

Розділ VII

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ У ЗЕМЛЕРОБСТВІ

7.1. АГРОХІМІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОБРИВ

Нині агрохімічні властивості ґрунту ще далекі від оптимальних. У більшості ґрунтів спостерігається зменшення вмісту гумусу, від'ємний баланс азоту, фосфору, калію, мікроелементів, і, як наслідок, зниження врожаїв сільськогосподарських культур. Поліпшення родючості ґрунту запобігає його виснаженню, ерозії, засоленню, заболоченню, забрудненню різними токсичними речовинами. Значну роль в покращенні якості ґрунту відіграє внесення органічних і мінеральних добрив. В органічних добривах містяться макро- і мікроелементи, різні корисні для рослин фізіологічне активні речовини, мікроорганізми, антибіотики тощо. Органічні добрива сприяють кращому перебігу біологічних процесів і поліпшують фізико-хімічні властивості ґрунту. Органічні добрива при правильному використанні їх є потужним резервом підвищення родючості ґрунту.

За науково обґрунтованого використання добрив вирішуються проблеми збільшення виробництва білка, поліпшення фотосинтезу, фіксації атмосферного азоту, використання біотехнологічних методів в селекції та виробництві продуктів харчування, боротьби з ерозією, впровадження контурно-меліоративного землеробства, охорони навколишнього середовища, зменшення негативного впливу важких сільськогосподарських знарядь на ґрунт.

Значення мінеральних добрив в усьому світі настільки велике і очевидне, що не можна сприймати серйозно пропозиції деяких учених про повну заборону або про значне обмеження їх застосування. Прийняття такого рішення викликало б катастрофічне скорочення виробництва продуктів харчування і створило б загрозу голоду в багатьох країнах світу. Мова може йти не про відмову від застосування мінеральних добрив, а тільки про поліпшення технології їх використання, внесення їх в науково обґрунтованих дозах, дотримання встановлених правил перевезення, зберігання і підготовки до внесення.

Добрива – це речовини, призначені для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту. Їх можна класифікувати за способом виробництва (місцеві й промислові), за хімічними складом (мінеральні й органічні), за фізичним станом (тверді й рідкі), за характером дії на ґрунт (гідролітичнокислі та гідролітичнолужні) та рослини (прямої та опосередкованої дії).

Поживна речовина добрива – це основний елемент живлення, що

міститься в ньому. Розрізняють прості, які містять один елемент живлення (азотні, фосфорні, калійні – макроелементи; борні, марганцеві, молібденові – мікроелементи), і комплексні мінеральні добрива, які містять два і більше елементів живлення (рис. 7.1).

Відношення кількості поживної речовини добрива, винесеної з урожаєм, до загальної кількості поживної речовини, внесеної з добривом, характеризується *коефіцієнтом використання добрив*. В середньому для усіх сільськогосподарських культур коефіцієнт використання добрив (КВД) становить: азотних — 40-50%, фосфорних — 10-25%, калійних — 50-60 %. *Показником якості добрива* є вміст у ньому елементів живлення в доступній для засвоєння рослинами формі. Для характеристики добрив визначають масову частку у них азоту, фосфору і калію в перерахунку на N, P₂O₅, K₂O.

Для ефективного і раціонального використання добрив у сільськогосподарському виробництві велике значення має вибір способів внесення добрив у ґрунт відповідно до біологічних особливостей рослин. Розрізняють такі *способи внесення добрив* у ґрунт:

- *суцільне* (або розкидне) внесення забезпечує рівномірний розподіл добрив по поверхні ґрунту;
- *локальне* (або місцеве) забезпечує розміщення добрив в ґрунті осередками різної форми безпосередньо в кореневмісних шарах;
- *поверхневе* передбачає внесення добрив на поверхню ґрунту з наступним заорюванням у ґрунт, може призводити до газоподібних втрат з добрив;
- *глибоке* передбачає внесення добрив в ями або канави на певну глибину.

Так, тільки нерівномірне внесення мінеральних добрив знижує їх ефективність на 35-45%, складних — на 28-35%; фосфорних та калійних — на 15-20 %.

Добрива вносять у ґрунт в певній кількості, що визначається *нормами і дозами* внесення. Під нормою добрива розуміють загальну кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за період їх вирощування. Кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за один прийом називають дозою добрива.

Комплекс послідовних виробничих операцій, пов'язаних із внесенням добрив називається *технологією внесення добрив*. Добрива вносять у ґрунт в певній кількості, що визначається *нормами і дозами* внесення. Під нормою добрива розуміють загальну кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за період їх вирощування. Кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за один прийом називають дозою добрива. Виражається у кг/га діючої речовини (д.р.) або в т/га (для органічних добрив).

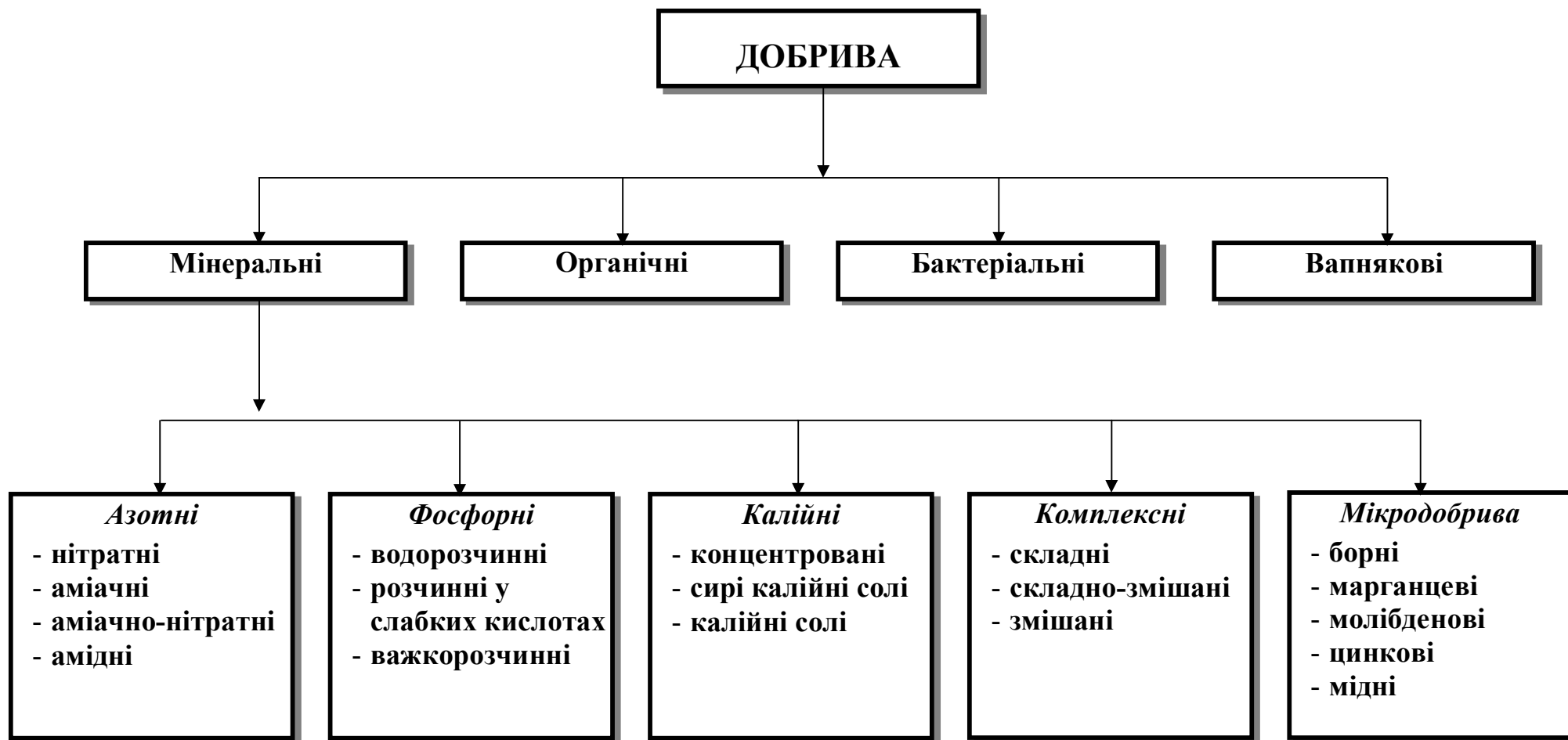


Рис. 7.1. Класифікація добрив

Система застосування добрив включає:

- *Основне удобрення* – внесення повного добрива (NPK) у вигляді органічних та мінеральних добрив під оранку зябу, а також перед висаджуванням та сівбою культур. При удобренні багаторічних трав, ягідників та садів, при створенні культурних пасовищ практикують *внесення добрива про запас* (органічні як джерело азоту та мінеральні фосфорно-калійні тривалої дії вносять у ґрунт раз на кілька років). Основне удобрення можна вносити врозкид або локально.

- *Передпосівне удобрення* – внесення добрив під час передпосівного обробітку ґрунту). Кращим способом є стрічкове внесення впоперек посіву на глибину 12-18 см.

