

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

Методичні рекомендації  
для лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни  
**«НОВІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ВИДИ ДОБРІВ»**  
зі студентами спеціальності 201 «Агрономія»  
за освітнім рівнем «Бакалавр»

Харків, 2018

УДК 631.152:519.68 (075)

Методичні рекомендації для лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни «Нові та перспективні види добрив» зі студентами спеціальності 201 «Агрономія» за освітнім рівнем «Бакалавр» / укл.: Коляда О. В., Корчашкіна Л. А. Харків: ЛНАУ, 2018. 38 с.

У методичних рекомендаціях для лабораторних занять представлено основні характеристики, особливості виготовлення та внесення сучасних перспективних видів добрив, зокрема нових видів комплексних мінеральних добрив, органічних та органо-мінеральних ферментованих добрив, мікродобрив на хелатній основі та мікробіологічних препаратів. Наведено методики визначення їх економічної, енергетичної та екологічної ефективності.

Укладачі:

Коляда Ольга Василівна, старший викладач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, к. с.-г. н.

Корчашкіна Любов Анатоліївна, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, к.б.н., доцент

Рецензент:

Солошенко Василь Іванович, доцент кафедри селекції, рослинництва та захисту рослин, к. с.-г. н.

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, протокол № 3 від 31 жовтня 2018 р.

Розглянуто і затверджено на засіданні Методичної комісії агрономічного факультету, протокол № 3 від 01 листопада 2018 р.

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради агрономічного факультету, протокол № 4 від 01 листопада 2018 р.

Призначено для студентів спеціальності 201 «Агрономія» за освітнім рівнем «Бакалавр» денної та заочної форми навчання.

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лабораторна робота № 1. Види добрив та їх класифікація.....	5
Лабораторна робота № 2. Особливості внесення та зберігання нових мінеральних видів добрив .....	8
Лабораторна робота № 3. Технологія застосування комплексних мікродобрив на хелатній основі.....	11
Лабораторна робота № 4. Технологія виготовлення та застосування органічних ферментованих та органо-мінеральних добрив .....	15
Лабораторна робота № 5. Особливості застосування мікробіологічних препаратів.....	21
Лабораторна робота № 6. Агроекологічна оцінка застосування нових видів добрив.....	24
Лабораторна робота № 7. Оцінювання енергетичної ефективності застосування нових видів добрив... ..	28
Лабораторна робота № 8. Визначення економічної ефективності застосування сучасних видів добрив.....	31
Питання для самостійної роботи .....	35
Список використаних джерел... ..	36
Додаток А.....	37

## Вступ

Формування урожайності сільськогосподарських культур не менш як на 50 % залежить від застосування добрив. З ростом урожаїв збільшується споживання елементів живлення рослинами, тому чим вища запланована врожайність будь-якої культури, тим більше потрібно вносити добрив. Простежується прямий зв'язок між використанням добрив і врожайністю.

Тому основою застосування добрив має бути землеробський закон повернення. В ґрунт мають повертатися елементи живлення, які винесено з урожаєм. Також в ґрунт мають бути повернені й органічні речовини, що є енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів, які сприяють повторному використанню елементів живлення та збереженню агрофізичного стану ґрунту.

В сучасних умовах пріоритетним напрямом ведення сільського господарства є одночасне отримання достатньої кількості продукції харчування та зменшення агрохімічного навантаження на навколишнє природне середовище. Саме тому, виникає необхідність удосконалення технології виробництва добрив, з метою підвищення їх агрохімічної, енергетичної, економічної ефективності та зростання екологічної безпеки.

Сьогодні на ринку України представлено ряд ефективних мінеральних, органічних, органо-мінеральних добрив, мікродобрив та мікробіологічних препаратів нового покоління, які відзначаються удосконаленою технологією виробництва, комплексною ефективністю внесення та мінімальним (або і зовсім відсутнім) навантаженням на довкілля.

У методичних рекомендаціях представлено основні характеристики сучасних перспективних видів добрив, особливості їх виготовлення та внесення, а також наведено методики визначення їх економічної, енергетичної та екологічної ефективності.

Завдяки вивченню навчальної дисципліни студенти ознайомляться з технологією застосування комплексних мікродобрив та мікробіологічних препаратів, оволодіють теоретичними основами процесу виготовлення та внесення органічних ферментованих та органо-мінеральних добрив, набудуть навички оцінювання економічної, енергетичної та екологічної ефективності застосування сучасних видів добрив

Методичні рекомендації для лабораторних занять та самостійної роботи розроблені відповідно до Робочої програми дисципліни.

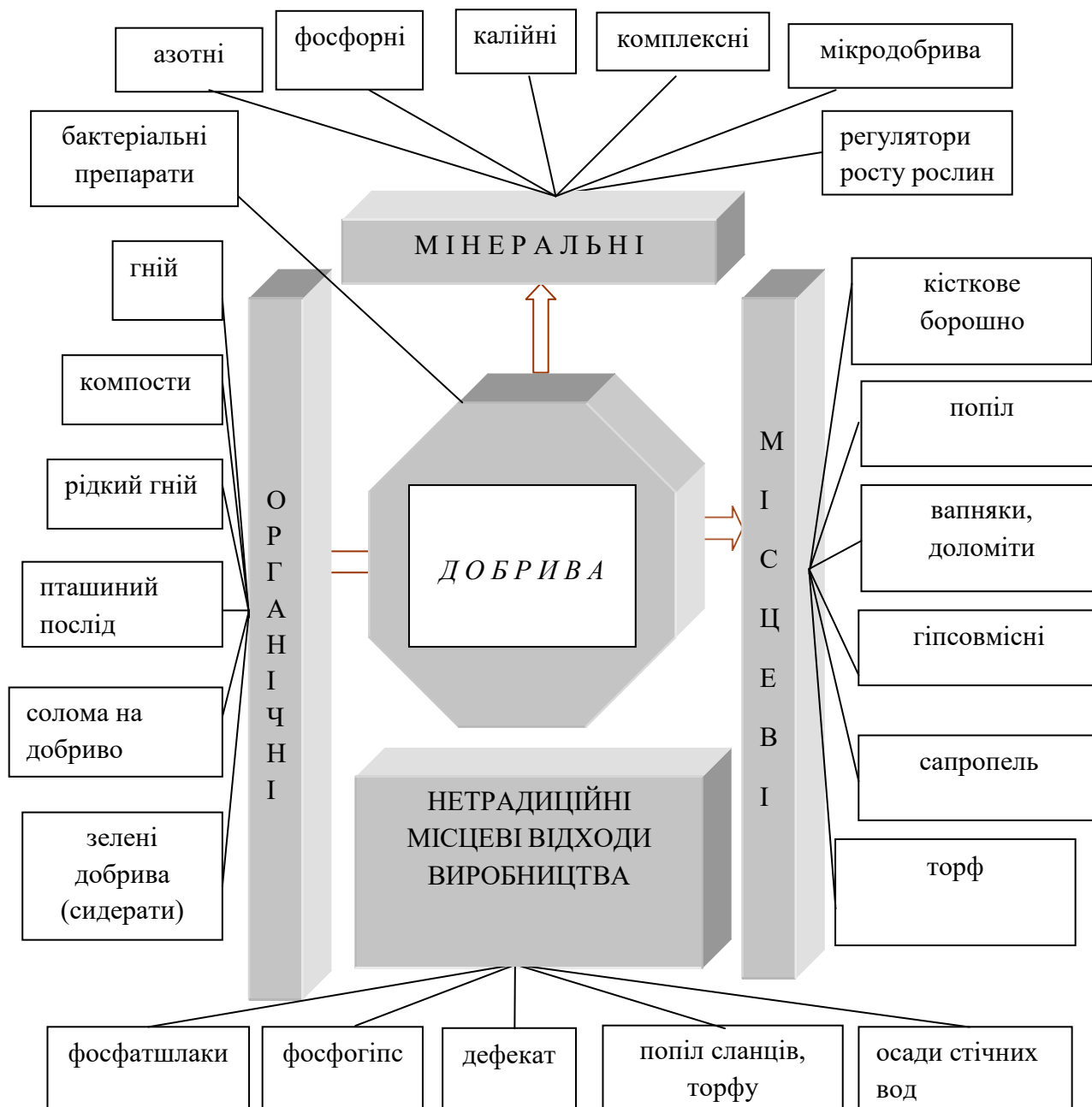
Оцінювання знань студентів здійснюється відповідно до Положення про оцінювання знань і вмінь студентів Луганського Національного аграрного університету.

## Лабораторна робота № 1. Види добрив та їх класифікація

**Мета:** ознайомитися з основними типами та видами добрив.

**Завдання:** засвоїти різні класифікації добрив, навчитись розрізняти типи та види добрив.

*Добрива* – це речовини, призначені для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту. Їх класифікують: за способом виробництва; хімічним складом; фізичним станом; характером дії на ґрунт і рослини; походженням. Загальна класифікація наведена на рис. 1.1.



**Рис. 1.1. – Класифікація добрив**

За **способом** виробництва розрізняють **місцеві і промислові добрива**. До промислових належать майже всі мінеральні добрива, які виробляють на хімічних підприємствах. Місцеві добрива одержують в господарствах, на місці

їх використання, або поблизу них. До місцевих добрив належать гній, гноївка, пташиний послід, торф, сапропель, вапнякові туфи, зола, солома.

За **хімічним** складом добрива поділяють на мінеральні, органічні, мікродобрива і бактеріальні. До мінеральних належать добрива, що містять елементи живлення рослин у вигляді неорганічних сполук, до органічних – які містять елементи живлення у вигляді органічних сполук.

До мінеральних добрив належать і деякі органічні сполуки, що виробляються промисловістю, наприклад, сечовина (карбамід) та продукти її конденсації з формальдегідом (уреаформ).

Вид мінерального добрива визначається вмістом елемента (сполуки), основної поживної для рослин речовини, що міститься в ньому. Розрізняють азотні, фосфорні, калійні, борні, марганцеві, молібденові, цинкові, мідні та інші добрива. Типи та види добрив наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1.

