотом – підвищена, фосфором – середня і калієм – підвищена. В цьому випадку поправочні коефіцієнти (таблиця 17) становлять по азоту – 1,0, фосфору – 1,0 і калію – 0,7.

Таблиця 17

Поправочні коефіцієнти до середніх рекомендованих норм мінеральних добрив залежно від ступеня забезпечення ґрунтів доступними формами азоту (за вмістом гумусу), рухомими сполуками фосфору та обмінного калію

Агрохімічна група	Ступінь забезпечення ґрунту поживними речовинами	Поправочні коефіцієнти до середніх рекомендованих норм мінеральних добрив								
		зернові			просапні			овочеві		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	Дуже низький	1,2	1,5	1,5	Вимагає окультурення			Вимагає окультурення		
2	Низький	1,1	1,3	1,3	1,2	1,4	1,5			
3	Середній	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0
4	Підвищений	1,0	0,7	0,7	1,0	0,7	0,7	1,0	0,8	0,7
5	Високий	0,8	0,4	0,4	0,8	0,4	0,4	0,9	0,6	0,5
6	Дуже високий	0,7	0,2	0,2	0,7	0,2	0,2	0,8	0,3	0,3

Рекомендовані норми мінеральних добрив (таблиця 20) при вирощуванні ярого ячменю – $N_{60}P_{90}K_{60}$. Перемноживши рекомендовані норми мінеральних добрив на поправочні коефіцієнти для даного ґрунту, одержимо скоректовану норму мінеральних добрив при вирощуванні ярого ячменю – $N_{60}P_{90}K_{42}$. Ці розрахунки привести у вигляді таблиці 20 та визначати потребу NPK в кілограмах в середньому на 1 га сівозмінної площі.

При визначенні норми азоту будь-яким методом слід пам'ятати, що для запобігання надмірному надходженню нітратів у рослинницьку продукцію, кількість азотних добрив під культуру не повинна перевищувати регламентовану норму азоту (кг/га по діючій речовині) для цієї культури (таблиця 18).

Розрахунок норм добрив для полів сівозміни зручно проводити у вигляді таблиці 19.

Таблиця 18

Регламентовані норми азоту під сільськогосподарські культури,
кг/га (за діючою речовиною)

№ з/п	Сільськогосподарська культура	Норма азоту	№ з/п.	Сільськогосподарська культура	Норма азоту
1	Озима пшениця	120	8	Пасовища незрошувані	200
2	Картопля	120	9	Сіножаті (2–3 укоси)	300
3	Цукрові буряки	180	10	Помідори	140
4	Кормові коренеплоди	165	11	Огірки	130
5	Кукурудза на силос	160	12	Капуста	140
6	Однорічні трави	90	13	Солодові буряки	120
7	Бобові трави	50	14	Цибуля	100

Таблиця 19

Визначення норм мінеральних добрив шляхом уточнення
рекомендованих норм з врахуванням забезпеченості ґрунтів поживними
речовинами

№ поля	С.-г. культура	Забезпеченість ґрунтів, мг на 100 г ґрунту			Рекомендовані норми добрив, кг/га			Поправочні коефіцієнти						Скоректовані норми добрив, кг/га		
								на ступінь забезпечення ґрунту поживними речовинами			на попередник					
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
I																
II																
III																
IV																
V																
VI																
VII																
VIII																
IX																
X																
У середньому на 1 га сівозмінної площі, кг/га																

Середні норми мінеральних добрив під сільськогосподарські культури, кг/га по діючій речовині

№ з/п	Сільськогосподарські культури	Рівень урожайності, ц/га	грунти	Норми мінеральних добрив		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Озима пшениця	55	Чорноземи типові	90	90	60
		50	Чорноземи опідзолені			
		50	Темно-сірі опідзолені	120	90	90
		45	Ясно сірі, сірі лісові	120	120	90
2.	Озиме жито	45	Чорноземи типові	60	60	40
		40	Чорноземи опідзолені Темно-сірі опідзолені	60	90	60
		40	Ясно сірі, сірі лісові	90	90	90
3.	Яра пшениця	45	Чорноземи типові	60	60	45
		45	Чорноземи опідзолені	90	60	45
		40	сірі лісові	90	60	90
4.	Ярий ячмінь	40-45	Чорноземи типові	60	60	40
		40-45	Чорноземи опідзолені	60	90	60
		40	Темно-сірі опідзолені	60	90	60
		40	сірі лісові	90	90	90
5.	Овес, просо	35	Чорноземи опідзолені	60	60	60
6.	Гречка	25	Чорноземи опідзолені	45	60	45
		25	сірі лісові	90	90	90
7.	Кукурудза на зерно	40	Чорноземи типові	90	90	90
		40	Чорноземи опідзолені	90	90	60
		40	Ясно сірі, сірі лісові	120	120	90
8.	Зернобобові	25	Чорноземи типові	30	60	60
		20	сірі лісові	30	60	60
9.	Озимий ріпак	25-30	Чорноземи типові	120	70	140
		15	сірі лісові	45	45	60
10.	Цукрові буряки	450	Чорноземи типові	160	170	150
		400	Чорноземи опідзолені	160	170	150
		400	Темно-сірі опідзолені	170	160	180
11.	Картопля	250	Чорноземи типові	90	120	120
		300	сірі лісові	120	180	180
12.	Соняшник	25	Чорноземи типові	60	60	60
		20	сірі лісові	60	60	60
13.	Кукурудза на силос	350	Чорноземи типові	90	60	60
		350	сірі лісові	120	90	90
14.	Кормові коренеплоди	350	Чорноземи типові	140	120	120
15.	Багаторічні трави на зелену масу: Бобові Злакові	250	Чорноземи типові	—	60	60
		200	сірі лісові	—	60	60
		200	Чорноземи типові	60	60	60
		180	сірі лісові	60	60	60
16.	Однорічні трави		Чорноземи типові	90	60	60
			сірі лісові	90	60	60

Визначення норм добрив балансово–розрахунковим методом на заплановану урожайність

Даний метод доцільно використовувати при плануванні середніх врожаїв сільськогосподарських культур на ґрунтах з середнім ступенем забезпеченості поживними речовинами, достатній кількості добрив і забезпеченням рослин вологою.