- *Припосівне удобрення* – внесення добрив одночасно із сівбою або висаджуванням культур для покращує живлення молодих рослин, які ще мають малу кореневу систему. При посіві вносять невеликі дози (5-20 кг/га кожного елемента живлення), щоб уникнути негативного впливу високої концентрації солей у ґрунтовому розчині на схожість насіння. Рекомендується застосовувати добрива, в яких елементи живлення містяться у доступній для рослин формі, а також комплексні мінеральні добрива. Припосівне удобрення завжди вноситься локально, тому ще називається рядкове.

- *Підживлення, або післяпосівне удобрення* – внесення добрив у період вегетації рослин використовується: для підживлення озимих культур та багаторічних трав азотними добривами; для підживлення просапних культур азотно-калійними добривами на легких ґрунтах та в умовах зрошення; у багаторічних плодово-ягідних насадженнях; для внесення мікродобрив. Добрива вносяться поверхнево, культиваторами-рослинопідживлювачами, також застосовують позакореневе підживлення шляхом обприскування рослин поживними розчинами за допомогою авіації.

Внесені у ґрунт добрива зазнають перетворень самі і впливають на властивості ґрунту: змінюють реакцію середовища, вбирну, здатність ґрунту, посилюють чи послаблюють мінералізацію гумусу, активують чи пригнічують життєдіяльність ґрунтової мікрофлори тощо.

При використанні добрив необхідно враховувати конкретні кліматичні та агротехнічні умови, тому створюються системи землеробства для окремих регіонів, господарств, розробляються відповідні технології вирощування сільськогосподарських культур, впроваджуються у виробництво нові сорти.

Чистота довкілля, економія енергії в процесі сільськогосподарського виробництва є першочерговим завданням. Ґрунт, як частина біосфери і основа агроценозу, має бути вільним від різних забруднювачів, забезпечувати виробництво екологічно й біологічно якісної сільськогосподарської продукції. Для її одержання слід використовувати якомога менше енергоресурсів (в тому числі і добрив), тобто землеробство повинно заощаджувати енергію і бути екологічно доцільним виробництвом.

7.2. МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ЇХ ВИКОРИСТАННЯМ

Азотні добрива. Основними джерелами доступного для рослин азоту є газоподібний азот із атмосфери та нітратний й амонійний азот із ґрунту. Умови азотного живлення мають велике значення для нормального росту і плодоношення усіх сільськогосподарських культур. При нестачі азоту ріст рослин різко погіршується. Порівняно з іншими елементами живлення він найбільше сприяє росту вегетативних органів, утворенню зав'язі, збільшенню урожаю та підвищенню його якості. Важлива роль азоту в підвищенні енергії фотосинтезу. Азот сприяє також активному росту коренів культурних рослин. Як нестача, так і надлишок азоту послаблює ріст коренів. Надлишок азотних добрив блокує надходження доступної міді, а це призводить до зниження поживної цінності протеїну в кормах, негативно впливає на лежкість овочів та їхню якість для консервування. Надмірне азотне живлення може викликати накопичення шкідливих для людини і тварин кількостей нітратів у рослинах.

Азотне живлення рослин регулюють застосуванням азотних добрив. Виробництво азотних добрив базується на синтезі аміаку з молекулярного азоту й водню. Азот одержують із повітря, а водень із природного газу, нафтових і коксових газів. Азотні добрива являють собою білий або жовтуватий кристалічний порошок (крім ціанаміду калію й рідких добрив), добре розчинні у воді, не поглинаються або слабо поглинаються ґрунтом. Тому азотні добрива легко вимиваються, що обмежує їхнє застосування восени як основне добриво. Більшість із них мають високу гігроскопічність, тому потребують особливого пакування й зберігання (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Загальна характеристика та властивості мінеральних азотних добрив

Добриво	Хімічний склад	Вміст азоту, %	Форма азоту	Вплив на ґрунт	Гігроскопічність
Натрієва селітра	NaNO_3	Не менше 16	Нітратна	Підлужування	Слабка
Аміачна селітра	NH_4NO_3	34	Нітратна, амонійна	Підкислення	Дуже сильна
Кальцієва селітра	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Не менше 17,5	Нітратна	Підлужування	Дуже сильна
Аміак рідкий		82	Амонійна	Підкислення	Дуже сильна

Залежно від форми азоту, якій містять добрива, їх поділяють на такі групи:

1) *нітратні* (селітри) – містять азот у нітратній формі (NO_3^-) – натрієва селітра, кальцієва селітра;

2) *аміачні* – містять азот в аміачній формі (NH_4^+) – сірчаноокислий амоній та аміачна вода;

3) *аміачно-нітратні* – азот міститься в нітратній і аміачній формах – аміачна селітра, сульфат-нітрат амонію;

4) *амідні* – азот міститься у формі аміногрупи ($-\text{NH}_2$) – сечовина (карбамід), ціанамід кальцію.

Мінеральні азотні добрива при внесенні у ґрунт впливають на ґрунтову мікрофлору, активізують життєдіяльність мікроорганізмів (бактерії, водорості, гриби, актиноміцети) і мікрофауни (найпростіші, нематоди).

Частина азоту добрив (до 40%) використовується рослинами, частина втрачається з ґрунту внаслідок вимивання або звітрювання в результаті денітрифікації (до 30%), а також закріплюється в ґрунті в органічній формі (30%).

Перетворення азоту добрив у ґрунті. Нітратний азот міститься у ґрунтовому розчині в аніонній формі, в умовах інтенсивного поглинання його рослинами катіони, які залишаються в ґрунтовому розчині діють на нього як луги. Нітрати також можуть накопичуватися в ґрунті, вимиватися внаслідок розчинності та високої рухливості, а також виділятися з ґрунту у вигляді газоподібних форм азоту внаслідок денітрифікації. *Денітрифікацією* називається процес відновлення нітратного азоту до молекулярного N_2 або до оксидів NO , N_2O під впливом денітрифікуючих бактерій.

Втрати внаслідок денітрифікації залежать не лише від кількості нітратів, але й від катіона. Так, із натрієвої селітри азоту втрачається більше, ніж із кальцієвої. Значні втрати газоподібного азоту характерні для ґрунтів, не зайнятих рослинністю, і при поверхневому способі внесення добрив (особливо, сечовини). Підвищення температури також збільшує втрати газоподібних сполук азоту. Вночі, а також на затінених ділянках втрати азоту зменшуються, що пов'язано із зниженням температури повітря і ґрунту.

Аміачний азот міститься в ґрунті у вигляді катіону, тому обмінно вбирається ґрунтовим вбирним комплексом, а аніони підкислюють ґрунтовий розчин. Таким чином, аміачний азот засвоюється рослинами повільніше від нітратного і значно менше вимивається з ґрунту.

Азот в амідній формі у ґрунті швидко амоніфікується. *Амоніфікацією* називається процес розщеплення органічних речовин ґрунту до аміаку. Виділений в процесі амоніфікації аміак утворює солі з відповідними органічними та мінеральними кислотами (вуглецева, нітратна, мурашина, оцтова), які утворюються при мінералізації органічної речовини ґрунту. Далі катіон амонію поглинається ґрунтовим вбирним комплексом.

Однією з основних проблем підвищення родючості ґрунтів є забезпечення їх азотом, так як при інтенсивному використанні ґрунтів засвоюваний азот знаходиться в мінімумі. Азотні добрива, внесені у великих дозах, змінюють властивості ґрунту: посилюється міграція по профілю ґрунту фульвокислот і гумінових кислот, катіонів кальцію та магнію, а також підкислюють ґрунт, що негативно впливає на кореневу систему рослин. При одноразовому внесенні високих доз азотних добрив збільшуються втрати

поживних речовин, при цьому вимивається не лише азот добрив, але й ґрунту, оскільки під дією добрив посилюється рухливість поживних речовин ґрунту. Тому внесення відповідних доз і форм азотних добрив є одним з головних факторів відтворення запасів азоту і підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва.

За токсичністю (отруйністю) та іншими ознаками дії на людину всі азотні добрива можна умовно поділити на три групи.

До першої групи належать безводний аміак, аміачна вода, вуглеаміакати, амонію сульфат. Безводний аміак легко займається і може призвести до пожежі, а суміш аміаку з повітрям (15,5-27% аміаку) вибухонебезпечна. Випаровування аміаку при концентрації аміаку 0,1 мг/л повітря викликає подразнення слизових оболонок дихальних шляхів, у більших концентраціях викликають сильні напади кашлю, запаморочення. Концентрація аміаку 0,35-0,7 мг/л повітря небезпечна для життя людини і тварин. Тому працювати з безводним аміаком треба у протигазах, гумових чоботах і рукавицях.

Сульфат амонію з вмістом роданіду амонію понад 1 % стає отруйним.

До другої групи азотних добрив належать сечовина, кальцієва і натрієва селітри. Ці добрива дуже гігроскопічні, потрапляючи на шкіру і особливо на слизові оболонки, вони викликають їх подразнення. Крім того, аміачна селітра пожежо- і вибухонебезпечна, її не можна зберігати разом з іншими мінеральними добривами, а також з органічними речовинами (вугіллям, папером, бавовною тощо).

До третьої групи належать решта азотних добрив: амоній хлорид, амоній карбонат і амоній бікарбонат. Вони є мало шкідливими для людини і тварин.