### Типи та види добрив

Тип добрива	Тип класифікації	Види за класифікацією
Азотні	За формою	Аміачні (аміачна вода, сульфат амонію) Нітратні (натрієва чи кальцієва селітра) Аміачно-нітратні (аміачна селітра) Амідні (сечовина)
Фосфорні	За ступенем розчинності	Розчинні (суперфосфат) Напіврозчинні (преципітат, томасшлак) Нерозчинні (фосфоритне борошно, вівіаніт)
Калійні	Всі добрива розчинні, легко засвоюються і не вимиваються	Хлорид калію, калійна сіль, калімагnezія, сульфат калію
Складні	За приготуванням	Змішані Комплексні (амофос, амофоска, нітроамофоска)
Органічні	Отримані природним шляхом	Гній, компости, сидерати, біогумус
Мінеральні	Отримані штучним шляхом	Перераховані вище крім органічних
Бактеріальні	Містять бактерії	Нітрагін, Ризоторфін, Альбобактерин, Поліміксобактерин та ін.
Мікродобрива	Містять мікроелементи	Борні, марганцеві, молібденові, мідні, цинкові, кобальтові

**Мінеральні добрива**, в свою чергу, поділяються на **прості** (містять один елемент живлення) і **комплексні** (містять кілька елементів живлення). За **кількістю елементів живлення** комплексні добрива бувають: подвійними

(азотно-фосфорні – амофос, метафосфат калію); потрійними, або повними (азотно-фосфорно-калійні – нітроамофоска, азофоска).

**Комплексні добрива** поділяють на складні, змішані й складно-змішані. Складні добрива містять два або більше елементів живлення в молекулі хімічної сполуки, з якої складається добриво (амофос тощо). Виробляють їх взаємодією вихідних хімічних сполук, а також сумісною кристалізацією або сплавленням компонентів. Змішані добрива – це механічна суміш простих та складних добрив в певному співвідношенні. Складнозмішані добрива виробляють змішуванням готових простих добрив та введенням в суміш рідких і газоподібних продуктів (нітрофос, нітрофоска, амонізований суперфосфат).

**Бактеріальні добрива** – препарати, які містять мікроорганізми, що здатні підвищувати вміст поживних речовин в ґрунті (симбіотичні та асоціативні азотфіксувальні бактерії) і мобілізувати їх, тобто переводити в доступні рослинам форми (фосформобілізувальні, силікатні бактерії).

За **характером дії на рослини** добрива бувають прямої і побічної дії. Добрива прямої дії вносять безпосередньо в ґрунт для забезпечення рослин необхідними елементами живлення. Це азотні, фосфорні, калійні та мікродобрива. Добрива побічної дії вносять для поліпшення властивостей ґрунту і мобілізації в них поживних речовин. Наприклад, вапняк і гіпс поліпшують фізичні властивості ґрунту, його водний і повітряний режими, впливаючи на врожайність сільськогосподарських культур.

За **фізичним станом** мінеральні добрива поділяють на тверді і рідкі. **Тверді** добрива залежно від розміру часточок поділяють на порошкоподібні (розмір часточок < 1 мм) і гранульовані (1-4 мм). Ступінь подрібнення добрива визначає його товщина помолу. Гранулометричний склад добрива відображає характеристику мінерального добрива за розміром часток. Гранульовані добрива випускаються у формі зерен, гранул або кульок. Такі добрива краще зберігаються, менше злежуються внаслідок їх низької гігроскопічності (гігроскопічність – це здатність добрива вбирати вологу із зовнішнього середовища).

**Рідкі** добрива – це розчини у воді простих та складних добрив або взаємодія розчинів хімічних реагентів. Суміші на основі рідких добрив, які містять тверді компоненти, називають суспензованими добривами.

За **характером дії на ґрунт** добрива поділяють на фізіологічно лужні (які підлугуюють) і фізіологічно кислі (які підкислюють) ґрунтовий розчин.

Добрива, які підкислюють ґрунтовий розчин внаслідок переважного використання рослинами катіонів, називають фізіологічно кислими (аміачна селітра, суперфосфат). Надмірна кислотність або лужність добрива усувається нейтралізуючими добавками (нейтралізація добрива). Нейтральні добрива не змінюють кислотності ґрунтового розчину (преципітат).

Біологічно кислі добрива (карбамід) підкислюють ґрунт внаслідок мікробіологічного перетворення амідної або амонійної форм азоту до нітратної (шляхом нітрифікації).

За концентрацією діючої речовини мінеральні добрива поділяють на: низько концентровані – до 25%, концентровані – до 60% та висококонцентровані – понад 60 %.

### *Питання для самоконтролю.*

1. Які види добрив Ви знаєте?
2. За якими основними ознаками класифікують добрива?
3. Чим відрізняються типи та види добрив?

## **Лабораторна робота № 2. Особливості внесення та зберігання нових мінеральних видів добрив**

**Мета:** ознайомитись з агрохімічними та фізичними властивостями нових видів мінеральних добрив (на прикладі добрив Yara Mila), особливостями їх внесення та зберігання.

**Завдання:** засвоїти основні властивості та особливості внесення нових видів мінеральних добрив, проаналізувати умови їх зберігання.

Yara Mila – це високоефективні комплексні мінеральні добрива, які містять азот, фосфор, калій, магній, сірку та мікроелементи в одній гранулі та розроблені для отримання максимального врожаю та якості продукції (загальний вигляд представлено на рис. 2.1, а загальний вміст елементів живлення – у табл. 2.1).

Таблиця 2.1

### **Вміст елементів живлення в мінеральних добривах Yara Mila, %**

NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	SO <sub>3</sub>	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
<b>Yara Mila Кропкер 11-11-21</b>											
4,4	6,6	11	21	2,6	25	0,05	0,01	0,1	0,25	0,04	0,002
<b>Yara Mila NPK 7-20-28</b>											
0,9	6,1	20	28	2	7,5	0,02		0,1	0,03	0,02	
<b>Yara Mila NPK 18-8-16</b>											
7,2	10,8	8	16	1,7	7,5	0,02	–	–	–	–	–

Добрива спеціально розроблені з урахуванням потреби живлення вибраних культур і забезпечують повноцінний догляд. Збалансований та добре розчинний склад мінеральних добрив Yara Mila сприяє міграції елементів живлення безпосередньо до кореневої системи. Це дозволяє рослинам більш ефективно використовувати добрива і зменшує втрати. Завдяки міцності гранул покращується розсіюваність добрив та зменшується кількість пилу.

### **Переваги нових мінеральних видів добрив.**

Кожна гранула містить всі необхідні макро і мікроелементи в доступній для рослин формі – всі поживні речовини містяться в кожній гранулі, тому не може бути ризику сегрегації поживних речовин під час доставки, обробки або рознесення.





**Рис. 2.1. – Загальний вигляд добрив**

**Однаковий розмір** гранул забезпечує легке та точне внесення в ґрунт поживних речовин.

**Діапазон коефіцієнтів поживних речовин** – широкий діапазон співвідношень N: P: K + S та наявність формул з вторинними мікроелементами.

**Унікальна перевага добрив** – швидке поглинання вологи при контакті з ґрунтом, навіть коли вологість ґрунту обмежена.

**Додаткові поживні речовини** – добрива містять мікроелементи, необхідні для певних культур. Добрива також можуть включати бор, залізо, марганець, молібден, цинк та / або селен.

**Збалансоване джерело азоту** – азот міститься у двох формах: нітратній – швидкодіюча форма азоту, найбільш доступна рослинам; амонійній – форма азоту, що має тривалу дію (продлонговану). Наявність обох форм азоту мінімізує втрати цього елемента та дозволяє рівномірно забезпечувати ним рослину.

**Доступний фосфор** – фосфор, що входить до всіх продуктів Yara Mila, повністю розчинний у воді. Це робить продукт ідеальним для внесення в потрібних дозах у потрібний час.

**Альтернативні джерела калію** – калій включений в якості MOP (хлористого калію – хлорид калію) або SOP (сульфат калію – калій сульфат). Продукти на основі SOP спеціально призначені для сільськогосподарських культур чутливих до хлоридів, а продукти на основі MOP придатні для всіх інших культур.

**Наявність сірки** – добрива містять в своєму складі сірку від 5 до 25%, що значно підвищує ефективність засвоєння азоту.

**Добрива не злежуються**, добре зберігаються, зручні в застосуванні.

**Не утворюють** пилу під час внесення та вносяться як восени, так і на весні. **Виробництво добрив** ретельно контролюється на кожному етапі, починаючи з високоякісної сировини.

На рис. 2.2. показано ефективність застосування добрива Yara Міла при вирощуванні кукурудзи. Із зображення видно, що коренева система кукурудзи за внесення добрива набагато більш розвинута, що в подальшому позитивно позначається на розвитку культури та формуванні урожаю.



**Рис. 2.2. – Ефективність застосування нових мінеральних добрив за вирощування кукурудзи**

Загальні рекомендації щодо застосування гранульованих добрив Yara Mila представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2.

**Загальні рекомендації щодо застосування гранульованих добрив Yara Mila**

Yara Mila Крокер	Приготування ґрунтових субстратів	Підживлення газонів	Yara Mila NPK
Овочі відкритого ґрунту, в т.ч. картопля – 200-600 кг/га	Розсада овочів – 1-1,4 кг/м <sup>3</sup>	Внесення навесні 2 – 6 кг/100 м <sup>2</sup>	Польові культури – 150-400 кг/га
Сади – 150-400 кг/га	Цибулеві – 0,5 кг/м <sup>3</sup>	Внесення в літній період 2 – 6 кг/100 м <sup>2</sup>	При посіві – 70-150 кг/га
Ягідники – 200-300 кг/га	Хвойні – 1 кг/м <sup>3</sup>	Внесення в осінній період 2 – 4 кг/100 м <sup>2</sup>	Включають в систему удобрення поряд із традиційними добривами
	Плодові – 1-1,2 кг/м <sup>3</sup>		

**Умови зберігання добрив.**

**Температура повітря.** Час може посилювати злежування чи накопичення, особливо у тих випадках, коли є інші фактори, такі як високі температури зберігання та ущільнення. Зберігання за високих температур навколишнього середовища (вище 30 °С) може спричинити злежування, особливо за умов ущільнення та тривалого зберігання на складі.