Він широко використовуються в зрошувальному землеробстві, де є можливість істотного впливу на чітко диференційовані показники: винос поживних елементів рослинами і коефіцієнти використання рослинами поживних елементів із ґрунту, органічних і мінеральних добрив, які змінюються в значних межах.

При цих методах використовують такі показники:

1. Планова урожайність: визначається як сума врожайності за рахунок добрив та природної родючості ґрунту.

2. Винос поживних елементів плановою урожайністю або плановим приростом врожаю, який обраховують множенням показника виносу даного елемента живлення на 10 ц основної і відповідної кількості побічної продукції (таблиця 21) на планову урожайність або плановий приріст врожаю.

3. Вміст та запаси рухомих форм поживних елементів у ґрунті.

Їх визначають за даними агрохімічного обстеження ґрунтів. Запаси поживних елементів в орному шарі ґрунту обчислюють за формулою:

$$C = P \cdot d \cdot h,$$

де C – вміст поживних елементів в орному шарі ґрунту, кг/га;

P – вміст поживних елементів в рухомій формі в орному шарі ґрунту, міліграмів на 100 г ґрунту;

d – щільність ґрунту, г/см³;

h – глибина орного шару ґрунту, см.

При умові, що щільність ґрунту (d) становить 1,2 г/см³, а глибина орного шару (h) – 25 см, запаси поживних елементів в орному шарі ґрунту можна визначити за формулою:

$$C = P \cdot 30, \text{ кг/га.}$$

При розрахунку запасів поживних елементів в орному шарі ґрунту використовують показник щільності ґрунтів, який змінюється залежно від їх типу (таблиця 22).

Винос поживних елементів із ґрунту врожаєм
сільськогосподарських культур на 10 ц основної та відповідної кількості
побічної продукції, кг

№ з/п.	Сільськогосподарські культури	Продукція	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Озима пшениця	зерно	32	11	26
2.	Яра пшениця	"	42	11	25
3.	Жито озиме	"	29	12	28
4.	Кукурудза	"	30	10	30
5.	Ячмінь ярий	"	27	11	26
6.	Овес	"	32	14	28
7.	Просо	"	33	9	34
8.	Гречка	"	30	15	39
9.	Горох	"	66	15	20
10.	Соя	"	70	15	20
11.	Вика	"	67	14	17
12.	Люпин	"	60	17	33
13.	Льон	насіння	47	18	21
14.	Коноплі	"	43	23	26
15.	Соняшник	"	57	17	114
16.	Озимий ріпак	"	60	24	42
17.	Ярий ріпак	"	45	18	33
18.	Буряки цукрові	коренеплоди	5	1,3	5
19.	Буряки кормові	"	4	1,2	5
20.	Кукурудза	зелена маса	2,5	1	3,5
21.	Вика з вівсом	"	3,5	1,2	4,5
22.	Горох	"	7	1,5	2
23.	Люпин	"	6	1,1	3
24.	Озиме жито	"	3	1,2	4,5
25.	Конюшина	сіно	19	6	15
26.	Люцерна	"	26	6	15
27.	Конюшина з тимофіївкою	"	14	6	20
28.	Тимофіївка	"	16	7	24
29.	Природні сіножаті	"	17	7	18
30.	Багаторічні трави	"	17	5	15
31.	Картопля	бульби	5	2,2	8
32.	Капуста	головки	3,3	1,3	4,4
33.	Помідори	плоди	2,6	0,4	3,6
34.	Морква столова	коренеплоди	3,2	1	5
35.	Огірки	плоди	1,7	1,4	2,6
36.	Цибуля	цибулини	30	12	40
37.	Плодові і ягідні	плоди і ягоди	5	3	6

Таблиця 22

Щільність орного шару ґрунтів (0–20 см, г/см³)

№ з/п	Ґрунти	Щільність
1	Дерново–підзолисті	1,50
2	Ясно–сірі лісові	1,45
3	Сірі лісові	1,40
4	Темно–сірі опідзолені	1,35
5	Чорноземи опідзолені	1,30
6	Чорноземи типові	1,15
7	Лучно–чорноземні	1,25

Таблиця 23

Коефіцієнти використання поживних елементів сільськогосподарськими культурами з ґрунту, органічних та мінеральних добрив, %

№ з/п	Джерело елементів живлення	Культури	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Ґрунт	зернові просапні овочеві	20–30 30–40 35–45	10–15 15–20 20–25	20–30 30–40 35–45
2	Мінеральні добрива в перший рік використання	зернові культури кукурудза (зерно) кукурудза (силос) цукрові буряки соняшник картопля багаторічні трави, зернобобові овочі (середнє)	50–60 40–55 45–60 50–70 30–40 50–70 60–70 50–60	15–20 15–20 25–30 20–25 20–25 25–30 20–25 20–25	40–60 40–55 60–80 60–70 60–80 60–70 50–80 60–70
3	Мінеральні добрива: – другий рік використання; – за сівозміну.		5–10 70–80	10–15 40–50	5–10 80–90
4	Підстилковий гній і компости: – перший рік використання; – другий рік використання;		25–30 10–15	30–40 15–20	50–60 5–10

	– за ротацію сівозміни.		50–55	40–60	60–75
--	-------------------------	--	-------	-------	-------

Визначення норм добрив балансово–розрахунковим методом на
заплановану урожайність