Оскільки виробництво і застосування азотних добрив у світі з кожним роком збільшується, великого значення набувають знання усіх причин непродуктивних втрат азоту з ґрунту у газоподібному стані і вміння ефективно використовувати азотні добрива з мінімальними втратами. Гальмування процесів денітрифікації і мінералізації органічної речовини ґрунту (при інтенсивній механічній обробці ґрунту) має не лише економічне, але й велике екологічне значення. Тому слід застосовувати таку систему обробітку ґрунту, яка б давала змогу раціональніше використовувати органічну речовину ґрунту та його азот, що забезпечить економніше використання промислових азотних добрив.

Фосфорні добрива. Фосфор — один з найважливіших елементів живлення рослин, тому що входить до складу білків. Якщо азот у ґрунті може поповнюватися шляхом біологічної фіксації його з повітря, то фосфати – тільки внесенням в ґрунт у вигляді добрив. Головні джерела фосфору – фосфорити, апатити, віваніт і відходи металургійної і м'ясної промисловості. Збагачені апатити є найкращою сировиною для виробництва промислових фосфорних добрив (табл. 7.2).

За ступенем розчинності та доступністю для рослин їх поділяють на групи:

- водорозчинні – розчинні у воді, легкодоступні для рослин (гранульовані суперфосфати простий, подвійний і потрійний, амонізований, з

мікорелементами) – вносяться перед посівом або одночасно з посівом;

- розчинні у слабких кислотах – не розчинні у воді, але розчинні у слабких кислотах (наприклад, лимонна кислота) і також доступні для рослин (преципітат, фосфатшлак, томасшлак);

- важкорозчинні – не розчинні у воді й погано розчинні в слабких кислотах, можуть використовуватися рослинами після взаємодії з кислими ґрунтами (фосфоритне й кісткове борошно) – використовуються на кислих дерново-підзолистих ґрунтах, вносяться під основний обробіток ґрунту, щоб на час посіву в ґрунтовому розчині утворилося більше доступного для рослин фосфору.

Таблиця 7.2

Загальна характеристика та властивості мінеральних фосфорних добрив

Добриво	Хімічний склад	Форма фосфорної кислоти	Вплив на ґрунт
Суперфосфат простий гранульований	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	Водорозчинна	Підкислює
Суперфосфат подвійний гранульований	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$	Водорозчинна	Підкислює
Преципітат	$\text{CaHPO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$	Розчиняється в лимонно-кислому амонії	Слабко нейтралізує кислотність

Останнім часом стає відчутною нестача сировини для виробництва фосфорних добрив. Тому особливу увагу слід приділити використанню місцевих фосфоровмісних покладів і промислових відходів (фосфоритне борошно, металургійні шлаки, кісткове борошно тощо). Вони є дешевими, нерозчинні у воді, повільно розкладаються в ґрунті, поступово використовуються для живлення рослин і не встигають вимиватися ґрунтовими водами.

При внесенні фосфоритного борошна разом з фосфором у ґрунт потрапляють уран, радій та інші радіоактивні елементи, хоч і в незначних кількостях. Різні види суперфосфату містять різні кількості домішок важких металів. Так, залежно від виду добрива вміст кадмію коливається від 1 до 170 мг/кг. При систематичному внесенні підвищених доз суперфосфату, що містить близько 1,5% водорозчинного фтору, останній накопичується у великих кількостях і забруднює не тільки ґрунт, але й рослини. Підвищені кількості фтору пригнічують дію ферментів у рослині, гальмують фотосинтез і порушують білковий обмін. Негативно впливає фтор і на активність ґрунтової мікрофлори.

Забруднення фтором кормових рослин може негативно впливати на продуктивність сільськогосподарських тварин. При вмісті в питній воді фтору понад 2 мг/л в людини пошкоджується емаль зубів, виникають інші захворювання.

У наш час промисловість випускає новий вид фосфорних добрив — поліфосфати. Вони руйнують органічний комплекс ґрунту, переводять у розчин зв'язані з органічною речовиною елементи, посилюють їх міграцію у вигляді комплексів (поліформі). Слід зазначити, що до складу мігруючих комплексів входить ряд важливих елементів живлення, що може призвести до дефіциту їх для рослин.

Калійні добрива. Калій відіграє значну роль в житті рослин. Найбільше його в молодих зростаючих органах, клітинному соку рослин, так як він сприяє швидкому нагромадженню вуглеводів. Калій посилює використання аміачного азоту під час синтезу амінокислот та білку. Під впливом калію підвищується зимостійкість рослин.

Для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур накопиченого в ґрунті обмінного калію недостатньо, тому необхідно вносити калійні добрива. При цьому загортати їх на достатню глибину, щоб запобігти фіксації калію, тобто переходу його в необмінний і недоступний рослинам стан, внаслідок навіперемінного зволоження та висушування ґрунту.

Калійні добрива – це мінеральні речовини, які містять калій у доступній для рослин формі (табл. 7.3). Зазвичай це розчинні у воді солі соляної, сірчаної та вугільної кислоти. Багато калійних добрив являють собою природні калійні солі, що використовуються в розмеленому вигляді. Найбільші розробки калійних руд у Солікамську, на Західній Україні.

Таблиця 7.3

Загальна характеристика і властивості мінеральних калійних добрив

Добриво	Хімічний склад	Гігроскопічність	Вплив на ґрунт
Калій хлористий	KCl + NaCl	Низька гігроскопічність	Підкислює
Калій сірчаноокислий (сульфат калію)	K ₂ SO ₄	Негігроскопічний	Підкислює

Калійні добрива поділяють на три групи:

- концентровані калійні солі — є продуктами промислової переробки калійних руд — хлористий калій, сірчаноокислий калій, калійно-магнієвий концентрат, сульфат калію-магнію (калімагнезія);
- сирі калійні солі – представляють собою розмелені природні калійні руди – каїніт, сильвініт;
- калійні солі – одержують шляхом змішування сирих калійних солей з

концентрованими, звичайно із хлористим калієм – це 30 й 40% калійні солі.

Значна кількість хлору в багатьох калійних добривах негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Внесення великих доз калійних добрив може зумовити підвищену концентрацію хлорид-іонів, витіснити кальцій і магній з ґрунтового вбирного комплексу, а також посилити їх міграцію по профілю ґрунту. А натрій (супутній калію у калійній солі й сильвініті), внесений у великих дозах, забруднює ґрунт, погіршує фізико-хімічні властивості багатьох ґрунтів, особливо чорноземних, каштанових і солонцюватих, так як посилює їх засолення. Знаходження калію у кормах в надмірній кількості може викликати отруєння тварин.

Калій легко розчиняється у воді й при внесенні поглинається колоїдами ґрунту, тому він малорухомий, однак на легких ґрунтах легко вимивається.

Комплексні добрива поділяють за складом на: подвійні (азотно-фосфорні, азотно-калійні, фосфорно-калійні) і потрійні (азотно-фосфорно-калійні); за способом виробництва на: складні, складно-змішані (комбіновані) і змішані добрива. Складні добрива промислового виробництва одержують при хімічній взаємодії вихідних компонентів (калійна селітра, аммофос, діаммофос), складно-змішані — у єдиному технологічному процесі із простих або складних добрив (нітрофос, нітрофоска, нітроаммофос, нітроаммофоска, фосфорно-калійні, рідкі комплексні). Змішані добрива одержують шляхом змішування простих.

Складні й складно-змішані добрива характеризуються високою концентрацією поживних речовин, тому їх застосування забезпечує значне скорочення витрат господарства на їхнє транспортування, змішування, зберігання й внесення.

До числа недоліків комплексних добрив відноситься те, що пропорції у вмісті NPK у них варіюють в нешироких межах. Тому при внесенні, наприклад, необхідної кількості азоту, інших поживних елементів вноситься менше або більше, ніж потрібно.

Причини несприятливого впливу мінеральних добрив на навколишнє середовище:

1. Недосконалість організаційних форм: технології виробництва, транспортування, зберігання, змішування і внесення мінеральних добрив.

При виробництві добрив у навколишнє середовище потрапляють пил, газ, розчини, що містять солі важких металів, які були у сировині. При виробництві фосфорних добрив в процесі підготовки фосфоритів втрати досягають 40%. При перевезенні добрив, зберіганні і внесенні їх в ґрунт втрати становлять 10-15%, що зумовлено відсутністю спеціальної техніки і обладнання. При зберіганні незатарених добрив змінюється їхній гранулометричний склад, що викликає сегрегацію змішаних добрив. При внесенні таких добрив у ґрунт відбувається нерівномірне їхнє розміщення, що призводить до нерівномірного росту і дозрівання сільськогосподарських культур, зниження урожаю та погіршення його якості.

2. Недосконалість якості мінеральних добрив, їх хімічних, фізичних і механічних властивостей.

У мінеральних добривах поряд з основними елементами живлення (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка) містяться різноманітні *домішки та баластні речовини*: солі важких металів, радіоактивні речовини, органічні сполуки. Ці домішки переходять з сировини, з якої добувають мінеральні добрива, причому їх вміст може становити до 5 %. Більшість домішок належить до токсичних речовин. Так, в карбаміді (сечовині) часто міститься шкідливий для рослин біурет (0,5-3 %).