Слід уникати тривалого зберігання і дотримуватись принципу витрати запасів у порядку отримання. Оптимальна температура зберігання від 5 до 30 °С.

**Вологість повітря.** Волога з повітря не може впливати на продукцію, якщо вона зберігається у первісній упаковці. Шар картону допомагає уникнути ущільнення під тиском верхнього шару.

Важливе значення вологості після відкриття чи пошкодження упаковки. Продукція, що містить велику кількість розчинних у воді поживних речовин, може бути гігроскопічною. Підвищення вмісту вологи у продукції часто може

спричинити злежування. Не можна допускати використання неповних пакунків, але якщо уникнути цього неможливо, необхідно переконатися в тому, що вони надійно закриті.

**Ущільнення під час зберігання.** Ущільнення є результатом скупчення маленьких окремих частинок порошку під час зберігання під тиском матеріалу, що знаходиться зверху у стосі. Палети слід зберігати на стелажах. Якщо стелажів немає, треба дотримуватись вказівок щодо зберігання добрив на палетах у стосі.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Назвіть основні агрохімічні властивості нових мінеральних добрив.
2. Які переваги застосування нових видів мінеральних добрив?
3. Охарактеризуйте особливості внесення нових видів мінеральних добрив.
4. Охарактеризуйте умови зберігання нових видів мінеральних добрив.

### **Лабораторна робота № 3. Технологія застосування комплексних мікродобрив на хелатній основі**

**Мета:** розглянути основні властивості та переваги мікродобрив на хелатній основі, а також технологію їх застосування.

**Завдання:** засвоїти технологію застосування мікродобрив на хелатній основі та норми їх внесення для окремих сільськогосподарських культур.

**Мікродобривами** називаються добрива, що містять мікроелементи, тобто речовини які необхідні рослинам в невеликій кількості. Фізіологічне їх значення для рослин, тварин і людини таке ж важливе, як і основних елементів живлення – вуглецю, кисню, водню, азоту, фосфору, калію, кальцію, сірки, натрію та інших елементів. В рослинах мікроелементи входять до складу ферментів, або активізують їх роботу. Нестачу мікроелементів для живлення рослин поповнюють внесенням в ґрунт, обробкою насіння, або вегетативних органів рослин мікродобривами.

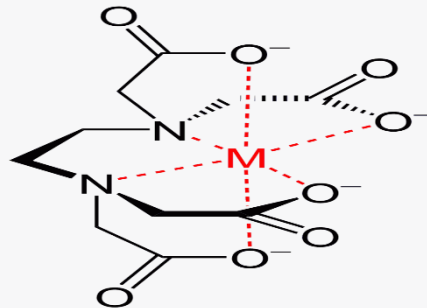
Внесення мікроелементів некореневим способом є необхідним елементом технології при вирощуванні багатьох сільськогосподарських культур.

Використання мікроелементів у вигляді неорганічних солей не завжди ефективно:

- рослини не повністю засвоюють мікроелементи, які містяться в неорганічних солях;
- в підвищених концентраціях солі металів для рослин є токсичними, спричинюючи опіки у місці контакту з рослиною;
- у ґрунті солі вступають в реакцію з ґрунтовими компонентами трансформуються у недоступні для рослин форми.

**Основна функція** мікродобрив на хелатоутворюючій основі полягає в тому, щоб підтримувати мікроелементи у доступних для рослин формах. Оскільки рослина повністю засвоює всі внесені мікроелементи, то використовується значно менша їх доза, порівняно із застосуванням солей.

**Хелати** (від. лат. *chelate* – клішня) – це металоорганічні комплекси, в яких хелатуючий агент міцно утримує іон металу в розчинному стані аж до самої миті потрапляння його в рослину (рис. 3.1). Ефективність їх в 5–10 разів вища за сульфати або фосфати, за рахунок їх більш високого стимулювання засвоєння основних елементів живлення із ґрунту, біологічної активності і кращого засвоєння клітиною.



**Рис. 3.1. – Хелатний комплекс іона металу і етилендіамінтетраоцтової кислоти**

Комплекси (хелати) металів стійкі майже на всіх типах ґрунтів і обмежень по рН ґрунтового розчину для них немає. Позитивним є те, що хелатні мікродобрива можна використовувати в якості профілактичного засобу для запобігання захворювань і фізіологічних стресів рослин.

Перехід елементів у легкодоступну біологічно активну форму (комплексонати металів), здійснюється за допомогою спеціальних кислот – комплексоутворювачів. Найкращими з біологічної і фізико-хімічної точки зору хелатуючими кислотами (комплексоутворювачі):

- етилендіамінтетраоцтова кислота (ЕДТА);
- диетилентриамінпентаоцтова кислота (ДТПА);
- дигідрооксибутилендіамінтетраоцтова кислота (ДБТА);
- етилендіаміндиантарна кислота (ЕДДЯ);
- оксиетилендифосфорна кислота (ОЕДФ);
- нітрилтриметиленфосфорна кислота (НТФ).

Для прикладу розглянемо хелатне мікродобриво нового покоління «Квантум–АміноМакс». Це висококонцентроване добриво, що містить широкий спектр амінокислот, збагачене макро- і мікроелементами, гуміновими речовинами, органічними кислотами і фітогормонами для підсилення антистресового ефекту та посилення імунітету рослин (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1.

**Хімічний склад мікродобрива на хелатній основі, %**

Аміно-кислоти	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo	Ni	Co
14	2,4	2,2	2,3	0,024	0,043	0,05	0,044	0,05	0,01	0,006	0,005

Технологія внесення мікродобрива наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

**Технологія застосування мікродобрив на хелатній основі (на прикладі Квантум – АміноМакс)**

Операція	Особливості виконання
<p>Обприскування</p> <p><b>Застереження</b></p>	<p>Під час проведення позакореневого підживлення витрата робочого розчину:</p> <p><b>для польових, овочевих культур – 200–400 л/га, для винограду та плодових культур – 500–1000 л/га.</b></p> <p>Обробки виконуються стандартними обприскувачами. Робочий розчин готують безпосередньо перед внесенням. Заповнюють бак на 2/3 водою та при перемішуванні послідовно додають компоненти, дочекавшись рівномірного перемішування попереднього компонента.</p> <p>Обприскування слід проводити зранку або ввечері. Оптимальна температура повітря 10-25°C, швидкість вітру до 5 м/с.</p> <p><b>Не рекомендується виконувати обробку в умовах дії низьких або високих температур повітря, інтенсивного сонячного випромінювання та сильного вітру. Не застосовувати разом з гербіцидами, через ризики зниження гербіцидного ефекту.</b></p>
<p>Фертигація при крапельному зрошенні</p>	<p>Препарат можливо застосовувати під час фертигації рослин, що вирощуються на крапельному зрошенні. При фертигації препарат застосовують 2-4 рази в період вегетації в дозі 1,0–5,0 л/га. Рекомендується проводити очистку фільтрів системи зрошення перед застосуванням та після нього, у зв'язку з наявністю органічних компонентів в препараті.</p> <p><b>Підживлення розсади після висадки – полив розчином 0,5-0,7% (0,5-0,7 л препарату на 100 л води).</b></p> <p><b>У разі застосування в якості ад'юванту та антистресанту в баковій суміші з інсектицидами і фунгіцидами препарат застосовують з нормою – 0,2–0,7 л/га.</b></p> <p><b>У випадку застосування для позакореневого підживлення при стресових ситуаціях тільки названого препарату, без додаткових компонентів у баковій суміші, норма витрати препарату повинна становити від 0,5 до 1,0 л/га.</b></p> <p>Наведені рекомендації не є вичерпними, враховуючи широкий спектр можливих варіантів застосування препарату, можливе його використання в іншій спосіб. У разі потреби рекомендується звертатись за консультацією до виробника.</p>
<p>Сумісність з іншими агрохімікатами</p>	<p>Можливе сумісне внесення разом із засобами захисту рослин та іншими добривами. Не рекомендується суміщати підживлення з обробкою гербіцидами в ранні фази розвитку рослин, що пов'язано з ймовірним підсиленням ефекту фітотоксичності для культурної рослини та антистресового ефекту для бур'янів. Перед змішуванням рекомендується перевірити сумісність препаратів – тестове приготування робочого розчину не повинне давати осад. Допускається незначне помутніння.</p>

Рекомендовані норми витрати мікродобрива для окремих сільськогосподарських культур залежно від фази вегетації наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3.

**Рекомендовані норми витрати мікродобрива на хелатній основі**

<b>Культура</b>	<b>Фаза росту і розвитку</b>	<b>Норма витрати, л/га</b>
Озима і яра пшениця, озимий і ярий ячмінь	Кущення (ВВСН 21-29)	0,5
	Вихід в трубку – прапорцевий листок (ВВСН 30-49)	0,5
	Молочно - воскова стиглість (ВВСН 83-87)	0,5
Кукурудза	3-5 листків (ВВСН 13-15)	0,5
	6-8 листків (ВВСН 16-18)	0,5
	Фаза 2-3 пар листків (ВВСН 14-16)	0,5
Соняшник	2-3 пари листків (ВВСН 14-16)	0,5
	5-6 пар листків (10-12 листків) (ВВСН 30-33)	0,5
Озимий і ярий ріпак, гірчиця	Весняна розетка – стеблуння (ВВСН 21-39)	0,5
	Бутонізація (перед цвітінням) (ВВСН 50-61)	0,5
	Формування насіння (ВВСН 71-79)	0,5
Цукровий і кормовий буряки	Змикання листків в рядках (ВВСН 19-34)	0,5
	Змикання листків в міжряддях (ВВСН 35-39)	0,5
Соя, горох	3-5 трійчасті листки (ВВСН 14-16)	0,5
	Бутонізація – початок цвітіння (ВВСН 51-61)	0,5
	Формування бобів (ВВСН 71-79)	0,5
Зерняткові (яблуна, груша, айва)	Цвітіння (ВВСН 60-69)	0,5
	Після цвітіння (ВВСН 71-72)	0,5
	Ріст плодів до збору врожаю (ВВСН 74-89) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Кісточкові (абрикос, персик, черешня, вишня)	Опадання пелюсток (ВВСН 67-69)	0,5
	Ріст зав'язі (ВВСН 71-73) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Виноград	Цвітіння (ВВСН 61-69)	0,5
	Ріст ягід (ВВСН 71-79) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Смородина, малина, агрус	Початок цвітіння (ВВСН 61-64)	0,5
	Кінець цвітіння (ВВСН 65-69) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Суниця	Кінець цвітіння до збору врожаю (ВВСН 65-89) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Картопля	Стеблуння (ВВСН 21-39)	0,5
	Від фази бутонізації до початку в'янення і відмирання бадилля (ВВСН 51-97) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5

Продовження табл. 3.2.