№ зп.	Показники	Сільськогосподарські культури								
		Озима пшениця			Цукрові буряки			Кукурудза на (зерно або силос)		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1.	Планова урожайність, ц/га									
2.	Винос поживних речовин на 10 ц основної побічної продукції, кг									
3.	Винос поживних речовин плановим урожаєм, кг/га									
4.	Вміст рухомих форм поживних речовин в ґрунті, мг на 100 г ґр.									
5.	Запаси рухомих форм поживних речовин в ґрунті, кг/га									
6.	Використання поживних речовин рослинами з ґрунту, %									
7.	Буде використано поживних речовин рослинами з ґрунту, кг/га									
8.	Вміст поживних речовин в 1 т гною, кг									
9.	Буде внесено поживних речовин з 40 т/га гною, кг/га									
10.	Використання поживних речовин рослинами з гною, %									
11.	Буде використано поживних речовин рослинами з гною, кг/га									
12.	Необхідно довести з мінеральними добривами (різниця між стрічками: 3–7–11), кг/га									
13.	Використання поживних речовин рослинами з мінеральними добривами, %									
14.	Норма внесення поживних речовин з мін. добривами, кг/га									

4. Коефіцієнти використання поживних елементів сільськогосподарськими культурами з ґрунту, органічних та мінеральних добрив. Ці коефіцієнти залежать від цілого ряду факторів: біологічних особливостей культур, умов зволоження, типу ґрунту, ступеня забезпеченості сільськогосподарських культур рухомими формами поживних елементів, кліматичних умов, рівня врожайності тощо (таблиця 23). Розрахунки норм мінеральних добрив за даним методом привести для трьох сільськогосподарських культур по одній із груп (зернові, технічні і кормові) у вигляді таблиці 24.

Розрахунок норм добрив за рівнем природної родючості (бальної оцінки) ґрунту

В умовах інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур широко використовується метод розрахунку норм мінеральних добрив з урахуванням бальної оцінки ґрунту. Для використання цього методу визначення норм добрив необхідно знати:

1) бальну оцінку ґрунтів полів сівозміни, величина якої (в балах) залежно від вмісту гумусу в орному шарі ґрунту (подано в табл. 25);

Таблиця 25

Шкала якісної оцінки ґрунтів залежно від вмісту гумусу в орному шарі ґрунту

№ з/п	Вміст гумусу, %	Бальна оцінка ґрунту	№ з/п	Вміст гумусу, %	Бальна оцінка ґрунту
1	0,9–1,2	30	9	2,8–3,2	50
2	1,2–1,4	34	10	3,2–3,4	52
3	1,4–1,7	36	11	3,4–3,6	54
4	1,7–2,0	40	12	3,6–3,8	56
5	2,0–2,2	42	13	3,8–4,0	60
6	2,2–2,4	44	14	4,0–4,5	62
7	2,4–2,6	46	15	>4,5	65
8	2,6–2,8	48			

2) ціну одного балу родючості ґрунту (кількість рослинницької продукції, яку можна одержати за рахунок одного балу родючості ґрунту без внесення добрив) та нормативи затрат поживних елементів за рахунок органічних і мінеральних добрив для одержання 1 ц приросту врожаю (таблиця 26);

3) поправочні коефіцієнти до ціни одного балу родючості ґрунту, які враховують гранулометричний склад та ступінь кислотності ґрунтів (таблиці 27, 28);

4) поправочні коефіцієнти до норм мінеральних добрив залежно від ступеня забезпечення ґрунтів доступними формами поживних елементів (таблиця 17) та попередників (таблиця 29).

Таблиця 26

Ціна одного балу родючості ґрунту і нормативи затрат поживних елементів за рахунок органічних і мінеральних добрив на 1 ц приросту врожаю

№ з/п	Сільськогосподарські культури	Ціна балу, кг продукції	Нормативи затрат на 1 ц, кг				
			органічні добрива, т	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	разом (NPK)
1.	Озима пшениця	55	7,1	7,6	6,1	3,0	16,7
2.	Ярий ячмінь	50	9,1	7,7	7,7	3,8	19,2
3.	Горох	40	–	6,0	7,3	3,7	17,0
4.	Кукурудза (зерно)	60	5,9	7,3	5,8	5,1	18,2
5.	Просо	35	9,1	10,3	6,2	7,3	23,8
6.	Гречка	23	9,1	8,1	9,6	7,3	25,0
7.	Соняшник	29	11,1	8,5	10,2	14,6	33,3
8.	Цукрові буряки	420	0,77	1,5	1,1	1,4	4,0
9.	Картопля	210	0,89	1,3	1,5	1,8	4,6
10.	Кукурудза (силос)	450	0,5	0,9	1,0	1,1	3,0
11.	Кормові коренеплоди	540	0,54	0,8	0,6	1,1	2,5
12.	Овочі	250	0,53	0,7	0,8	0,9	2,4

Таблиця 27

Поправочні коефіцієнти до ціни балу родючості ґрунту залежно від гранулометричного складу ґрунту

№ з/п	Гранулометричний склад ґрунту	Поправочний коефіцієнт
1	Легкоглинисті	0,9
2	Важкосуглинкові	0,95
3	Середньосуглинкові	1,0
4	Легкосуглинкові	1,0
5	Супіщані	0,95
6	Піщані	0,9

Таблиця 28

Поправочні коефіцієнти до ціни балу родючості ґрунту залежно від ступеня кислотності ґрунту

№ з/п	Ступінь кислотності ґрунту	Поправочний коефіцієнт
1	Сильно кислі	0,9
2	Середньо кислі	0,95
3	Слабо кислі	1,0
4	Близькі до нейтральних	1,1
5	нейтральні	1,2

Приклад розрахунку: в полі II польової сівозміни планується одержати 50 ц/га зерна озимої пшениці. З матеріалів агрохімічного обстеження відомо, що в орному шарі ґрунту даного поля міститься 2,8 % гумусу, 5,6 і 10,2 мг на 100 г ґрунту відповідно рухомого фосфору та обмінного калію, реакція ґрунтового середовища (pH_{KCl}) – близька до нейтральної. За гранулометричним складом ґрунту відноситься до важких суглинків.