Як мікродобрива часто використовуються різні відходи промислових підприємств. Наприклад, піритний недогарок застосовується як мідне добриво, хоча в ньому містяться також свинець, миш'як та інші шкідливі речовини.

Баластні речовини (хлор, натрій тощо), які надходять з добривами у ґрунт негативно впливають на його властивості, викликають зміни фізіологічних і біохімічних процесів у рослинах, погіршують якість сільськогосподарської продукції, потрапляють у ґрунтові води, забруднюють водоймища.

Еколого-гігієнічна оцінка якості добрив залежить також від їх *агрегатного стану*: високо концентровані рідкі добрива мають високу здатність до випаровування; для твердих добрив важлива дисперсність продукту, оскільки в токсикологічному відношенні найнебезпечнішими є часточки розміром до 10^{-6} м (наприклад, томасшлак).

3. Порушення технології застосування мінеральних добрив та недотримання оптимального співвідношення елементів живлення.

Порушення балансу поживних речовин у ґрунті викликає підвищення кислотності ґрунту та змінює рухливість мікроелементів, в тому числі важких металів. Порушення оптимізації живлення рослин макро- і мікроелементами призводить до різних захворювань рослин, погіршення якості рослинницької продукції та нагромадження в ній нітратів.

4. Забруднення атмосферного повітря газоподібними продуктами добрив.

Наприклад, із суперфосфату виділяються фториди та сірчистий газ, з аміачних добрив і сечовини виділяється аміак.

Внаслідок протікання в ґрунті процесів денітрифікації частина азоту добрив звітряється і призводить до забруднення атмосфери хімічно активними сполуками азоту, що призводить до утворення кислотних опадів, а проникнення таких сполук в стратосферу посилює процеси руйнування озонового екрана.

Значні втрати газоподібного азоту характерні для ґрунтів, не зайнятих рослинністю. Втрати азоту на паровому полі різко зростають порівняно із зайнятим паром. З удобреного чистого пару оксидів азоту в середньому виділяється на 30 % більше, ніж з неудобреного.

Найбільша кількість летких речовин виділяється з рідких азотних добрив (аміачна вода і рідкий аміак).

5. Зміна мікробіологічної діяльності ґрунту.

Мінеральні добрива, насамперед азотні, різнобічно впливають на мікрофлору ґрунту, здебільшого активізують життєдіяльність мікроорганізмів (бактерії, водорості, гриби, актиноміцети) і мікрофауни (найпростіші, нематоди). Однак при високій концентрації аміаку в зоні внесення рідкого

азотного добрива тимчасово пригнічується життєдіяльність мікрофлори ґрунту, що призводить до гальмування процесів нітрифікації, амоніфікації тощо.

6. *Надходження елементів мінеральних добрив з ґрунту у підґрунтові води або з поверхневим стоком у природні водоймища*, що призводить до евтрофікації водойм та до забруднення питної води. При підвищених дозах добрив втрати їх внаслідок вимивання збільшуються. Чим більше випадає опадів, тим більше втрат поживних речовин. *Евтрофікація* – підвищення біологічної продуктивності водойми внаслідок її збагачення елементами живлення, що сприяє масовому розвитку водної рослинності і призводить до “цвітіння” води та заморів риби через нестачу кисню у воді.

7.3. ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЇХ НЕРАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Органічні добрива містять найважливіші елементи живлення в основному в органічній формі і велику кількість мікроорганізмів. До них відносяться гній, торф, пташиний послід (гуано), різні компости, органічні відходи міського господарства (стічні води, осади стічних вод, міське сміття), сапропель, зелене добриво. Дія органічних добрив на врожай культур позначається протягом 3-4 років і більше.

Гній – це основне органічне добриво у всіх зонах країни, яке являє собою суміш твердих і рідких виділень сільськогосподарських тварин з підстилкою і без неї. У гної містяться всі поживні речовини, необхідні рослинам, і тому його називають повним добривом. Якість гною залежить від виду тварин, складу кормів, кількості і якості підстилки, способу накопичення й умов зберігання.

Залежно від способів утримання худоби розрізняють гній підстилковий (твердий), одержуваний при утриманні худоби на підстилці, і безпідстилковий (напіврідкий, рідкий).

Підстилковий гній містить близько 25% сухої речовини й близько 75% води, 0,5% азоту, 0,25% фосфору, 0,6% калію й 0,35% кальцію. До його складу входять також необхідні для рослин мікроелементи, зокрема марганець, бор, мідь, цинк, молібден та ін.

Крім поживних речовин, гній містить велику кількість мікроорганізмів (в 1т 10-15кг живих мікробних клітин). При внесенні гною ґрунтова мікрофлора збагачується корисними групами бактерій. Органічна речовина служить енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів, тому після внесення гною в ґрунті посилюється азотфіксація та активізуються інших мікробіологічні процеси.

Гній спричинює багатобічну дію як на ґрунт, так і на рослину. Він підвищує концентрацію вуглекислого газу в ґрунтовому й приґрунтовому повітрі, знижує кислотність ґрунту й рухливість катіонів алюмінію, підвищує насиченість ґрунтового вбирного комплексу основами. При систематичному його внесенні збільшується вміст гумусу й загального азоту в ґрунті, покращується його структура, краще поглинається й утримується волога.

Безпідстилковий гній накопичується у великій кількості на великих

тваринницьких фермах і комплексах при безпідстилковому утриманні худоби й застосуванні гідравлічної системи збирання екскрементів. Такий гній являє собою рухливу суміш калу, сечі, залишків корму, води й газоподібних речовин, що утворюються в період зберігання. По вмісту вологи його розділяють на напіврідкий (до 90% води) і рідкий (90-93%).

Кількість і якість безпідстилкового гною залежить від виду й віку тварин, типу годівлі, способу утримання худоби й технології накопичення гною.

Більша частина поживних речовин у цьому добриві перебуває в легкодоступній для рослин формі (до 70% азоту в аміачній формі), що обумовлює більш сильну його дію в порівнянні з підстилковим гном у рік внесення й слабке в наступні роки. Фосфор і калій з підстилкового гною засвоюються рослинами так само, як і з мінеральних добрив.

Зберігання гною. Гній зберігають у польових буртах і гноєсховищах. Гноєсховища бувають двох типів: наземні (поглиблені) і закриті. У поглиблених гноєсховищах гній розкладається повільніше, азоту втрачається менше, гній буває кращої якості. На 2-3 полях сівозміни треба мати спеціально побудовані польові гноєсховища, в які гній вивозять безпосередньо з ферм. З рідкого гною і сечі, фекальних відходів, використовуючи торішню соломку, в цих гноєсховищах можна готувати високоякісні органічні добрива.

Пташиний послід – це швидкодіюче органічне добриво, яке використовують для підживлення зернових і технічних культур. Перед внесенням у ґрунт його розчиняють в 8-10 частинах води. Поживні речовини добре засвоюються рослинами. Курячий послід містить 0,7-1,9% азоту, 1,5-2% P_2O_5 , 0,8-1% K_2O і 2,4% CaO .

Торф – це добриво, яке являє собою суміш напіврозкладених в умовах надлишкового зволоження залишків рослин, в основному болотних. Торф може бути низького ступеня розкладання (до 20%), середнього (20-40%) і високого (більше 40%). Розрізняють три типи торфу: верховий, низинний і перехідний.

Верховий торф утворюється на бідних поживними речовинами підвищених ділянках рельєфу (сфагнові мохи, пухівки, шейхцерія болотяна, багно, осока болотяна та ін.); характеризується підвищеною кількістю органічної речовини, високою кислотністю, великою поглинальною здатністю й низьким вмістом поживних речовин; застосовується головним чином як підстилка для тварин та при компостуванні.

Низинний торф утворюється на багатих поживними речовинами понижених частинах рельєфу (осоки, мохи, очерет, хвощ, таволга, шабельники та ін.); містить більше поживних речовин і менше органічної речовини порівняно з верховим; використовується для готування різних компостів.

Перехідний торф займає проміжне положення між верховим і низинним.

Торф широко застосовують у сільському господарстві як добриво та для готування компостів.

Торфові компости. При компостуванні із гном торф швидше розкладається й повніше використовується рослинами. Добре компостується торф (верховий або перехідний) з вапном. Торфофосфоритні компости одержують при додаванні до торфу 20кг фосфоритного борошна на 1т.

Торфофосфоритні компости особливо ефективні на супіщаних ґрунтах, а торфовапнякові – на кислих.

Крім цього торф використовують на полях зрошення, де його компостують із осадам стічних вод. Широко застосовують також торфофекальні компости.

Осади стічних вод одержують при очищенні стічних вод міст на очисних спорудах. Вологість свіжого осаду становить близько 97%. Для зниженої вологості до 80% вони проходять етап природного висушування на мулових майданчиках і механічного зневоднювання на вакуум-фільтрах із застосуванням реагентів (хлорне залізо й вапно), а для зниження вологості до 25-30% — проходять термічне висушування в печах.

Осади з мулових майданчиків можна використовувати під всі культури, але найбільш доцільно їхнє застосування під овочеві й силосні культури, цукровий буряк. Осади після термічного висушування, що містять більше вапна й заліза, бажаніше вносити під чутливі до вапна культури.