Томати, перець, баклажани	Від фази повного цвітіння до досягання (ВВСН 64-89) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Огірки	Ріст та розвиток листків (ВВСН 13-29) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
	Плодоношення (ВВСН 71-89) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Морква	4-6 справжніх листків (ВВСН 14-16)	0,5
	Ріст коренеплода (ВВСН 41-49) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Цибуля, часник	Від початку формування до кінця наливу цибулин (ВВСН 41-49) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Капуста	Формування качана (ВВСН 41-49) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5
Горіх	Цвітіння (ВВСН 61-69)	0,5
	Закладка та розвиток плоду (ВВСН 71-89) (з інтервалом 7-10 днів)	0,5

### Питання для самоконтролю:

1. Що таке хелати?
2. Назвіть основні комплексоутворювачі?
3. Які основні переваги мікродобрив на хелатній основі?
4. Охарактеризуйте технологію внесення мікродобрив на хелатній основі.
5. Які норми витрати мікродобрив на хелатній основі для окремих сільськогосподарських культур?

### Лабораторна робота № 4. Технологія виготовлення та застосування органічних ферментованих та органо-мінеральних добрив

**Мета:** ознайомитись з технологією виготовлення та особливостями внесення органічних ферментованих та органо-мінеральних добрив.

**Завдання:** засвоїти основні технологічні процеси виготовлення органічних ферментованих добрив та вивчити норми їх внесення для окремих сільськогосподарських культур.

Значним резервом збільшення виробництва якісних органічних добрив можуть бути *ферментовані види добрив* виготовлені на основі гною, торфу, сапропелю, курячого посліду та інших матеріалів органічного походження. Використання свіжого гною та курячого посліду, як добрив, пов'язане з внесенням в ґрунт значної кількості життєздатного насіння бур'янів та патогенних організмів. Існуючі системи видалення, обробки, підготовки та використання гною складні, енергоємні, вимагають значних затрат часу, праці та коштів, спричиняють до втрати половини поживних речовин і не забезпечують екологічну безпеку при їх використанні.

**Ферментація** – це теж саме компостування з метою приготування повноцінних добрив, яке використовується для зменшення втрат поживних речовин в одних видах (гній, послід, фекалії та ін.) та зростання доступності для рослин в інших інертних матеріалах (торф, сапрпель, тирса, солома та ін.).

Серед методів ферментації органічної речовини (анаеробне та аеробне компостування, вермикомпостування, анаеробне збродження та ін.) найперспективнішим є **метод керованої аеробної ферментації** гною, курячого посліду та їх рідких фракцій з вуглевмісними матеріалами рослинного походження (солома, тирса, торф, сапрпель тощо). Суть цього методу полягає у використанні гною вологістю не більше 87% та курячого посліду, вологістю не більше 80%, а також одного або декількох органічних та мінеральних наповнювачів: торфу вологістю не більше 55%; тирси вологістю до 30%; соломи подрібненої (20-50 мм) вологістю до 20%; різноманітних рослинних залишків, подрібнених до 50 мм, вологістю до 25%; мінеральних домішок.

Вибрані компоненти ретельно перемішуються до отримання однорідної маси вологістю 50-60%, при співвідношенні азоту до вуглецю близьким до 1:20-1:30.

Розглянемо технологію виготовлення ферментованого добрива на прикладі функціонування заводу по виробництву добрив шляхом біоферментації у Волинській області (неподалік м. Рожище, завод є власністю

ТзОВ „Старленд). На рис. 4.1. показано схематичний план території заводу з виробництва добрив.



**Рис. 4.1. – План території заводу по виготовленню ферментованих добрив**

Для попередньої підготовки органічних складових особливого значення набуває процес перемішування органічного матеріалу. Процес приготування



добрих розпочинається із завантаження торфу в бункер-приймач з подальшим його переміщенням за допомогою транспортера, подачі курячого посліду та змішування компонентів (торф+курячий послід) у спеціальному барабані (рис. 4.2.).



а) завантаження торфу в бункер-приймач б) подача курячого посліду



б) змішування компонентів (торф+курячий послід) у спеціальному барабані

#### **Рис. 4.2. – Процес приготування ферментованих добрив**

Процес змішування компонентів контролюється оператором через цифрові камери, які знаходяться безпосередньо всередині барабана, а зображення в режимі on-line (реального часу) подається на монітор комп'ютера (рис.4.3.). За допомогою автоматизованої системи управління оператор регулює швидкість подачі компонентів, кут нахилу та швидкість обертання барабану. В результаті проведення цієї операції утворюються кульки діаметром близько 10 мм.



**Рис. 4.3. – Процес утворення кульок в середині барабана**

Всі технологічні прийоми повинні бути спрямовані на оптимальну взаємодію фізичних, хімічних і біологічних факторів. За цього проходить перетворення органічних сполук в неорганічні мікроорганізмами-деструкторами. Головною рушійною силою цього процесу є потреба останніх в енергії. Кінетика розкладу органічних відходів за ферментації має інтенсивний характер, зумовлений швидким розпадом речовин, що легко метаболізуються. Для цього процесу характерна висока швидкість виділення  $\text{CO}_2$  та різке підвищення температури до  $60\text{--}70^\circ\text{C}$ , тому в ферментованому матеріалі посилено розвиваються мезофільні мікроорганізми.

Наступним етапом є автоматичне вивантажування змішаної суміші та формування з неї буртів. У буртах суміш знаходиться протягом 2,5–3-х місяців. Періодично із підвищенням температури в буртах до  $55\text{--}60^\circ\text{C}$  (орієнтовно 1 раз на 2–3 тижні) проводять перемішування (рис. 4.4.). В результаті збільшується фізичне випаровування вологи, аерація, що істотно підвищує темпи ферментації. Цей процес сприяє надходженню в масу органічного матеріалу додаткової кількості кисню. Чим більше кисню проникає в бурти, тим швидше і за більшої температури вони розкладаються.

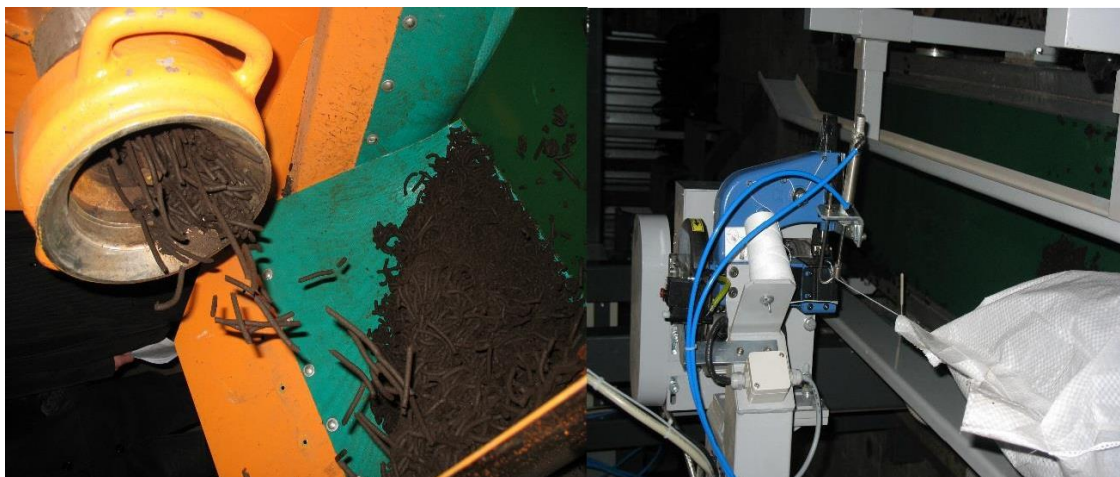
Після процесу ферментації суміш подається в середину заводу для подальшої доробки. З метою недопущення надходження зайвих включень (пластмасові пляшки, каміння, металічні предмети) на вході налаштована спеціальна система сіток, вібросит, магнітів. Це унеможливорює поломки механізмів грануляції.



**Рис. 4.4. – Процес механізованого перемішування бурта компосту**

Попередньо приготовлена суміш надходить до системи транспортерів – дозаторів, через яку можна додавати макро- та мікроелементи у потрібних співвідношеннях. Адже різні сільськогосподарські культури потребують неоднакову кількість азоту, фосфору, калію та мікроелементів. Кількість необхідних добрив для додавання в суміш дуже просто регулюється за допомогою автоматики. Таким чином органічні ферментовані добрива стають органо-мінеральними добривами.

Потім збагачена суміш надходить до гранулятора (рис.4.5.), завдяки якому отримують добрива у вигляді гранул довжиною 6–7 мм. Завершальним етапом виготовлення є пакування у тару різної ваги (рис. 3.5.). Для цього працює автоматизована лінія, яка дозволяє пакувати добрива масою 2, 5, 10, 25, 50 та 500 кг. При бажанні зармовників добриво може відпускатися насипом.