З даних таблиці 25 знаходимо, що за вмістом гумусу бальна оцінка родючості ґрунту становить 50 балів. Знаючи, що кожен бал родючості ґрунту забезпечує 55 кг зерна врожаю озимої пшениці (таблиця 26), і врахувавши поправки до ціни 1-го балу на механічний склад (таблиця 27) і кислотність ґрунту (таблиця 28), знаходимо, що за рахунок природної родючості, при дотриманні високої агротехніки, можна одержати 28,7 ц/га зерна озимої пшениці ($50 \cdot 55 \cdot 1,1 \cdot 0,95$)

Крім того, внесення 30 т/га гною забезпечить приріст врожаю ще 4,2 ц/га ($30 : 7,1$), оскільки на кожен 1 ц додаткової продукції витрачається 7,1 т органічних добрив (таблиця 26).

Примітка: для визначення приросту врожаю за рахунок післядії органічних добрив одержаний результат потрібно помножити на коефіцієнт 0,7; в даному випадку приріст буде становити 2,9 ц/га ($30 : 7,1 \cdot 0,7$).

Таким чином, за рахунок природної родючості та органічних добрив буде одержано 32,9 ц/га зерна озимої пшениці ($28,7 + 4,2$), решту 17,1 ц/га ($50,0 - 32,9$) потрібно забезпечити за рахунок внесення мінеральних добрив.

Враховуючи, що на 1 ц приросту врожаю зерна озимої пшениці потрібно використати 7,6 кг азоту, 6,1 кг фосфору і 3,0 кг калію (таблиця 26), загальна потреба в поживних елементах буде становити: азоту – 130 ($17,1 \cdot 7,6$), фосфору – 104 ($17,1 \cdot 6,1$) і калію – 51 ($17,1 \cdot 3,0$) кг/га.

В одержані величини вводимо поправки на попередник (таблиця 29) і на забезпеченість ґрунту доступними формами поживних елементів (таблиця 17) – одержимо остаточну (скоректовану) норму мінеральних добрив, яку необхідно внести для одержання запланованого врожаю зерна озимої пшениці.

Таблиця 29

Поправочні коефіцієнти до норм мінеральних добрив під
сільськогосподарські культури залежно від попередника

№ з/п	Сільськогосподарські культури	Попередники	Поправочні коефіцієнти		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Озима пшениця	однорічні трави	0,6	0,8	0,6
		багаторічні бобові трави	0,5	0,85	0,9
		горох	0,7	0,8	0,85
		кукурудза на силос	1,0	1,0	1,0
		стерньові	1,2	1,15	1,1
2	Ярий ячмінь	цукрові буряки	0,6	0,6	0,8
		кукурудза на зерно	1,0	0,9	0,9
		кукурудза на силос	0,9	0,6	0,9
		картопля	0,8	0,8	0,9
		стерньові	1,1	1,0	1,0
3	Кукурудза (зерно)	цукрові буряки	0,8	0,8	0,8
		кукурудза на зерно	1,0	0,9	1,0
		кукурудза на силос	1,0	0,85	1,0
		стерньові	1,0	1,0	1,0
4	Горох	цукрові буряки	0,5	0,8	0,9
		картопля	0,6	0,8	0,9
		кукурудза на зерно	0,7	0,8	0,9
		кукурудза на силос	0,9	1,0	1,0
		стерньові	1,0	1,0	1,0
5	Гречка	цукрові буряки	0,75	0,9	1,0
		картопля	0,85	0,8	0,9
		кукурудза (зерно, силос)	1,0	1,0	1,0
		стерньові	1,0	1,0	1,0
6	Соняшник	озимі колосові	1,0	1,0	1,0
		ярі колосові	1,0	1,1	1,2
		кукурудза на зерно	0,8	1,0	1,1
		кукурудза на силос	0,9	1,0	1,1
7	Цукрові буряки, кормові буряки	озимі після пару	0,8	0,9	0,9
		озимі після багаторічних трав	0,9	1,0	1,0
		озимі після гороху	0,95	0,95	0,95
		озимі після кукурудзи на силос	1,0	1,0	1,1
8	Картопля	озимі після багаторічних трав	0,85	1,1	1,1
		озимі після інших попередників	1,0	1,0	1,0
		ярі колосові	1,0	1,1	1,2
		овочеві	0,8	0,9	1,0

9	Кукурудза (силос)	цукрові буряки	0,8	0,8	0,8
		кукурудза на зерно	0,8	0,9	0,9
		соняшник	1,1	1,0	1,0
		стерньові	1,0	1,0	1,0
10	Овочі	озимі колосові	1,0	1,0	1,0
		ярі колосові	1,0	1,1	1,1
		багаторічні трави	0,7	0,9	1,0
		однорічні трави	0,85	0,85	0,8
		овочеві	0,8	0,9	1,0

Наприклад, для азоту поправочні коефіцієнти складають: на попередник (горох) – 0,7, на забезпеченість ґрунту елементами живлення (гумус) – 1,0, тоді кінцева норма азоту становитиме 91 кг/га ($130 \cdot 0,7 \cdot 1,0$). Так само визначають остаточні норми фосфору – 83 кг/га ($104 \cdot 0,8 \cdot 1,0$) і калію – 30 кг/га ($51 \cdot 0,85 \cdot 0,7$).

Аналогічно розраховуються норми мінеральних добрив під всі інші сільськогосподарські культури польової сівозміни. Після визначення норм добрив визначають їх загальну потребу для всіх культур сівозміни. Також розраховують насиченість 1 га ріллі органічними добривами в тоннах та забезпеченість 1 га ріллі мінеральними добривами в кілограмах по діючій речовині (шляхом ділення загальної потреби в даних добривах на площу сівозміни). Розрахунки привести у вигляді таблиць 30,31. При завершенні практичної роботи зробити висновки.