Сапропель (прісноводний мул) являє собою відкладену в прісноводних водоймах суміш землі з напіврозкладеними рослинними й тваринними залишками. Містять органічні речовини (до 15-30% і більше), азот, фосфор, калій, вапно, мікроелементи, деякі вітаміни, антибіотики, біостимулятори.

Сапропелі застосовують як у чистому вигляді, так і у вигляді компостів із гноєм, фекаліями й гнойовою рідиною.

Зелене добриво являє собою зелену масу рослин-сидератів, що заорюється в ґрунт для збагачення її поживними речовинами, головним чином азотом, покращення водного, повітряного й теплового режимів. Вирощування бобових рослин на зелене добриво оптимізує мікробіологічні процеси та покращує фізико-хімічні властивості ґрунту, тому найбільше значення має на малородючих дерново-підзолистих, піщаних, суглинкових і супіщаних ґрунтах, а також на зрошуваних землях. Такий спосіб удобрення широко застосовується, тому що не вимагає витрат на транспортування, а за хімічним складом зелене добриво близьке до гною.

За останні роки кількість органічних добрив, що вносились під сільськогосподарські культури зменшилась і найближчим часом збільшити обсяги внесення буде ще більш проблематичним, а отже, збільшаться втрати родючого шару ґрунту. Тому необхідно проводити пошук додаткових джерел поживних речовин для стабілізації ґрунтових процесів. Одним із шляхів вирішення цього важливого завдання може стати застосування соломи зернових культур.

Солома є цінним джерелом елементів живлення: 37 ц соломи містять 17 кг азоту, 3,4 кг фосфору, 28 кг калію, а також кальцій, магній, бор, мідь, цинк, молібден, кобальт та 35-40% вуглецю, причому співвідношення C:N становить 80-100 : 1. По гумусовому еквіваленту 37 ц соломи відповідає 100 ц підстилкового гною або 270 ц зеленого добрива. Завдяки мульчуванню поверхні ґрунту після збору попередника солома попереджує руйнування ґрунтових агрегатів атмосферними опадами та їх змивання. Крім цього, залишена у полі солома попереджує втрату вологи у літній період, особливо у

жаркі місяці (липень-серпень). Крім того, під впливом свіжої органічної речовини соломи збільшується водопроникність, пористість, водоутримуюча здатність ґрунту (особливо на ґрунтах з високою часткою піску та гравію), зменшується щільність ґрунту та його об'ємна маса, в результаті чого знижується ризик деградації ґрунтів.

При застосуванні соломи змінюється мікрофлора ґрунту. В результаті складного ланцюга розкладу органічної речовини збільшується активність ґрунтових мікроорганізмів. У першу чергу активізуються актиноміцети, амоніфікуючі та нітрифікуючі бактерії. Мікроорганізми в свою чергу синтезують органічні речовини, які важливі для формування і стабілізації ґрунтових агрегатів, ці сполуки, а також речовини, що утворюються внаслідок розкладання соломи (пектин, пентози), сприяють склеюванню та цементуванню ґрунтових часток.

Про позитивний вплив соломи на врожайність наступної культури немає одностайної думки вчених. Існує думка, що велике співвідношення азоту до вуглецю призводить до вилучення ґрунтовими мікроорганізмами азоту з ґрунту для побудови власної біомаси, що, в результаті, негативно позначається на врожайності наступної культури сівозміни. Тому для нівелювання можливого негативного впливу мікроорганізмів, рекомендується перед приорюванням до кожної тонни соломи додавати 7-10 кг д.р. азоту.

Показники несприятливого впливу органічних добрив на навколишнє середовище:

1. *Забруднення природних водойм.* Гній (особливо безпідстилковий — рідкий), пташиний послід та інші органічні добрива при великому їх накопиченні і неправильному зберіганні є значними джерелами забруднення водоймищ фосфатами.

2. *Забруднення атмосферного повітря.* При накопиченні великої маси гною і недотриманні умов його зберігання виникає небезпека не тільки забруднення водоймищ, але й утворення газоподібних органічних сполук азоту.

У закритих гноєсховищах утворюється значна кількість метану, сірководню, аміаку, вуглекислого газу, індолу, скатолу та інших шкідливих речовин. Тому при роботі в таких гноєсховищах треба дотримуватись правил техніки безпеки. Категорично забороняється використовувати відкритий вогонь для освітлення, оскільки це може призвести до вибуху. Не можна працювати без протигазів, інакше вдихання шкідливих речовин може викликати отруєння.

3. *Зміна мікробіологічної активності ґрунту.* Органічні добрива найсильніше впливають на біологічну активність ґрунту. Внесення соломи та соломистого гною посилює денітрифікацію.

4. *Погіршення фітосанітарного стану ґрунту.* У шлунок тварин разом з кормами потрапляє насіння бур'янів (польового осоту, лободи, щиріці, кульбаби, тонконога тощо), яке не перетравлюється і виділяється неушкодженим. Наприклад, в 1 т коров'ячого гною виявляли близько 2 млн. шт. насіння бур'янів, овечого — 15 тис. шт., гною свиней — 435 тис. шт., коней—22,5 тис. шт., пташиного посліду — 20 тис. шт. При внесенні у ґрунт неперепрілого гною по полю розсивається насіння бур'янів, що завдає великої

шкоди рільництву та овочівництву, тому перед внесенням у ґрунт органічні добрива треба знезаражувати, очищати від насіння бур'янів. Гній слід знезаражувати термічно, мул і сапропель — тривалим витриманням у штабелях, компостуванням з негашеним вапном, аміаком рідким синтетичним, аміачною водою тощо. Використовувати тверду фракцію гною для удобрення культур можна тільки після знезараження спеціальними засобами або біотермічної обробки у буртах протягом одного місяця влітку і протягом двох — взимку. Коли температура всередині бурта досягне 60-70°C, вважають, що біотермічна обробка почалася.

5. *Мікробіологічне та бактеріальне зараження ґрунту.* Тварини, хворі на гельмінтози, виділяють у гній яйця гельмінтів (глистів). Від хворих тварин у гній потрапляють різні мікроби, в тому числі збудники таких небезпечних хвороб, як ящур, бруцельоз, туберкульоз, сибірка, чума птиці, правець, сказ, сап, енцефаломієліт, інфекційна анемія, паратиф, колібацильоз, емфізематозний карбункул тощо. Такий гній забруднює мікроорганізмами ґрунт, воду, а інколи й повітря і стає небезпечним для здоров'я людини і сільськогосподарських тварин.

6. *Забруднення ґрунту важкими металами.* Надмір гною може бути джерелом забруднення ґрунту важкими металами, тому необхідно визначати їх хімічний склад. Норми внесення різних відходів і компостів слід оптимізувати залежно від допустимих концентрацій важких металів у ґрунті. Їх розраховують за формулою:

$$D = (ГДК - \Phi) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (7.1)$$

де D — допустима норма важкого металу, кг/га; $ГДК$ — гранично допустима концентрація важкого металу в ґрунті, кг/га; Φ — фоновий вміст важкого металу в ґрунті, кг/га; K_1, K_2, K_3 — поправочні коефіцієнти на вміст гумусу, механічний склад, кислотність ґрунту.

7.4. ЗАСТОСУВАННЯ АЗОТФІКСУВАЛЬНИХ ТА ФОСФАТМОБІЛІЗУВАЛЬНИХ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ

Біологічна азотфіксація є найбільш яскравим і добре вивченим прикладом використання мікробно-рослинної взаємодії, її значення навряд чи можна переоцінити. Бактерії, які здатні фіксувати азот з повітря, належать до групи неспорівих. Для здійснення своїх життєвих процесів вони потребують органічної речовини. В ґрунтах живе два типи азотфіксувальних бактерій, а саме: несимбіотичні або вільноживучі (*Azotobacter, Nitrozomonas, Nitrobacter, Clostridium*) і симбіотичні або бульбочкові (*Rhizobium*), які перебувають у симбіозі з бобовими рослинами.

Використання біологічного азоту в землеробстві має багато переваг перед застосуванням його мінеральних форм, оскільки скорочує енергетичні і матеріальні витрати на виготовлення добрив, зменшує забруднення навколишнього середовища мінеральними речовинами (табл. 7.4).

**Середній розмір симбіотичної фіксації азоту та його надходження
у ґрунти України
(За М.І.Мільто, 1982)**

Культури	Розміри азотфіксації кг азоту /га/за рік	Залишається азоту у ґрунті, кг/га	Еквівалентно дозі мінеральних добрив, кг/га
Зернобобові (горох, соя, вика)	50-90	10-16	25-35

Посиленню біологічної азотфіксації, а також зменшенню кількості нітратів у рослинах сприяє застосування дуже поширених в останні роки азотфіксувальних бактеріальних препаратів. В Україні за участю науковців Української академії аграрних наук та Національної академії наук створено біопрепарати ризоторфін, ризоагрін, ризоентерін, флавобактерін, агрофіл, діазобактерін для бобових, злакових, овочевих культур і картоплі. Застосування під бобові культури ризоторфіну практично виключає внесення мінерального азоту, підвищує врожай та якість продукції і сприятливо впливає на азотний баланс ґрунту. Використання препаратів азотфіксувальних бактерій для злакових і овочевих культур – ризоагрину, ризоентеріну, флавобактеріну і інших замінює дію 10-20 кг/га азоту мінеральних добрив, підвищує продуктивність зернових на 2-6 ц/га з одночасним зменшенням норм внесення мінеральних азотних добрив на 25-55%. Біопрепарати азотфіксувальних мікроорганізмів також сприятливо впливає на ґрунтову родючість: з кореневими і пожнивними залишками (особливо бобових) у ґрунті накопичується значна кількість азоту – від 7 до 100 кг/га, що сприяє позитивному впливу на врожай наступних культур сівозміни.