**Рис. 4.5. – Процес грануляції та пакування ферментованих добрив**

В кінцевому результаті отримують повноцінне ефективне органічне добриво збагачене необхідними макро- та мікроелементами (табл. 4.1.)

**Рекомендації щодо внесення ферментованих добрив.** Одним із трудомістких процесів у рослинництві є внесення традиційних органічних добрив, для чого використовують розкидачі органічних добрив. Внесення

ферментованих гранульованих добрив, на відміну від традиційних (гній), можна здійснювати розкидачами для мінеральних добрив, або при посіві сівалками та саджалками чи за допомогою РОУ.

При промисловому застосуванні необхідно визначитися із стратегією ведення конкретного господарства. Якщо господарство планує перейти на органічну систему землеробства, то слід застосовувати добрива без домішок синтетичних речовин. В такому випадку перед грануляцією можна додавати по 100–120 кг зернистих фосфоритів та сирих природних калійних добрив.

Таблиця 4.1.

#### Якісні показники органічного ферментованого добрива

Інгредієнти	Показники
Вміст органічної речовини, не менше, %	50
Співвідношення C:N, не менше	20:1
pH сольового розчину	6,9-7,8
Загального азоту (N) в перерахунку на суху речовину, %, не менше	2,0
Калію (K <sub>2</sub> O) в перерахунку на суху речовину, %, не менше	0,9
Фосфору (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) перерахунку на суху речовину, %, не менше	2,0
Кальцію (CaO) перерахунку на суху речовину, %	0,7-2,3
Залізо (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), мг/100 г	171,6
Бор (B), мг/кг	6,0
Мідь (Cu), мг/кг	3,8-7,1
Марганець (Mn), мг/кг	37-51
Цинк (Zn), мг/кг	12,4-16,5
Молібден (Mo), мг/кг	0,19-1,45
Кобальт (Co), мг/кг	1,0-7,8
Кадмій (Ca), мг/кг	0,09-0,55
Масова частка вологи, %, не менше	40
Гранулометричний склад: масова частка гранул розміром не більше 6 мм, %, не менше	92
Вміст радіонуклідів цезію та стронцію, Бк/кг	відсутні

Рекомендовані норми внесення **органічних ферментованих добрив під цукрові буряки і картоплю** – 10–15 т/га. Спосіб внесення: 8–12 т/га як основне добриво, по 0,5-1,0 т/га локально при посіві та 1,5 – 2 т – у підживлення перед обгортанням картоплі або перед 2-им чи 3-ім міжрядним обробітком посівів цукрових буряків. При потребі для **озимих зернових культур** можна запропонувати внесення відцентровими механізмами по 2–3 т/га перед посівом та 1,0–1,5 т для підживлення навесні. Для **інших культур** норма внесення коливається від 6 до 10 т/га.

При традиційній системі ведення сільськогосподарського виробництва необхідно підбирати добриво з додатковими компонентами відповідно до культури. Враховуючи вміст поживних речовин у ґрунті та в добриві, а також заплановану урожайність, можливі такі схеми внесення:

- **картопля:** 5–6 т/га в основне внесення + 1 т/га в підживлення;
- **цукрові буряки:** 6–7 т/га в основне внесення + 1 т/га в підживлення;

- **озимі зернові:** 3 т/га в основне внесення + 1 т/га в підживлення (або підживлення двічі по 0,5-0,8 ц аміачної селітри);
- **ярі зернові:** 2 т/га в основне внесення + 1 т/га в підживлення (або підживлення двічі по 0,5 ц аміачної селітри);
- **ріпак:** 3–4 т/га в основне внесення + 1 т/га в підживлення (або підживлення двічі по 1 ц нітроамофоски).
- **овочеві культури:** 3–4 т/га в рядки при посіві (або в лунки при посадці).

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Що таке ферментація органічної сировини ?
2. Які переваги процесу ферментації порівняно з компостуванням?
3. Охарактеризуйте технологічні процеси виготовлення органічних ферментованих добрив.
4. Назвіть характеристики основних агрохімічних показників органічних ферментованих добрив.
5. Які норми внесення органічних та органо-мінеральних ферментованих добрив для окремих сільськогосподарських культур?

#### **Лабораторна робота № 5. Особливості застосування мікробіологічних препаратів**

**Мета:** ознайомитись з особливостями застосування різних мікробіологічних препаратів.

**Завдання:** засвоїти технологію внесення запропонованих мікробіологічних препаратів та за поданим алгоритмом самостійно описати особливості застосування інших препаратів представлених на вітчизняному ринку.

У сучасних системах землеробства пріоритетними мають бути екологічно безпечні природоохоронні технології вирощування сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим дедалі більшого поширення набувають мікробіологічні препарати на основі агрономічно корисних мікроорганізмів. Поряд з органічними добривами їм належить важлива роль у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур і родючості ґрунтів.

**Мікробіологічні препарати** – це препарати, що містять високоефективні корисні мікроорганізми, які цілеспрямовано поліпшують умови живлення рослин. Крім того, відносно низька вартість, висока окупність, простота застосування, безпечність для навколишнього природного середовища зумовлюють їх значне поширення. Вони є екологічно чистими добривами комплексної дії, адже мікроорганізми, що входять до їх складу мають здатність не лише фіксувати азот атмосфери або трансформувати фосфати ґрунту, а й продукують амінокислоти, рістактивууючі сполуки та речовини антибіотичної природи, що стримують розвиток фітопатогенів.

За нормальних атмосферних умов лише бактерії здатні до фіксації азоту з повітря. Існує дві основні групи азотфіксувальних мікроорганізмів – ті, що

вступають в симбіоз з вищими рослинами (родини бактерій *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mezorhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium*) і вільноживучі. Ефективність симбіотичної азотфіксації для різних бобових культур відображено у табл. 5.1.

До другої групи належать асоціативні діазотрофи (родини бактерій *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Agrobacterium*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Flavobacterium* *Arthrobacter* та ін.), а також мікроорганізми, що більш пристосовані до вільного існування в ґрунті (родини бактерій *Clostridium*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* та ін.).

Таблиця 5.1.

**Ефективність симбіотичної азотфіксації для різних бобових культур (І. А. Тихонович, 2007)**

Культура	Кількість фіксованого азоту, кг/га за рік		Коефіцієнт азотфіксації	Приріст урожаю, %
	потенційна	звичайна		
Горох	135	40-60	0,66	10
Вика	157	40-65	0,70	18
Соя	390	60-90	0,88	24
Люпин	220	80-120	0,81	15
Еспарцет	270	130-160	0,80	17
Люцерна	550	140-210	0,88	25
Козлятник	480	130-220	0,91	35

Відносно не бобових культур, то розміри фіксації атмосферного азоту в їх кореневій зоні є на порядок нижчими, і не можуть бути повноцінними для формування врожаю (до 40 кг/га). Однак, за рахунок того, що фіксований бактеріями азот надходить безпосередньо до рослини, його ефективність значно перевищує користь аналогічної дози мінерального азоту.

Окрім азотфіксації та рістстимулювальних властивостей біопрепаратів, важливим аспектом механізму позитивної їх дії є вплив бактерій на доступність важкорозчинних фосфатів ґрунту. Недоступні для рослин сполуки фосфору можуть переводити у розчинний стан різні види мікроорганізмів, але найбільш виражено ця здатність проявляється серед представників родів *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Penicillium*, *Aspergillus*.

За наявності певних штамів мікроорганізмів мікробіологічні препарати можна класифікувати на препарати на основі азотфіксувальних бактерій, препарати на основі фосформобілізувальних бактерій та комплексні препарати. Особливості застосування різних мікробіологічних препаратів представлено у табл. 5.2.

Також мікробіологічні препарати розрізняють за **препаративною формою**: сухі, рідкі, желеподібні. Рідкі форми застосовувати простіше і зручніше, але торф'яні препарати ефективніші, особливо за сумісного використання з пестицидами, оскільки зменшується площа контакту торф'яної мікрочасточки з насінною. Форма інокулянту також прямо залежить від типу

висівного механізму сівалки: якщо він пневматичний – ліпше застосовувати рідкий препарат.

Таблиця 5.2.

### Особливості застосування різних мікробіологічних препаратів

Мікробіологічний препарат	Діюча речовина	Призначення	Норма витрати
<b>Препарати на основі азотфіксувальних бактерій</b>			
<b>Діазофіт</b>	Отриманий шляхом глибинного культивування селекціонованого штаму <i>Rhizobium radiobacter</i>	Призначений для передпосівної бактеризації озимої та ярої пшениці, ріпаку та рису	Обробка насіння: норма витрати – 400 г на 1 т насіння, гектарна порція – 100 г або 100 мл. Передпосівний обробіток насіння проводять на машинах ПСШ-3, ПС-10 та інших у день посіву.
<b>Ризоактив</b>	Три штами бульбочкових бактерій <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (соя) <i>Rhizobium leguminosarum</i> (горох)	Призначений для передпосівної обробки насіння сої та гороху, що забезпечує утворення на коренях рослин потужного нодуляційного апарату	Обробка насіння: 2 л (рідина) або 2 кг (порошок) на 1 т насіння. Обробку насіння проводять завчасно (за 30 або 14 діб до посіву, залежно від марки)
<b>Ризобофіт</b>	Бактерії <i>Bradyrhizobium japonicum</i>	Призначений для передпосівної обробки насіння зернобобових культур, однорічних та багаторічних бобових трав	Обробка насіння: 1 л (рідина) або 2 кг (порошок) на 1 т насіння. Обробку насіння проводять в день посіву (можлива обробка за 48 годин)
<b>Препарати на основі фосформобілізуювальних бактерій</b>			
<b>Поліміксо-бактерин</b>	Штами фосформобілізуювальних бактерій <i>Raenibacillus polymuxa</i> II	Призначений для передпосівної обробки насіння цукрового буряку, соняшника, кукурудзи, зернових, льону та ріпаку	Обробка насіння, норма витрати для цукрового буряку, соняшника, кукурудзи – 30 мл/га, для зернових та льону – 150 мл/га, для ріпаку – 50 мл/га.
<b>Комплексні препарати</b>			
<b>Філозаніт</b>	Азотфіксувальні бактерії <i>Azotobacter stenossum</i> , фосформобілізуювальні – <i>Bacillus megaterium</i> , целюлозоруйнуючі бактерії – <i>Pseudomonas Putida</i>	Рекомендовано для більшості культур	Обробка ґрунту, норма витрати 10-20 л/га залежно від культури

Продовження табл. 5.2.