Збереження та підвищення родючості ґрунтів в полях сівоzmіни

Важливим завданням розширеного відтворення родючості ґрунтів є забезпечення оптимального поживного режиму, який у переважній більшості ґрунтів України знаходиться нижче цього рівня. В зв'язку з цим слід ретельніше регулювати кругообіг поживних елементів у системі "ґрунт–рослина–добрива". Розроблена система використання добрив повинна забезпечувати підвищення потенціальної та ефективної родючості ґрунтів у кожному полі і створювати умови для постійного зростання врожайності сільськогосподарських культур і продуктивності сівоzmіни в цілому. Правильність розробленої системи удобрення, яка відповідала б цим вимогам, забезпечується шляхом розрахунку балансу поживних елементів і гумусу в ґрунтах сівоzmіни.

7.1. Визначення балансу гумусу в ґрунтах сівоzmіни

Гумус є головним резервом накопичення в ґрунті азоту, фосфору, сірки, кальцію, магнію та інших елементів живлення рослин.

Система удобрення в сівоzmіні повинна передбачати не тільки бездефіцитний баланс гумусу в ґрунтах, але і розширене його відтворення. Залежно від рівня інтенсифікації землеробства (питома вага зернових, просапних, бобових багаторічних трав, наявність чистих парів, застосування органічних та мінеральних добрив, зрошення та інше) і ґрунтово-кліматичних умов втрати гумусу внаслідок його мінералізації можуть складати щорічно 0,4–4,0 т/га. Баланс гумусу в ґрунті визначається як різниця між його нагромадженням і мінералізацією. Накопичення гумусу, в першу чергу, відбувається за рахунок внесення органічних добрив, а також внаслідок гуміфікації поживних і корневих решток сільськогосподарських культур сівоzmіни (в окультурені ґрунти щорічно надходить 5–8 т/га рослинних решток).

Розрахунок балансу гумусу в ґрунтах, а також рекомендації по підтриманню бездефіцитного та позитивного балансу гумусу базується на таких середніх даних (таблиця 32).

Таблиця 30

Природна родючість ґрунту та планова урожайність за рахунок добрив на 201__ р.

№ поля	Сільськогосподарська культура	Бальна оцінка ґрунту за вмістом гумусу, балів	Поправочні коефіцієнти до ціни балу родючості ґрунту залежно від		Загальна бальна оцінка ґрунту, балів	Ціна 1 балу, кг	Урожайність за рахунок природної родючості, ц/га	Планова урожайність, ц/га	Буде внесено органічних добрив, т/га	Приріст врожаю (ц/га) за рахунок			
			механічного складу ґрунту	ступеня кислотності ґрунту						органічних добрив		мінеральних добрив	
										ц/га	%	ц/га	%
I													
II													
III													
IV													
V													
VI													
VII													
VIII													
IX													
X													

Примітка: для розрахунку норм добрив під багаторічні бобові трави слід використовувати метод коректування рекомендованих науково-дослідними установами норм мінеральних добрив з врахуванням забезпеченості ґрунтів поживними речовинами.

Розрахунок норм добрив з врахуванням бонітету ґрунтів

№ поля	Сільськогосподарська культура	Площа поля, га	Приріст врожаю за рахунок мінеральних добрив, ц/га	Нормативи затрат поживних речовин для 1 ц приросту, кг			Норми мінеральних добрив, кг/га			Поправочні коефіцієнти						Потреба поживних речовин						
				N	P	K	N	P	K	на вміст в ґрунті поживних речовин			на попередник			скореговані норми мінеральних добрив з врахуванням поправочних коефіцієнтів, кг/га			на всю площу поля, ц			
										N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
I																						
II																						
III																						
IV																						
V																						
VI																						
VII																						
VIII																						
IX																						
X																						
Всього, ц																						
В середньому на 1 га сівозмінної площі необхідно внести: гною – ___ т, N – ___ кг, P ₂ O ₅ – ___ кг, K ₂ O – ___ кг.																						

Таблиця 32

Показники мінералізації гумусу та коефіцієнти переведення
врожаю основної продукції в суху масу рослинних решток і гною

№ з/п	Сільськогосподарські культури	Продукція	Середньорічні розміри мінералізації гумусу, т/га	Коефіцієнт переведення основної продукції врожаю в суху масу рослинних решток	Коефіцієнт гуміфікації рослинних решток і гною
1	Озима пшениця	зерно	1,35	1,20	0,20
2	Ячмінь	"—"	1,23	1,10	0,22
3	Овес	"—"	1,20	1,10	0,22
4	Кукурудза	"—"	1,56	0,64	0,20
5	Горох та інші зернобобові	"—"	1,50	0,95	0,23
6	Гречка	"—"	1,10	2,00	0,21
7	Соняшник	Зернята	1,39	3,00	0,14
8	Цукрові і кормові буряки	Коренеплоди	1,59	0,04	0,10
9	Картопля	Бульби	1,61	0,09	0,13
10	Овочі	Плоди	1,61	0,09	0,13
11	Озиме жито	Зелена маса	1,24	0,17	0,13
12	Кукурудза	"—"	1,47	0,10	0,17
13	Багаторічні бобові трави	Сіно	0,60	1,08	0,25
14	Однорічні трави	"—"	1,10	0,60	0,21
15	гній	—	—	—	0,25

Величина (коефіцієнт) гуміфікації органічних добрив становить орієнтовно 25 %. В 1 т підстилкового гною при його вологості 75 % міститься 250 кг сухої речовини. Перемноживши 250 кг на 0,25, одержуємо 62,5 кг. Таким чином, із 1 т підстилкового гною в середньому може утворюватись 62,5 кг гумусу.