Ефективність біопрепаратів азотфіксувальних мікроорганізмів значною мірою залежить від вірулентності бактерій (здатності проникати в корені бобових) і конкурентоздатності щодо місцевих форм бульбочкових бактерій.

Фосфорні добрива в Україні виготовляють з апатитів, але їх використання нерентабельне через низький вміст фосфору, що спричиняє недостатнє внесення фосфорних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур. Слід зазначити, що ґрунти сільськогосподарського призначення мають досить великі запаси фосфору (від 3,8 до 22,9 т/га у метровому шарі ґрунту), однак у зв'язку з низькою розчинністю сполук фосфору культурні рослини не отримують достатньої кількості цього елемента. Найбільш перспективним шляхом вирішення проблеми оптимізації фосфорного живлення рослин є інтродукція фосфатмобілізувальних бактерій у ризосферу рослин з використанням мікробних препаратів, створених на основі активних штамів цих мікроорганізмів. Фосфатмобілізувальні бактерії (представники родів *Pseudomonas*, *Bacillus Achromobacter*, *Raenibacillus* тощо) здатні перетворювати важкорозчинні фосфати ґрунту у легкорозчинні, доступні рослинам сполуки.

Ряд наукових установ України успішно проводять дослідження зі створення таких біопрепаратів. Так, в Інституті сільськогосподарської мікробіології УААН (нині Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААНУ) створено два біопрепарати для поліпшення живлення цукрових буряків – поліміксобактерін і альбобактерін, при використанні яких збір цукру збільшується на 2-8 ц/га.

Науковцями ведеться постійний пошук та селекція високоефективних конкурентноздатних штамів мікроорганізмів для підвищення ефективності існуючих біопрепаратів.

7.5. ПРОБЛЕМА ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ У ЗВ'ЯЗКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОБРИВ

Рослини засвоюють з ґрунту лише необхідні їм поживні речовини, однак за надлишкових концентрацій шкідливі елементи й хімічні сполуки з ґрунту потрапляють у рослини, зерно, корми, а також у продукцію тваринництва, що негативно відображається на екологічній чистоті сільськогосподарської продукції.

У зв'язку з ростом рівня антропогенного навантаження на сільськогосподарський ландшафт у багатьох районах України виникла проблема виробництва продукції для дитячого і дієтичного харчування.

Продукція сільськогосподарського виробництва може бути забруднена радіонуклідами, пестицидами, важкими металами, нітратами. Її використання призводить до тяжких захворювань людей, особливо дітей. У зв'язку з цим підвищився інтерес до вирішення проблеми вирощування екологічно чистої продукції.

Екологічна чистота – це комплекс показників, які визначають безпечність рослинницької та тваринницької продукції для споживання людиною у їжу. Екологічна чистота продуктів харчування є одним із основних факторів, які визначають стан здоров'я людини.

В усіх розвинутих країнах світу від 30% до 70% приросту врожаю сільськогосподарських культур одержують за рахунок науково обґрунтованого використання добрив. Однак оптимальна врожайність не завжди співпадає з максимальною біологічною цінністю продукції.

Біологічна якість – це комплекс окремих факторів, властивих рослині, що необхідні для підтримання нормального метаболізму (обміну речовин) в організмах тварин і людини, які споживають цю рослину. Біологічна якість рослинницької продукції визначається вмістом у рослині мінеральних елементів та основних органічних сполук (білків, вуглеводнів, вітамінів, гормонів, ферментів та ін.). Добрива, впливаючи на вміст у рослинах цих окремих компонентів, визначають також цінність продукції тваринництва.

Наприклад, як нестача, так і надлишок мінеральних добрив знижує вміст у рослинній продукції каротину, аскорбінової кислоти та інших вітамінів, а внаслідок споживання бідної на вітаміни продукції тварини і людина хворіють на гіповітаміноз та інші захворювання. Зміна нормального співвідношення

мінеральних елементів у ґрунті, спричинене нераціональним використанням добрив, порушує рівновагу елементів у рослинах. Так, високий вміст калію при низькому вмісті магнію і натрію в кормових травах призводить до захворювання на пасовищну титанію, а недостатня кількість фосфору викликає стерильність свійських тварин. Надлишок азотних добрив блокує надходження доступної міді, а це призводить до зниження поживної цінності протеїну в кормах. Нестача міді також негативно впливає на лежкість овочів та їхню якість для консервування. Надлишок фосфору в ґрунті спричиняє зменшення кількості цинку в рослинах.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, збільшення автотранспорту, погіршення екологічної обстановки, Чорнобильська катастрофа призводять до забруднення продуктів харчування невластивими їм хімічними сполуками, що мають токсикологічну або біологічну дію на організм людини.

Безпека продуктів харчування — це відсутність токсичної, канцерогенної, мутагенної, алергенної чи іншої несприятливої для організму людини дії харчових продуктів при їх споживанні в загальноприйнятих кількостях, межі яких встановлює МОЗ України. Отже, під безпекою продуктів харчування розуміють відсутність небезпеки для здоров'я людини при їх вживанні, як з погляду гострої негативної дії (харчові отруєння і харчові інфекції), так і з погляду небезпеки віддалених наслідків (канцерогенна, мутагенна і тератогенна дія), тобто безпечними можна рахувати продукти харчування, що не мають шкідливої, несприятливої дії на здоров'я сучасного і майбутнього поколінь. Забезпечення безпеки продовольчої сировини і продуктів харчування є одним з основних чинників, що визначають здоров'я людей і збереження генофонду. Склад і властивості продуктів харчування, що характеризують її якість і безпеку для людини, визначаються по органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних, паразитологіях і радіологічних показниках, вмісту потенційно небезпечних хімічних сполук і біологічних об'єктів, а також по показниках харчової цінності продукції. *Законом України "Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини"* від 23 грудня 1997 р. № 771/97-ВР встановлюються правові засади забезпечення якості та безпеки харчових продуктів і продовольчої сировини для здоров'я населення, регулюються відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками) і споживачами під час розроблення, виробництва, ввезення на митну територію України, закупівлі, постачання, зберігання, транспортування, реалізації, використання, споживання та утилізації харчових продуктів і продовольчої сировини, а також надання послуг у сфері громадського харчування.

Забруднення залишками мінеральних азотних добрив, які є найзначнішою групою забруднюючих речовин, присутні майже у всіх харчових продуктах.

Нітрати – це добре розчинні у воді солі азотної кислоти, які потрапляють в рослину з ґрунту. Вони є джерелом азоту для синтезу амінокислот, білка та інших сполук. Надмірне азотне живлення (понад 6-8мг/кг ґрунту рухомого азоту), особливо в другу половину вегетації, сприяють

утворенню великої кількості вегетативної маси, гальмують нагромадження вуглеводів, а значить, затримують розвиток і дозрівання рослин, тому отримана продукція гірше зберігається. Слід зазначити, що органічні добрива, які вносять в надмірних кількостях (понад 16-17т/га сівозміни), як і мінеральні, спричинюють нагромадження нітратів у продукції рослинництва. Крім того, при тривалому зберіганні продукції рослинництва з нітратів утворюються нітрити, які більш токсичні, ніж нітрати. Протягом доби динаміка нагромадження нітратів змінюється. В сонячні, але нежаркі дні їх нагромаджується значно менше і навпаки. У другу половину дня нагромадження нітратів у 1,6–2 рази менше, ніж уранці.

Вміст нітратів в продуктах рослинного походження залежить від наступних чинників:

- індивідуальних особливостей рослин: існують так звані рослини «накопичувачі» нітратів, це в першу чергу, листові овочі (салат, шпинат, ревінь, петрушка, шпинат, щавель), а також коренеплоди (редиска, буряк);
- ступеня зрілості плодів: нестигли овочі, картопля, а також овочі ранніх строків дозрівання можуть містити нітратів більше, ніж ті, що досягли нормальної збиральної стиглості;
- нераціонального використання азотних добрив (неправильне дозування і терміни внесення);
- використання деяких гербіцидів і дефіцит молібдену в ґрунті, що призводить до порушення обміну речовин в рослинах і накопичення нітратів.

Крім того, нітрати нерівномірно розподіляються в межах різних частин рослини. Більше нітратів в стеблі, черешках і головних жилках листків, в центральній частині коренеплоду, особливо. Нітратів накопичується менше в бутонах, квітках, плодах і насінні. Особливо це характерно для томатів, кабачків, качанів кукурудзи, зеленого горошка. В зовнішніх листках капусти нітратів в 2 рази більше, ніж в центральній частині качана. При видаленні з плоду огірка шкірки, вміст нітратів зменшується в 2 рази.