<b>Азотер</b>	Азотфіксувальні бактерії <i>Azotobacter Croococum</i> , та <i>Azospirillum Braziliense</i> . фосформобілізувальні бактерії <i>Bacillus Megatherium</i>	Рекомендовано для всіх видів с.-г. культур	Препарат застосовують шляхом обробки ґрунту в нормі 10 л/га. Перед застосування ретельно змішують з водою у співвідношенні 1:10-50.
<b>Мікрогумін</b>	Спеціально підготовлений торф із розмноженими в ньому бактеріальними клітинами <i>Azospirillum brasilense</i> 410, фізіологічно активні речовини біологічного походження	Застосовується для передпосівної обробки насіння ячменю ярого, проса, вівса	Для бактеризації 1 т насіння використовують 1 кг Мікрогуміну та 20 л води. Бактеризацію проводять в день посіву (або за 1-2 дні до нього)

Сухі препарати виготовляють на основі торфу. Вони забезпечують стабільність і життєдіяльність ризобіальних тканин до 2 років. Сухі препарати змішують із зерном вручну безпосередньо у кузові зерноавантажувача або в сівалці перед сівбою. Проте якість такої інокуляції низька, бо дуже важливо рівномірно розподілити препарат по всій масі насіння.

#### Питання для самоконтролю:

1. Що таке мікробіологічні препарати?
2. Які Ви знаєте види азотфіксації?
3. На основі яких мікроорганізмів виготовляють мікробіологічні препарати?
4. Як класифікують мікробіологічні препарати?
5. Охарактеризуйте технологію внесення мікробіологічних препаратів?

#### Лабораторна робота № 6. Агроекологічна оцінка застосування нових видів добрив

**Мета:** ознайомитись із методикою проведення екологічної оцінки застосування добрив.

**Завдання:** провести екологічну оцінку внесення нових видів добрив (на прикладі ферментованого добрива та мікробіологічного препарату).

У сучасних умовах економічної кризи та деградації природного середовища, система удобрення повинна базуватись на дотриманні нормативів екологічної безпеки, та одночасно забезпечувати високу врожайність культур з оптимальною якістю, збереження і підвищення родючості ґрунтів. Попередження негативного впливу добрив на агроєкосистеми потребує проведення екологічної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур, і зокрема систем удобрення. Екологічну експертизу розробки доцільно



проводити на стадії апробації перед упровадженням у виробництво. Це дозволяє встановити ступінь екологічної безпеки технологій, які пропонуються сільськогосподарським виробникам та унеможливить їх негативну дію на довкілля.

Визначення екологічної доцільності застосування добрив проводять за методикою розробленою фахівцями Інституту агроєкології НААН (Н. А. Макаренко та ін.). За їх рекомендаціями екологічну експертизу доцільно здійснювати за системою показників і нормативів, що враховує вплив технологій на агрохімічний, екотоксикологічний, гідрохімічний стан агроєкосистеми, продуктивність культур, якість продукції. В межах визначених показників оцінку технологій слід проводити за 4 класами, а саме :

I клас – незадовільний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення перевищує 25 %);

II клас – задовільний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення понад 10 %, але не перевищує 25 %);

III клас – нормальний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення не перевищує 10 %);

IV клас – оптимальний стан (відхилення від оптимуму в сторону погіршення не спостерігається).

З метою врахування всіх показників, що досліджуються доцільним є проведення комплексної оцінки технології і встановлення ступеню її досконалості. Екологічна оцінка (ЕО) за комплексом показників здійснюється за наступним рівнянням (9.1) :

$$EO = \frac{\sum n_1 + n_2 + n_3 + \dots n_n}{n} \quad (6.1)$$

де  $n_n$  – показник, згідно якого проводиться оцінка, бал;

$n$  – кількість показників, за якими проводиться оцінка.

Досконалість технології оцінюється за кількістю розрахованих балів :

I < 1,5 бали – технологія не досконала і не може бути рекомендована виробництву;

II 1,5–2,4 бали – технологія перед впровадженням у виробництво потребує істотного доопрацювання;

III 2,5–2,9 бали – потребують вдосконалення окремі технологічні операції;

IV 3,0 бали – технологія досконала і може бути рекомендована виробництву.

Наступним етапом екологічної експертизи технології є обґрунтування висновку, в якому вказують можливі негативні впливи на стан довкілля та якість продукції, рекомендації щодо вдосконалення технології, обмеження використання технології в певних умовах (за необхідності).

В основному екологічну оцінку застосування нових видів добрив проводять за такими показниками, як родючість ґрунту, акумуляція важких металів у верхніх шарах ґрунту, якість і безпека продукції, продуктивність культур.

Студенти повинні провести екологічну оцінку застосування нових видів добрив, зокрема органічного ферментованого добрива та мікробіологічного препарату за вирощування капусти білоголової, згідно поданих нижче даних. Оптимальні показники родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту та біопродуктивності капусти білоголової наведено у табл. 6.1. Результати розрахунків необхідно записати до табл. 6.2.

Таблиця 6.1.

**Оптимальні показники родючості темно-сірого опідзоленого ґрунту та біопродуктивності капусти білоголової**

<b>Показники</b>	<b>Капуста білоголова сорту Славія</b>
<b>Показники родючості ґрунтів :</b>	
pH <sub>KCl</sub>	6,0
Вміст NO <sub>3</sub> , мг/кг	20,0
Вміст P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	51,0
Вміст K <sub>2</sub> O, мг/кг	81,0
Вміст гумусу, %	1,60
Урожайність, т/га	40,0
<b>Біохімічні показники якості продукції :</b>	
Вміст сухої речовини, %	4,0
Вміст вітаміну С, мг/100 г	30,0
<b>Санітарногігієнічні показники якості продукції (ГДК) :</b>	
Свинець, мг/кг	0,50
Кадмій, мг/кг	0,03
Мідь, мг/кг	5,0
Цинк, мг/кг	10,0
Нітрати, мг/кг	450

Таблиця 6.2.

**Екологічна оцінка систем удобрення капусти білоголової за комплексом показників**

Варіант	Показники родючості ґрунтів						Урожайність, т/га	Показники якості головок								ЕО
	рН <sub>KCl</sub>	Гумус, %	NO <sub>3</sub> , мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	ЕО		Біохімічні		Санітарногігієнічні					ЕО	
								Вітамін С, мг/100г	Суша речо- вина,%	Нітра- ти, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг		
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	<u>5,8</u>	<u>1,81</u>	<u>27,3</u>	<u>129,8</u>	<u>91,8</u>		<u>43,9</u>	<u>30,0</u>	<u>6,3</u>	<u>143,2</u>	<u>0,09</u>	<u>0,022</u>	<u>0,45</u>	<u>1,98</u>		
Гній підстилковий – 16,5 т/га	<u>6,1</u>	<u>1,91</u>	<u>25,4</u>	<u>128,9</u>	<u>88,7</u>		<u>43,0</u>	<u>30,6</u>	<u>6,4</u>	<u>127,5</u>	<u>0,04</u>	<u>0,011</u>	<u>0,43</u>	<u>2,05</u>		
ОФД – 5 т/га	<u>6,0</u>	<u>1,84</u>	<u>23,4</u>	<u>126,2</u>	<u>85,0</u>		<u>37,9</u>	<u>28,7</u>	<u>6,1</u>	<u>114,8</u>	<u>0,04</u>	<u>0,009</u>	<u>0,35</u>	<u>1,78</u>		
ОФД – 5 т/га + Азотер	<u>6,0</u>	<u>1,85</u>	<u>25,7</u>	<u>128,4</u>	<u>85,8</u>		<u>42,8</u>	<u>30,2</u>	<u>6,2</u>	<u>122,0</u>	<u>0,03</u>	<u>0,008</u>	<u>0,36</u>	<u>1,75</u>		
ОФД – 5 т/га + Азотер + N <sub>25</sub>	<u>5,9</u>	<u>1,85</u>	<u>26,6</u>	<u>128,3</u>	<u>85,3</u>		<u>43,4</u>	<u>29,9</u>	<u>5,9</u>	<u>130,3</u>	<u>0,05</u>	<u>0,011</u>	<u>0,38</u>	<u>1,82</u>		
ОФД – 10 т/га	<u>6,2</u>	<u>1,91</u>	<u>25,1</u>	<u>122,1</u>	<u>88,1</u>		<u>42,7</u>	<u>31,0</u>	<u>6,4</u>	<u>123,1</u>	<u>0,04</u>	<u>0,010</u>	<u>0,39</u>	<u>2,00</u>		
Азотер + N <sub>25</sub>	<u>5,9</u>	<u>1,82</u>	<u>24,9</u>	<u>124,4</u>	<u>85,3</u>		<u>38,6</u>	<u>28,7</u>	<u>5,9</u>	<u>128,4</u>	<u>0,04</u>	<u>0,008</u>	<u>0,32</u>	<u>1,68</u>		

Чисельник – значення показника, за яким проводиться оцінка; знаменник – бал, якому відповідає значення.

### Питання для самоконтролю:

1. Опишіть алгоритм проведення екологічної оцінки застосування добрив.
2. За якими показниками проводять екологічну оцінку застосування добрив.
3. На основі проведених розрахунків опишіть екологічну доцільність застосування нових видів добрив.