Розрахунки балансу гумусу в ґрунтах сівозміни привести у вигляді таблиці 34. Наприклад, за даними розрахунками дефіцит гумусу становить 680 кг/га. Його слід ліквідувати за рахунок внесення органічних добрив. Для забезпечення бездефіцитного

балансу гумусу необхідно вносити на 1 га ріллі сівозміни $680 : 62,5 = 10,9$ т гною або відповідну кількість іншого органічного добрива (розрахункова насиченість 1 га ріллі сівозміни органічними добривами в тоннах для досягнення бездефіцитного балансу гумусу).

Якщо фактична насиченість сівозміни органічними добривами не забезпечує позитивного або бездефіцитного балансу гумусу, слід визначити додаткову кількість органічних добрив.

При використанні інших видів органічних добрив їх переводять у звичайний підстилковий гній за відповідними коефіцієнтами (таблиця 33).

Таблиця 33

Коефіцієнти переведення органічних добрив у підстилковий гній

№ з/п	Види органічних добрив	Коефіцієнти переведення
1	Підстилковий гній і тверда фракція безпідстилкового гною	1,00
2	Безпідстилковий гній, напіврідкий (вологість 90–93 %)	0,50
3	Рідкий гній (вологість 93–97 %)	0,25
4	Гноївка (вологість більше 97 %)	0,10
5	Торфогноєвий компост (1: 1)	1,20
6	Пташиний послід	1,20
7	Солома (з додаванням на 1 т соломи 10 кг азоту)	3,40
8	Сидеральні добрива	0,25
9	Осад стічних вод	0,80
10	Дефекат	0,25
11	Компости з твердих побутових відходів	0,80

У висновках до даного підрозділу слід зробити аналіз даних по балансу поживних речовин і гумусу та можливостях розширеного відтворення.

Баланс гумусу в ґрунтах сівозміни

№ поля	Сільськогосподарська культура	Планова урожайність, ц/га	Вміст гумусу в ґрунті		Мінералізується гумусу в рік, т/га	Коефіцієнт переведення основної продукції в рослинні рештки	Кількість рослинних решток, т/га	Коефіцієнт гуміфікації рослинних решток	Відновлюється гумусу, т			Баланс гумусу (+, -) т
			%	т/га					всього	за рахунок		
										рослинних решток	гною	
I												
II												
III												
IV												
V												
VI												
VII												
VIII												
IX												
X												
В середньому на 1 га												
Баланс гумусу =												

7.2. Визначення балансу поживних речовин в ґрунтах сівозміни

Баланс основних елементів живлення визначається різницею між загальним виношенням поживних елементів із ґрунту і їх кількістю, що повертається в ґрунт. Він може бути позитивним, якщо поживних елементів вноситься в ґрунт більше, ніж виноситься з урожаєм, і від'ємним, якщо з урожаєм більше виноситься поживних елементів, ніж повертається в ґрунт.

Розрахунок балансу поживних елементів у ґрунті слід розглядати як найдоступніший контроль за станом родючості ґрунту в кожному полі, сівозміні, господарстві, районі та області.

Баланс поживних елементів у ґрунті характеризується інтенсивністю. Це відношення загальної кількості поживних елементів, що поступили в ґрунт до кількості поживних елементів, які виношено з ґрунту, виражене в процентах. Інтенсивність балансу може бути менше 100 % (баланс від'ємний), дорівнювати 100 % (баланс врівноважений) і більше 100 % (баланс позитивний). В умовах інтенсивного землеробства інтенсивність балансу повинна складати (чорноземні ґрунти) для азоту не менше 80 %, фосфору – 110–120 %, калію–80–100%.

Одним із показників балансу поживних елементів у ґрунті є його ємність – сума поживних елементів, яка вноситься і виноситься з ґрунту, тобто та кількість елементів живлення, яка знаходиться в колообігу.

Розрахунок балансу поживних елементів у сівозміні проводять по кожному елементу живлення в кілограмах з розрахунку на 1 га ріллі в такому порядку.

Визначають величини надходження поживних елементів у ґрунт за рахунок різних джерел:

1. Внесення з органічними добривами. Щоб визначити, скільки поживних елементів буде внесено з гноєм або з іншими органічними добривами, потрібно кількість кожного поживного елемента, що міститься в 1 т. органічного добрива (в 1 т напівперепрілого гною міститься в середньому 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору і 6 кг калію) помножити на насиченість 1 га ріллі сівозміни органічними добривами.

2. Внесення з мінеральними добривами (див. потребу мінеральних добрив для культур сівозміни згідно з попередніми розрахунками табл..31).

3. Надходження поживних елементів із посівним та садивним матеріалом визначається нормами висівання насіння і садивного матеріалу та їхнім хімічним складом. В середньому ці величини

становлять (кг/га): азоту – 3,5, фосфору – 1,0, калію – 1,5.

4. Деяка кількість поживних елементів надходить у ґрунт з атмосферними опадами, яка в середньому становить (кг/га): азоту – 5–10, фосфору – 0,5–1,0, калію – 4–7.

5. Надходження азоту в ґрунт внаслідок його біологічної фіксації бобовими культурами та азотофіксуючими бактеріями:

а) розміри несимбіотичної фіксації атмосферного азоту вільноживучими азотофіксуючими бактеріями складають за рік у середньому в ґрунтах України 5–15 кг/га;

б) розміри симбіотичної фіксації азоту залежать від виду бобових рослин, їх врожайності, властивостей ґрунту, внесених добрив та інше. Найбільшу азотофіксуючу здатність мають багаторічні бобові трави – люцерна, конюшина, еспарцет, буркун, з однорічних – люпин, кормові боби. Найменшою азотофіксуючою здатністю відзначається горох. Бобові культури нагромаджують за рік у середньому таку кількість азоту (кг/га): люцерна – 250–300, конюшина – 150–160, кормові боби – 120, соя – 100, вика – 80, горох – 60. Для визначення величини фіксованого азоту бобовими культурами в сівозміні (кг/га) необхідно розмір площі поля під бобовою культурою помножити на розмір симбіотичної фіксації азоту даною культурою і поділити на площу сівозміни. Якщо полів з бобовими культурами більше одного – визначити сумарну величину по кожному з полів під бобовою культурою.