Таким чином, вміст нітратів у рослинах залежить від багатьох факторів: біологічних особливостей культури, сорту, фази розвитку, властивостей ґрунту, рівня азотного живлення, співвідношення елементів живлення, погодних умов, режиму зрошування, часу сівби, збирання, щільності посівів тощо.

В останні роки незбалансоване збільшення доз азотних і фосфорних добрив призводить до підвищення вмісту нітратів у картоплі – однієї з основних продовольчих культур на Україні. Особливу небезпеку становить надлишкове нагромадження нітратів у вегетативних частинах овочевих культур, так як здебільшого їх людина використовує собі в їжу. В цілому понад 30% сільськогосподарської продукції, що виробляється в Україні, має вміст нітратів, який перевищує максимально допустимий рівень (МДР) (табл. 7.5).

Встановлено, що летальною дозою нітратів для великої рогатої худоби є 500 мг/кг живої маси. Підвищений вміст нітратів знижує продуктивність молочної худоби, негативно впливає на відновні функції.

Таблиця 7.5

Екологічні нормативи на вміст нітратів у продуктах рослинництва

Овочеві та баштанні культури	Вміст нітратів, мг/кг	МДР, мг/кг по нітрат-іону	ГДК, мг/кг
Картопля	4–1218	80	250
Капуста білоголова	14–3467	300	500/900
Морква	15–900	300	250/400
Помідори (томати)	3–365	60	150/300
Огірки (закритий ґрунт)	67–765	150	150/400
Столові буряки	39–7771	1400	1400
Цибуля ріпчаста	-	60	80
Цибуля зелена	701–968	400	2000
Дині	-	45	90
Кавуни	-	45	60

Добова максимально допустима доза нітратів для сільськогосподарських тварин становить 0,20–0,45% добової кількості корму. Вміст нітритів у цих кормах не повинен перевищувати 10 мг/кг маси тіла тварини (табл. 7.6).

Таблиця 7.6

Гранично допустима концентрація нітратів у кормах для сільськогосподарських тварин

Корм	ГДК, мг/кг
Комбікорм для великої рогатої худоби, свиней та птиці	500
Грубі корми (сіно, солома)	1000
Зелені корми	500
Картопля	300
Буряк	2000
Силос (сінаж)	500
Зернофураж та продукти переробки зерна	300
Жом сухий	800
Трав'яне борошно	2000
Соснове борошно	1000
Макуха	200
Сировина тваринного походження (рибне, кісткове, м'ясокісткове борошно, сухе молоко)	250
Дріжджі кормові гідролізні, БВК	300
Меляса	1500

Основна небезпека надходження нітратів в організм людини пов'язана з виникненням метагемоглобінаемії: надлишок нітратів під впливом

мікрофлори кишок переходить в нітрити, які сполучаючись з оксигемоглобіном утворюють метгемоглобін, який не може зв'язувати та переносити до тканин кисень. В результаті кисневого голодування клітин уражується центральна нервова система, послаблюються захисна і репродуктивна функції організму тощо.

Крім того, нітрати є джерелом синтезу вторинних амінів і нітрозамінів (речовин, які характеризуються наявністю нітрозогрупи) — канцерогенних сполук, які руйнують гемоглобін крові. Нітрозаміни і нітрозаміди, крім канцерогенних, виявляють мутагенні й ембріотоксичні властивості.

Всесвітня організація охорони здоров'я вважає, що допустимий вміст нітратів у дієтичних продуктах (сюди належить багато різних овочів) до 300 мг/кг сирого продукту. Добова норма нітратів не повинна перевищувати 3,6 мг/кг маси тіла людини.

На сучасному етапі вирішення проблеми нітратів у сільськогосподарській продукції знаходиться на початковій стадії розробки. В міру нагромадження матеріалу з'являються нові методи і прийоми, що дають можливість зменшити надходження нітратів до сільськогосподарської продукції і максимально виключити їх негативний вплив на здоров'я людини.

Шляхи зменшення вмісту нітратів у рослинній продукції:

- хімічна меліорація кислих ґрунтів;
- раціональна система удобрення, яка враховує оптимальні співвідношення елементів живлення для кожної культури і передбачає внесення мінеральних добрив в оптимальних дозах одночасно з органічними та мікродобривами;
- внесення мікроелементів — молібдену, міді, бору, марганцю, а також заліза і сірки;
- застосування амідних, аміачних форм азотних добрив та азотних добрив пролонгованої дії;
- завершення азотних підживлень за 30 діб до збирання врожаю;
- недопущення використання мінеральних добрив одночасно з пестицидами, так як це підсилює їх токсичний ефект;
- підвищення доз фосфорно-калійних добрив, які послаблюють негативний вплив азотних;
- підбір сортів, які не здатні до нагромадження нітратів;
- забезпечення максимального освітлення та запобігання надмірному розвитку листкового апарату рослин;
- збирання овочів стиглими, але не перезрілими, оскільки це призводить до нагромадження нітратів;
- овочі доцільно збирати в другу половину дня і в сонячну погоду;
- застосування азотфіксувальних бактеріальних препаратів;
- технологічна обробка рослинної сировини та продуктів її переробки (миття, вимочування, варіння, смаження, квашення, маринування).

Запитання для самоконтролю:

1. Дайте визначення поняття біологічно якісної та екологічно чистої продукції сільського господарства.
2. Розкрийте значення азоту, фосфору та калію для росту і розвитку культурних рослин.
3. Що таке добриво? За якими показниками класифікують добрива?
4. Дайте коротку агроекологічну оцінку мінеральних добрив.
5. Які існують способи внесення добрив у ґрунт? Які заходи екологічної безпеки при використанні добрив?
6. Розкрийте причини виникнення евтрофікації водойм.
7. Розкрийте значення бактеріальних препаратів у підвищенні ефективності азотних добрив.
8. Дайте агроекологічну характеристику органічних добрив.
9. Що таке баланс гумусу в ґрунті? Назвіть заходи щодо підтримання бездефіцитного балансу гумусу.
10. Назвіть шляхи оптимізації фосфорного живлення рослин?
11. Які переваги використання біологічного азоту в землеробстві?
12. Які шляхи забруднення нітратами та заходи щодо зменшення потрапляння нітратів у сільськогосподарську продукцію?
13. В чому полягає шкідливий вплив нітратів на оточуюче середовище та організм людини?

Розділ VIII

ПЕСТИЦИДИ ЯК ФАКТОР ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕСТИЦИДІВ

Захист рослин – це комплекс заходів, спрямованих на зменшення втрат урожаю та запобігання погіршенню стану рослин сільськогосподарського та іншого призначення, багаторічних і лісових насаджень, дерев, чагарників, рослинності закритого ґрунту, продукції рослинного походження через шкідливі організми (шкідники, збудники хвороб рослин і бур'яни).

Шкідники – це види тварин (комахи, кліщі, мікроорганізми, нематоди, гризуни), здатні заподіяти шкоду рослинам, чагарникам, деревам, продукції рослинного походження, збитки від якої економічно доцільно відвернути.

Хвороби рослин – це порушення нормального обміну речовин у рослині під впливом фітопатогенів (віруси, бактерії, гриби) або несприятливих умов середовища.

Бур'яни – це небажана рослинність в угіддях, посівах, насадженнях культурних рослин, яка конкурує з ними за світло, воду, поживні речовини, а також сприяє поширенню шкідників та хвороб.

Пестициди — загальноприйнята в світовій практиці назва хімічних засобів захисту рослин від шкідливих організмів. Усі хімічні засоби захисту рослин (ХЗЗР) поділяють на групи залежно від об'єкту дії.

- *Інсектициди й акарициди* — препарати для боротьби із шкідливими комахами і кліщами. Залежно від того, на якій стадії розвитку шкідників діють окремі препарати, їх поділяють на: *овіциди* — для знищення яєць; *ларвіциди* — для знищення личинок. Основні препарати – хлорофос, фосфамід, фталофос, метафос, децис тощо.

- *Фунгіциди* — хімічні препарати для боротьби із спорами і міцелієм грибів. Найбільш поширені препарати – цінеб, полікарбацин, канган, фтахан, беноміл, токсин М, кармін, афуган, байлетон, бантин тощо.

- *Гербіциди* — хімічні препарати для боротьби з бур'янами. Порівняно з інсектицидами гербіциди менш токсичні для теплокровних організмів, так як їх дія направлена безпосередньо на бур'яни, а не на культурні рослини, які використовуються у їжу. Широко використовують препарати 2,4-Д, ятразин, бетанал, ентам, лассо, нітрафен, прометрин, пропазин, симазин тощо.

- *Родентициди* – препарати для боротьби з гризунами (фосфід цинку, гліфтор, ратиндан тощо).

- *Нематоциди* — препарати з фумігаційними властивостями, які

використовують для боротьби з нематодами (тіазон, карбатіон, фурадан тощо).

- *Ліматциди* — для захисту рослин від слимаків.
- *Бактерициди* — для боротьби з бактеріальними хворобами.
- *Арборициди* — для знищення деревної або чагарникової рослинності.
- *Альгіциди* — для знищення водоростей.