### Лабораторна робота № 7. Оцінювання енергетичної ефективності застосування нових видів добрив

**Мета:** засвоїти основні принципи методики оцінки енергетичної ефективності застосування нових видів добрив.

**Завдання:** розрахувати енергетичну ефективність застосування нових видів добрив.

В умовах сьогодення досить актуальними є питання пов'язані з мінімалізацією енергетичних витрат при вирощуванні сільськогосподарської продукції. Сучасні агротехнології повинні забезпечувати енергетичну стабільність ґрунтів тим самим зберігаючи їх енергетичний потенціал для майбутніх поколінь, та досягати за цих умов мінімальних енергетичних витрат на отримання одиниці продукції.

Універсальним показником енергетичної ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур є співвідношення енергії акумульованої в продукції та витраченої на її отримання. Розрахунок цього показника дозволяє найбільш точно врахувати не тільки прямі витрати енергії на технологічні процеси й операції, а також і на енергію акумульовану в різних засобах виробництва та у виробленій продукції.

Відношення отриманої енергії з урожаєм до сумарної кількості витраченої антропогенної енергії називають **коефіцієнтом енергетичної ефективності  $K_{e.e.}$** . Він дає уявлення про енергетичну ефективність сільськогосподарського виробництва або окремих його ланок. Технологію вирощування сільськогосподарських культур можна вважати енергоощадною, якщо  $K_{e.e.} > 1$ .

Коефіцієнт енергетичної ефективності  $K_{e.e.}$  знаходять за відношенням енергії  $Q_n$ , що міститься у вирощеній сільськогосподарській продукції, до кількості антропогенної енергії  $Q_e$ , витраченої на формування врожаю:

$$K_{e.e.} = \frac{Q_n}{Q_e}, \quad (7.1)$$

де  $K_{e.e.}$  – коефіцієнт біоенергетичної ефективності;

$Q_n$  – енергія накопичена господарсько-цінною часткою врожаю, ГДж/га;

$Q_e$  – сукупна енергія витрачена на вирощування культури, ГДж/га.

Для об'єктивної оцінки технологій вирощування **овочевої продукції** з урахуванням не тільки її калорійності, а й біологічно активних сполук, застосовують

коефіцієнти споживчої цінності овочів, а коефіцієнт енергетичної ефективності розраховують за формулою 7.2:

$$K_{e.e.} = \frac{Q_n}{Q_6} \times f, \quad (7.2)$$

де  $f$  – коефіцієнт споживчої цінності продукції.

Енергію накопичену в господарсько-цінній частці врожаю розраховують за формулою (7.3):

$$Q_n = \frac{Y \times \lambda \times q}{100}, \quad (7.3)$$

де  $Y$  – врожайність товарної продукції, т/га;  
 $\lambda$  – вміст сухої речовини в товарній продукції, %;  
 $q$  – вміст енергії в 1 т сухої речовини, ГДж.

Витрати енергії ( $Q_6$ ) на вирощування сільськогосподарської продукції включають наступні статті:

- прямі витрати енергії (паливо, електроенергія). Їх розраховують шляхом множення витрат палива та електроенергії (відповідно кг/га (чи л/га) та кВт·год/га) на енергетичні коефіцієнти перерахунку у ГДж;

- витрати енергії на виробництво добрив, пестицидів, насіння та інших речовин; розраховують шляхом множення кількості внесених при вирощуванні культури агрохімікатів (кг) на відповідний енергетичний еквівалент, який дорівнює кількості антропогенної енергії (ГДж), що була витрачена на виробництво діючої речовини;

- енерговитрати живої праці; розраховують шляхом множення витраченого часу основних (трактористи, комбайнери та ін.) і залучених (сівачі, вантажники, та ін) працівників (люд.·год) на відповідні енергетичні еквіваленти (ГДж);

- витрати енергії від використання оборотних засобів (амортизація, ремонт тощо).

В цілому величину сукупних енерговитрат розраховували за формулою (7.4) :

$$Q_6 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8, \quad (7.4)$$

де  $Q_1$  – витрати енергії на основні засоби виробництва, ГДж/га;

$Q_2$  – витрати енергії на паливні та мастильні матеріали, ГДж/га;

$Q_3$  – витрати енергії на мінеральні та органічні добрива, ГДж/га;

$Q_4$  – витрати енергії на воду, ГДж/га;

$Q_5$  – витрати енергії на посадковий (посівний) матеріал, ГДж/га;

$Q_6$  – витрати енергії на пестициди, ГДж/га;

$Q_7$  – витрати енергії вкладеної трудовими ресурсами, ГДж/га;

$Q_8$  – витрати енергії на ручний інвентар, ГДж/га.

Розрахунок енергетичної ефективності технології вирощування сільськогосподарських культур складається з декількох етапів.

**Етап 1. Розрахунок витрат сукупної антропогенної енергії на отримання врожаю сільськогосподарських культур з 1 га посівів.** Для цього використовують технологічні карти вирощування культури. Норми виробітку за годину, витрати палива, електроенергії, праці людини тощо беруть фактичні або довідникові. Затрати сукупної енергії, що переноситься на продукцію машинами та обладнанням, визначаються як добуток часу роботи машин та обладнання на енергетичний еквівалент агрегату. Загальні затрати енергії живої праці складаються з праці всіх категорій робітників, які задіяні у виробництві продукції даної культури. При цьому враховується час їхньої праці та енергетичний еквівалент кожної категорії працівників. Оскільки складність та інтенсивність праці достатньо точно враховується в її оплаті, то доцільно повні витрати енергії на відтворення робочої сили спочатку визначити для працівника певної категорії. Для інших категорій робітників їх можна визначити множенням отриманої величини на коефіцієнт редуції праці, встановлений за співвідношенням розмірів тарифних ставок. Так, наприклад, енергоємність 1 год. роботи допоміжних працівників становить 70 % від енергоємності роботи тракториста. Затрати сукупної енергії на оборотні засоби виробництва розраховують, перемножуючи кількість затрачених добрив, води, насіння, пестицидів, пального на їхні енергетичні еквіваленти.

**Етап 2. Розрахунок енергії, що накопичена господарсько-цінною частиною врожаю.** Вміст валової енергії ( $Q_n$ ), що накопичена врожаєм, визначається множенням урожайності товарної продукції ( $Y$ , т/га) на  $\lambda$  – відсоток вмісту сухої речовини в товарній продукції та на  $q$  – вміст енергії в 1 т сухої речовини.

**Етап 3. Розрахунок енергетичного коефіцієнта.** Енергетичний коефіцієнт – це співвідношення валової енергії ( $Q_e$ ) врожаю і кількості затраченої сукупної енергії ( $Q_s$ ), затраченої на його вирощування. При оцінці ефективності технології вирощування кормових культур розраховують коефіцієнт енергетичної ефективності – співвідношення обмінної енергії в кормі до витрат сукупної антропогенної енергії. При розрахунках енергетичної ефективності виробництва овочевої продукції враховують коефіцієнт харчової (споживчої) цінності овочів ( $f$ ), тобто коефіцієнт енергетичної ефективності.

Студенти повинні розрахувати енергетичну ефективність застосування нових видів добрив (органічного ферментованого добрива та мікробіологічного препарату) за вирощування капусти білоголової згідно поданих даних.

Розраховуючи енергетичну ефективність застосування ферментованого добрива та мікробіологічного препарату при вирощуванні капусти білоголової, витрати на основні засоби виробництва слід визначати з урахуванням таких технологічних операцій : лушення стерні, навантаження та внесення органічних і мінеральних добрив, оранка, підвезення води, внесення мікробіологічного препарату, культивуація з боронуванням, полив, висадка розсади, міжрядний обробіток, внесення біологічних засобів захисту, збирання та навантаження урожаю, транспортування урожаю під час збирання та до місця зберігання (Додаток А).

Результати розрахунків необхідно занести до табл. 7.1.

Таблиця 7.1

**Енергетична ефективність застосування нових видів добрив за вирощування  
капусти білоголової**

Варіант	Урожайність, т/га	Вміст енергії в урожаї, ГДж/га	Витрати сукупної енергії на виробництво, ГДж/га	Коефіцієнт	
				споживчої цінності	енергетичної ефективності
Без добрив (контроль)	33,6				
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	43,9				
Гній ВРХ –16,5 т/га	43,0				
ОФД – 5 т/га	37,9				
ОФД – 5 т/га + Азотер	42,8				
ОФД – 5 т/га + Азотер+ N <sub>25</sub>	43,4				
ОФД – 10 т/га	42,7				
Азотер + N <sub>25</sub>	38,6				

**Питання для самоконтролю:**

1. Як визначають загальні витрати енергії при вирощуванні сільськогосподарських культур?
2. Охарактеризуйте алгоритм розрахунку енергії, що накопичена господарсько-цінною частиною врожаю.
3. Як розраховують коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні кормових та овочевих культур?
4. Як визначають енергетичну ефективність вирощування культури?

**Лабораторна робота № 8. Визначення економічної ефективності  
застосування сучасних видів добрив**

**Мета:** засвоїти особливості методики визначення економічної ефективності застосування сучасних видів добрив.

**Завдання:** на основі наведеного алгоритму розрахувати економічну ефективність застосування сучасних видів добрив.

Перш ніж пропонувати у виробництво будь-який новий захід чи технологію потрібно визначити його економічну доцільність. Нижче наведено порядок визначення показників економічної ефективності застосування добрив.

**1. Визначення розміру надбавки урожаю.**

Розмір надбавки урожаю з 1 га ( $U_{доб}$ ) може бути підрахований за формулою:

$$U_{доб} = (U_{ф} - Ч_{доб}) / 100, \quad (8.1)$$

де  $U_{ф}$  – фактичний урожай, ц/га;

$Ч_{доб}$  – частка участі добрив у всьому врожаї, визначена за середніми багаторічними даними польових дослідів з добривами, %.

Надбавку урожаю від застосування добрив можна визначити за даними виробничих дослідів; нормативами витрат добрив на одиницю надбавки урожаю; матеріалами економіко-статистичного аналізу, включаючи використання електронно-обчислювальної машини.