Після цього визначають величини витрат поживних елементів із ґрунту.

1. Основним показником статті витрат поживних елементів з ґрунту є винесення елементів живлення з урожаєм. Розмір винесення перебуває в прямій залежності від величини врожаю і вмісту поживних елементів в основній і побічній продукції (таблиця 21). Розрахунки виносу елементів живлення урожаєм привести у вигляді таблиці 35.

2. Витрати поживних елементів із ґрунту внаслідок ерозії становлять у середньому за рік (кг/га): азоту – 5,0, фосфору – 4,0, калію – 8,0–12,0.

3. Витрати азоту з ґрунту в середньому за рік становлять (кг/га):

а) вимивання – 1–3 % від загальної кількості азоту, внесеного з добривами;

б) газоподібні витрати азоту внаслідок денітрифікації, вивітрювання та інших процесів – 15–25 % від загальної кількості азоту внесеного з добривам.

Розрахунок балансу поживних елементів у ґрунтах сівозміни привести у вигляді таблиці 36.

В сучасних умовах для підвищення родючості ґрунту та досягнення стабільно високого врожаю систему добрив необхідно поліпшувати, щоб ліквідувати дефіцит усіх елементів живлення, особливо азоту і калію.

Таблиця 35

Винос поживних речовин запланованим врожаєм культур сівозміни

№ поля	Сільськогосподарська культура	Планова урожайність, ц/га	Винос поживних речовин, кг						
			на 10 ц основної продукції			з 1 га			
			N	P	K	N	P	K	
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									
IX									
X									
Всього									
У середньому, кг/га									

Виходячи із всього вищесказаного, необхідно дати оцінку балансу поживних елементів у ґрунтах сівозміни і його інтенсивності.

Баланс поживних речовин в ґрунтах сівозміни, кг/га

№ з/п	Показники балансу, одиниці виміру	Поживні речовини		
		N	P	K
Надходження, кг				
1.	З органічними добривами			
2.	З мінеральними добривами			
3.	З насінням			
4.	З атмосферними опадами			
5.	Біологічно фіксований азот: - симбіотична фіксація - несимбіотична фіксація			
Всього				
Витрати, кг				
1.	Винос плановим урожаєм			
2.	Втрати внаслідок ерозії			
3.	Втрати внаслідок вимивання			
4.	Газоподібні втрати			
Всього				
1.	Баланс, (+, -) кг			
2.	Інтенсивність балансу, %			
3.	Ємність балансу, кг			

План використання добрив у сівозміні

Для підвищення агрохімічної та економічної ефективності системи удобрення, розробленої на ротацію сівозміни, щорічно складають план використання добрив під урожай наступного року. Складання річного плану удобрення сільськогосподарських культур обумовлено цілим рядом причин:

1. Родючість полів сівозміни навіть у межах одного ґрунтового різновиду може значно відрізнятися. Окремі поля можуть мати різний вміст доступних форм поживних елементів, неоднакову кислотність ґрунту, механічний склад та інші показники.
2. Нагромадження органічних добрив та забезпечення мінеральними добривами може вирівнюватися в господарстві з різних причин у кожному наступному році, відповідно, може змінюватись використання добрив, передбачене системою, яка розроблена на ротацію сівозміни.
3. Зміна планових завдань щодо посіву культур, погана перезимівля озимих, що викликає пересів їх ярими або несвоєчасний посів у зв'язку з погодними умовами також вимагають уточнення розподілу добрив.

Для складання плану використання добрив у сівозміні на наступний рік і подальшого виконання роботи слід взяти результати розрахунків норм добрив під сільськогосподарські культури, які визначалися за рівнем природної родючості (бальної оцінки) ґрунту.

Вихідним для складання плану використання добрив є фактичне розміщення культур у полях сівозміни в наступному році. Складання плану необхідно починати з обґрунтування строків і способів внесення, норм, доз і форм мінеральних добрив, які планується вносити. При цьому слід враховувати біологічні особливості сільськогосподарських культур (відношення їх до реакції ґрунтового середовища і концентрації ґрунтового розчину, динаміку надходження та засвоєння азоту, фосфору і калію в окремі етапи онтогенезу рослин) і ґрунтово-кліматичні умови господарства та результати балансів поживних елементів та гумусу.

В плані використання добрив у сівозміні слід насамперед визначити норму і місце внесення гною та інших органічних добрив. В зернових сівозмінах їх вносять під озимі; в зерново-просапних – під просапні й озимі; в сівозмінах з технічними культурами – під попередники або безпосередньо під ці культури; в овочевих – під культури, які найбільш продуктивно реагують (огірки, цибуля).

У плані використання добрив передбачається розподіл розрахункових норм мінеральних добрив, зокрема NPK, мікродобрив, а також бактеріальних добрив, стимуляторів росту рослин для внесення у вигляді основного, передпосівного, припосівного (рядкового) і підживлення. Слід враховувати, що найбільш ефективним є основне і передпосівне удобрення. Обов'язково необхідно планувати припосівне внесення добрив. Внесення добрив у підживлення повинно бути обґрунтоване особливостями біології (онтогенезу) й агротехніки вирощування сільськогосподарської культури.