Визначення розміру надбавки урожаю від добрив за нормативами можна розраховувати за наявності в господарстві даних про урожай, вирощений без добрив, проте з урахуванням досягнутого рівня культури землеробства.

## 2. Витрати на отримання надбавки урожаю від застосування добрив.

Розраховують за формулою 8.2:

$$A = A_{\text{доб}} + A_{\text{над}} + A_{\text{р}} + A_{\text{зв}}, \quad (8.2)$$

де  $A_{\text{доб}}$  – витрати господарства на придбання добрив в асортименті за цінами для сільського господарства;

$A_{\text{внес}}$  – витрати на розвантаження, зберігання, підготовку, перевезення в поле і внесення добрив;

$A_{\text{над}}$  – витрати на прибирання, перевезення надбавки урожаю від добрив з поля, її доопрацювання;

$A_{\text{р}}$  – витрати на реалізацію надбавки урожаю або закладку її на зберігання;

$A_{\text{зв}}$  – загально виробничі, загальногосподарські та інші витрати, які віднесені за діючою системою бухгалтерського обліку на собівартість надбавки урожаю.

## 3. Визначення чистого доходу від застосування добрив.

Чистий дохід господарства від застосування добрив під сільськогосподарську культуру визначається за формулою:

$$\text{ЧД} = (B + \epsilon) - A, \quad (8.3)$$

де  $B$  – вартість основної продукції, одержаної в результаті застосування добрив, грн.;

$\epsilon$  – вартість побічної продукції, грн;

$A$  – сума витрат, пов'язаних із застосуванням добрив, для отримання надбавки урожаю.

4. Рентабельність застосування добрив може бути визначена в розрахунку за 1 рік або за весь період їх дії з урахуванням післядії:

$$P = \left( \frac{B + \epsilon}{A} - 1 \right) \cdot 100, \quad (8.4)$$

$$P = \left( \frac{\sum (B + \epsilon)}{\sum A} - 1 \right) \cdot 100 \quad (8.5)$$

де  $P$  – рентабельність, %;

$(B + \epsilon)$  – вартість додатково одержаної основної і побічної продукції від застосування добрив;

$\sum (B + \epsilon)$  – вартість надбавки урожаю за весь термін дії добрив;

$A$  – витрати пов'язані з застосуванням добрив, грн.;

$\sum A$  – сумарні витрати, пов'язані із застосуванням добрив, грн.



**5. Зміни собівартості одиниці продукції в результаті застосування добрив** можуть бути визначені за формулами 8.6 та 8.7:

$$C_o = \frac{A_o}{Y_o}, \quad (8.6)$$

$$C_d = \frac{A_o + A}{Y_o + Y_d}, \quad (8.7)$$

де  $C_o$  – собівартість одиниці продукції без застосування добрив, грн.;

$A_o$  – витрати на 1 га без добрив, грн.;

$A$  – додаткові витрати на застосування добрив і прибирання надбавки урожаю на 1 га, грн.;

$Y_o$  – урожай з 1 га без добрив або при відносно нижчому початковому рівні їх застосування;

$Y_d$  – надбавка урожаю на 1 га за рахунок застосування добрив.

**6. Рентабельність (Р) застосування добрив у сівозміні** за весь термін їх дії може бути виражена за формулою 8.7.:

$$P = \frac{\sum C - \sum A}{\sum A} \cdot 100, \quad (8.7)$$

де  $\sum C$  – сумарна вартість продукції, одержана від застосування добрив у сівозміні, грн.;

$\sum A$  – сумарні витрати на добриво і прибирання приросту урожаю в сівозміні, грн.

Студенти повинні розрахувати економічну ефективність застосування нових видів добрив (органічного ферментованого добрива та мікробіологічного препарату) за вирощування моркви столової. Ціни на ресурси та сільськогосподарську продукцію враховувати відповідно до поточного року.

Результати розрахунків необхідно оформити у вигляді табл. 8.1.

Таблиця 8.1

**Економічна ефективність застосування нових видів добрив за вирощування моркви столової**

Варіант	Урожайність		Вартість приросту врожаю, грн/га	Додаткові витрати, грн/га	Приріст чистого доходу, грн/га	Рівень рентабельності, %
	т/га	Приріст до контролю, т/га				
Без добрив (контроль)	26,6	–	–	–	–	–
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	37,7	11,1				
Перегній – 18 т/га	37,2	10,6				
ОФД – 5,5 т/га	31,9	5,3				
ОФД – 5,5 т/га + Азотер	35,9	9,3				
ОФД – 5,5 т/га + Азотер + N <sub>30</sub>	36,2	9,6				
ОФД – 11 т/га	36,8	10,2				
Азотер + N <sub>30</sub>	33,5	6,9				

***Питання для самоконтролю:***

1. Охарактеризуйте порядок визначення показників економічної ефективності застосування добрив.
2. Як визначають витрати на отримання надбавки урожаю від застосування добрив?
3. Від яких показників залежить значення чистого доходу від застосування добрив?
4. Як визначають рентабельність застосування добрив?
5. На основі проведених розрахунків охарактеризуйте економічну ефективність застосування сучасних видів добрив.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Значення азоту для рослин та азотні добрива.
2. Роль фосфору в живленні рослин та фосфорні добрива.
3. Особливості застосування калійних добрив.
4. Комплексні мінеральні добрива.
5. Способи внесення мінеральних добрив.
6. Традиційні органічні добрива.
7. Недоліки застосування традиційних органічних добрив.
8. Характеристика орвано-мінеральних добрив, представлених на ринку України.
9. Вермикомпости.
10. Значення мікроелементів для рослин.
11. Види мікродобрив.
12. Технологія диференційованого (точного) застосування добрив.
13. Гумінові препарати.
14. Техніка безпеки і виробнича санітарія під час роботи з добривами.
15. Функціональні добрива.
16. Особливості ринку мікродобрив в Україні.
17. Види мікробіологічних препаратів.
18. Екстракти морських водоростей, як біостимулятори росту рослин.
19. Спеціальні мікродобрива для газонів та декоративних рослин.
20. Листкова діагностика для оптимізації живлення рослин.
21. Сучасні прийоми застосування добрив.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Городній М.М. Агрохімія. Київ: Арістей, 2008. 936 с.
2. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ.: Аграрна освіта, 2013. 406 с.
3. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2015. 376 с.
4. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації / за ред. Н. А. Макаренка, В. В. Макаренка. Київ, 2008. 84 с.
5. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. В. В. Волкогон, А. С.Заришняк, І. В. Гриник та ін. Київ: Аграр. наука, 2011. 156 с.
6. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / за ред. В. В. Волкогона. Київ, 2015. 248 с.
7. Підвищення ефективності систем удобрення сільськогосподарських культур за внесення органо-мінеральних добрив: науково-практичні рекомендації / За заг. ред. В. А. Гаврилюка. Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2015. 36 с.
8. Роїк М. В., Курило В. Л., Сінченко В. М., Присяжнюк О. І. Визначення економічної ефективності технологій, нової техніки, винаходів та завершених наукових розробок в рослинництві: методичні рекомендації. Київ: ІБКіЦБ НААН. Нілан ЛТД, 2013. 90 с.
9. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія: підручник; Частина 2. Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту. Луцьк, 2012. 440 с.
10. Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbu.gov.ua>.
11. Мікробіологічні препарати для сільського господарства: довідник. Коць С.Я. та ін. 2016. URL [http://www.azotfixation.com/katalog\\_inokuljantiv](http://www.azotfixation.com/katalog_inokuljantiv) .
12. Офіційний сайт добрив компанії Yara. URL: <https://www.yara.ua>.
13. «Квантум». Хелатні добрива. Офіційний сайт. URL: <http://quantum.ua/ua>.
14. Комплексні добрива «Спектрум». Офіційний сайт. URL: <http://spectr-tech.com/> .

## Додаток А

Таблиця А.1

## Витрати сукупної енергії на основні засоби виробництва при вирощуванні капусти білоголової

Технологічна операція	Трактор і с.-г. машина		Маса, кг	Загальна маса, кг	Норма виробітку за зміну	Продуктивність агрегату, га, т, кг/год	Час роботи, год/га	Результати розрахунків		
	марка	К-ть						кг/год га	Енергетичний еквівалент, МДж	Витрати енергії, МДж
Лушення стерні	Т-150	1	6975	6975	66,2	9,46	0,11	1632,94	0,0243	18,64
	ЛДГ-10	1	2450	2450				573,58	0,08	21,56
Навантаження мінеральних добрив	МТЗ-80	1	3160	3160	110	15,71	0,064	201,09	0,0243	4,887
	ПФ-0,75	1	990	990				63,0	0,048	3,024
Навантаження органічних добрив	МТЗ-80	1	3160	3160	240	34,29	0,03	92,2	0,0243	2,24
	ПБ-35	1	1275	1275				13,73	0,048	0,66
Внесення органічних добрив (гною)	МТЗ-80	1	3160	3160	49,0	7,00	0,14	451,43	0,0243	10,97
	ПРТ-10	1	4000	4000				571,43	0,058	33,14
Транспортування та внесення мінеральних добрив та ОФД	Т-150	1	6975	6975	31,6	4,51	0,22	1545,09	0,0243	37,55
	РУМ-8	1	3310	3310				733,23	0,071	52,06
Оранка	Т-150	1	6975	6975	5,30	0,76	1,32	9212,26	0,0243	223,86
	ПЛН-3-35	1	522	522				689,43	0,036	24,82
Підвезення води	МТЗ-80	1	3160	9480	20,0	2,86	0,35	3318	0,0243	80,63
	АПЖ-12	1	2200	6600				2310,00	0,246	568,26
Внесення препарату	МТЗ-80	1	3160	3160	19,0	2,71	0,37	1164,21	0,0243	28,29
	ОП-1600-2	1	1530	1530				563,68	0,246	138,67
Культивація з боронуванням	Т-150	1	6975	6975	37,6	5,37	0,19	1298,54	0,0243	31,55
	С-11У	1	700	700				130,32	0,08	10,43
	КПСП-4	3	969	2907				541,20	0,051	27,60