План розподілу (використання) добрив у сівозміні привести у вигляді таблиці 37. Після заповнення даної таблиці необхідно по кожному полю сівозміни детально викласти у вигляді таблиці 38 такі дані:

1) агрономічно обґрунтований вибір форм мінеральних добрив відповідно до розрахункових норм та доз при різних строках і способах їх внесення;

2) використання машин та знарядь (із зазначенням марок) для внесення добрив та глибину їх заробки в ґрунт;

3) перерахувати розраховану кількість добрив, внесених під дану сільськогосподарську культуру в той чи інший строк із діючої речовини у фізичну вагу.

Сільське господарство хоч і носить сезонний характер, проте мінеральні добрива вносяться в ґрунт майже круглий рік. Тому складають календарний план внесення добрив на всю площу сівозміни. Такий план дає змогу визначати потребу в добривах у найважливіші періоди проведення польових робіт та раціональніше використовувати транспортні і робочі засоби по внесенню добрив, виконанню інших робіт. По суті, календарний план є робочим планом, він дозволяє контролювати виконання передбачених завдань по використанню добрив у сівозміні. При складанні календарного плану слід використовувати символи мінеральних добрив (Додаток 1).

Після закінчення роботи проаналізувати організаційні та агротехнічні умови виконання розроблених планів і зробити висновки.

План розподілу добрив у польовій сівозміні в 201__ р.

№ поля	Сільськогосподарська культура	Норми добрив на 1 га			Дози добрив на 1 га, кг																																																	
		Органічні добрива, т	Вапнякові добрива	мінеральні, кг	основне удобрення						припосівне удобрення	1 підживлення			2 підживлення			3 підживлення																																				
					осіннє			передпосівне				N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K																															
				N	P	K	гній, т	Вапн. д-ва	N	P	K													N	P	K	N	P	K	N	P	K																						
I																																																						
II																																																						
III																																																						
IV																																																						
V																																																						
VI																																																						
VII																																																						
VIII																																																						
IX																																																						
X																																																						
В середньому на 1 га																																																						

Таблиця 38

Обґрунтування строків, способів, норм, доз і форм внесення добрив у сівозміні

№ поля	Сільськогосподарська культура	Обґрунтування прийомів удобрення					Машини для внесення добрив
		спосіб внесення	календарний строк внесення	форма добрива	Норми і дози добрив		
					кг д. р./ га	ц ф. в./ га	
1	2	3	4	5	6	7	8
I		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					
II		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					

1	2	3	4	5	6	7	8
III		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					
IV		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					

1	2	3	4	5	6	7	8
V		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					
VI		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					

1	2	3	4	5	6	7	8
VII		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					
VIII		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					

1	2	3	4	5	6	7	8
IX		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					
X		Основне удобрення					
		Припосівне удобрення					
		I підживлення					
		II підживлення					
		III підживлення					

Додаток 1

Символи мінеральних добрив

№ з/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	Nkc	– кальцієва селітра	19	Кмк	– калімаг
5	Nx	– хлористий амоній	20	Кск	– калій сірчаноокислий
6	Nm	– сечовина	21	Кк	– калійна сіль
7	Нав	– аміачна вода	22	Кх	– калій хлористий
8	Nж	– зріджений аміак	23	Ка	– калій азотноокислий
9	Pc	– суперфосфат	24	Раф	– амофос
10	Pcg	- суперфосфат гранульований	25	Рдаф	– діамофос – нітрофос
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

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. М.М. Городній. Агрохімія: Підручник. – 4-е вид., перероблене та доп. – К.: Арістей, 2008 – 936 с.
2. Лісовал А.П. Система застосування добрив: Підручник / А.П. Лісовал, В.М. Макаренко, С.М. Кравченко. – К.: Вища шк., 2002 – 317 с.
3. Господаренко Г.М. Агрохімія мінеральних добрив. – К.: Науков. світ, 2003 – 136 с.
4. Господаренко Г.М. Основи інтегрованого застосування добрив. К.: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2002. – 344 с.
5. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / за ред.. Д. Мельничука, Дж. Гофман, М. Городнього – К.: Арістей, 2004. – 488 с.
6. Агрохімія / За ред. М. М. Городнього. – К.: Вища школа, 1995.–562 с.
7. Агрохімія / За ред. І. М. Карасюка. – К: Вища школа, 1995. – 471с.
8. Агроекологія / М. М. Городній, А. Г. Сердюк, М. П. Вовкотруб та ін. – К: Вища школа, 1993. – 415 с.
9. Анспок П. И. Микроудобрения: Справочник – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
10. Довідник з агрохімічного та екологічного стану ґрунтів України /Заред. Б. С. Носка. – К.: Урожай, 1994. – 336 с.
11. Довідник по удобренню сільськогосподарських культур / ПО. Дмитренко та інші. – К: Урожай, 1987. – 208 с.
12. Довідник працівника агрохімслужби / Б. С. Носко та інші. – К.: Урожай, 1994.–264с.
13. Донских И. Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений. –Я: Агропромиздат, 1989. – 144 с.
14. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в груші / За ред. О. О. Бацули. – К: Урожай, 1987. – 128 с.
15. Екологічні основи використання добрив / За ред. Е. Г. Дегодюка. – К.: Урожай, 1988. – 232 с.
16. Лісовал А. П, Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система применения удобрений. – К.: Вища школа, 1989. – 319 с.
17. Толстоусов В. П. Удобрение и качество урожая. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. –192 с.
18. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях їх вирощування / Б. С. Носко та інші. – К: Урожай, 1990. – 208 с.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Агрохімія» для студентів спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форми навчання» / уклад. С.П. Бондарчук – Луцьк : Луцький НТУ, 2018. – 54 с.

Комп'ютерний набір
Редактор

С.П. Бондарчук
С.П. Бондарчук

Підп. до друку _____ 2018 р.
Формат 60x84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.
Ум. друк. арк. _____. Обл.-вид. арк. _____ .
Тираж _____ прим. Зам. _____ .

Інформаційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75