Деякі речовини використовують для одночасного дозрівання врожаю (*ретарданти, ауксини*), скидання листків перед збиранням (*дефоліанти*).

Пестициди, які використовують в Україні, за походженням поділяють на три групи.

- Синтетичні органічні препарати:
 - хлор-, фосфор-, меркурій-, арсенорганічні сполуки;
 - похідні сечовини;
 - похідні карбамінової, тіо- і дитіокарбамінової кислот (похідні тіокарбамінової кислоти, як правило, не викликають забруднення навколишнього середовища через швидку деструкцію та метаболізм);
 - похідні фенолу.
- Неорганічні препарати – сульфурвмісні та купрумвмісні неорганічні сполуки.
- Біопестициди – препарати рослинного, грибного та бактеріального походження.

Пестициди першої групи є найбільш небезпечними.

Незважаючи на пропаганду відмови від пестицидів, їх виробництво зростає. Щорічне використання біологічно активних і високотоксичних для людини і тварин пестицидів у світовій практиці досягає 2 млн. т.

Пестициди поліпшують якість окремих видів продуктів, наприклад знищують на злакових культурах гриби, які зумовлюють фузаріоз зерна. Загальновідома висока економічна ефективність застосування хімічних засобів:

- до 25-30% загальних енергетичних затрат на виробництво одиниці продукції становить частка засобів хімізації;
- кількість і вартість продукції, збереженої всіма способами боротьби із шкідниками, хворобами рослин і бур'янами значно перевищує затрат на її захист;
- із загальної кількості збереженої продукції 93% збережено в результаті застосування пестицидів.

Всі пестициди, які застосовувались раніше та застосовуються на сьогоднішній день, є потенційно небезпечними речовинами і потребують особливих умов застосування та обов'язкового контролю за їх застосуванням, який здійснюють *контролюючі організації*: станції захисту рослин, органи екологічної безпеки, санепідслужба та ін. Ступінь розмежування по контролю за застосуванням пестицидів та агрохімікатів регламентує Постанова Кабінету міністрів України №226 від 19 лютого 1996 року "Про державний нагляд і контроль за додержанням законодавства про пестициди і агрохімікати", в якій вказано, що "... Міністерство охорони здоров'я здійснює контроль за додержанням підприємствами, установами, організаціями та громадянами

державних санітарних норм і правил, гігієнічних нормативів щодо безпечного виробництва, транспортування, зберігання і використання пестицидів і агрохімікатів у різних галузях економіки, за вмістом залишкових кількостей пестицидів і агрохімікатів у харчових продуктах, у тому числі імпортованих, лікарських травах, питній воді і водних об'єктах, віднесених до категорії лікувальних, лікувальних грязях, ґрунтах на землях населених пунктів, оздоровчого та рекреаційного призначення, повітрі робочої зони".

8.2. ЗАБРУДНЕННЯ БІОСФЕРИ ПЕСТИЦИДАМИ. НЕГАТИВНА ДІЯ ПЕСТИЦИДІВ НА ДОВКІЛЛЯ І ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ

Сучасні пестициди — це складні органічні сполуки, що належать до ксенобіотиків, які забруднюють навколишнє середовище. Широке їх використання призвело до цілого ряду серйозних негативних наслідків. Вивченням поведінки і перетворень пестицидів в екосистемах та ландшафтах займається екотоксикологія пестицидів, яка є складовою частиною екотоксикології навколишнього середовища — науки, що досліджує поведінку ксенобіотиків і природних токсичних речовин в екосистемах та ландшафтах.

Надходження пестицидів у сільськогосподарський ландшафт відбувається головним чином при проведенні хімічних заходів боротьби з шкідливими організмами, внаслідок випаровування з поверхні ґрунту або рослин, при витокі під час зберігання і транспортування тощо. Слід відмітити, що в Україні зберігання пестицидів в господарствах практично не проводиться через те, що сільгосп підприємства купують тільки мінімально необхідну кількість пестицидів, які відразу й використовують. Однак майже в кожному господарстві є непридатні до застосування пестициди. В зв'язку з цим на перше місце виходить проблема зберігання на складах в господарствах непридатних та заборонених до застосування пестицидів, яку потрібно вирішувати на державному рівні, побудувавши спеціалізоване підприємство зі знешкодження та утилізації пестицидів та інших непридатних до використання хімічних речовин.

В процесі застосування значна частина пестицидів (до 70%) потрапляє на поверхню ґрунту, що створює передумови до їх міграції. *Міграція пестицидів* може відбуватися за такими схемами: повітря → рослини → ґрунт → рослини → травоядні тварини → людина; ґрунт → вода → зоофітопланктон → риба → людина. Перебуваючи у поверхневому шарі ґрунту, пестициди активніше мігрують у повітря, з поверхневим стоком надходять у водоймища, через кореневу систему потрапляють у рослини, нагромаджуючись у глибоких шарах, забруднюють ґрунтові і підземні води.

При міграції речовин в екологічних ланцюгах у результаті взаємодії в системах «пестициди — об'єкти біосфери» можливі ускладнення. Умовно можна виділити два типи процесів: перший — при проходженні по харчових ланцюгах вміст пестицидів у наступних ланках зменшується, другий — концентрація пестицидів збільшується внаслідок *біоконцентрації*. Механізм біоконцентрації пов'язаний з вищою розчинністю речовин у ліпоїдах, ніж у

воді. Визначення порівняльної розчинності у системах «жир — вода», «октанол — вода» дає змогу орієнтовно оцінити здатність речовин до нагромадження в організмі тварин та можливість накопичення пестицидів у організмах до біологічно активного рівня.

Небезпека пестицидів, як забруднювачів середовища, також полягає у необхідності використання високих норм пестицидів для забезпечення високого ефекту захисних заходів та контакті пестицидів з великою кількістю людей, що пов'язано з використанням препаратів у різних галузях сільського господарства.

Стійкість препаратів в природних умовах обумовлює тривалість їхньої циркуляції у навколишньому середовищі і накопиченню залишків у продуктах харчування. Тривалість циркуляції різних речовин неоднакова, а деякі речовини здатні накопичуватися в різних компонентах біосфери (атмосфері, гідросфері, літосфері). За стійкістю в довкіллі пестициди поділяють на:

- дуже стійкі (не розкладаються впродовж 2 років);
- стійкі (0,5-1 рік);
- помірно стійкі (1-6 міс);
- малостійкі (переходять у нетоксичні сполуки впродовж 1 міс).

Залежно від особливостей пестицидів визначають **форми їхнього впливу у біосфері**.

- *Локальна дія*: а) безпосередньо на шкідливі організми; б) побічна на інші організми, ґрунт, воду.

- *Післядія наближена (ландшафтно-регіональна)*. За тривалістю і характером впливу вона відрізняється в залежності від рельєфу, ґрунтових і кліматичних умов. В умовах посушливого клімату, засолених ґрунтів, високого стояння ґрунтових вод збільшується вірогідність збереження і вторинного накопичення стійких пестицидів та їх метаболітів у ґрунті, воді та біомасі.

- *Післядія віддалена (регіонально-басейнова)*. Вона характерна для досить стійких препаратів, здатних мігрувати в басейни рік та їх заплави і тераси у вигляді розчинів, суспензій або у складі ґрунтових колоїдів. Міграції, перерозподіл та акумуляція у заплавах і дельтах можуть тривати 3-5 років і більше. В результаті пестициди можуть впливати на організми у дельтах річок і морях.

- *Післядія досить віддалена (глобальна)* охоплює всю планету в цілому та її окремі компоненти – океан, сушу, атмосферу. Вона пов'язана з перенесенням повітряними течіями персистентних пестицидів у вигляді розчинів, аерозолів і суспензій, прибережними та трансокеанськими течіями, штормами, циклонами, міграціями тварин і людей; перенесення разом з транспортом і вантажами, особливо сировиною, продовольством.

Залежно від ступеня прояву їхньої дії виділяють **категорії впливу пестицидів на навколишнє середовище**.

- *Поява нових шкідників* спостерігається в тих випадках, коли розповсюдження видів шкідливих комах, яких раніше стримували ентомофаги, набуває загрозливих розмірів після різкого скорочення останніх внаслідок

хімічної обробки рослин. Класичним прикладом є розмноження червоного павутинного кліща після зниження чисельності його природних ворогів, що було викликане застосуванням препарату ДДТ. При знищенні пестицидами хижих жуків, що знаходяться у поверхневому шарі ґрунту, відбувається різке зростання щільності популяції попелиць. Відомо також багато випадків зростання чисельності шкідників у плодкових насадженнях (яблуневої плодожерки, листокруток) після припинення обробок ХЗЗР.

- *Розвиток стійкості (резистентності) шкідливих організмів до пестицидів*, яка пов'язана із стійкістю та накопиченням залишків пестицидів і обумовлена зміною популяцій в результаті переходу від чутливих особин до стійких організмів того ж виду внаслідок відбору, викликаного впливом пестициду.

- *Вплив пестицидів та їх залишків на видовий склад рослин, тварин і мікроорганізмів*: зміна видів рослин, зміни в складі мікрофлори, загибель ссавців, птахів, риб або корисних комах. Такий вплив може призвести до розвитку вторинних шкідників внаслідок зникнення певних видів хижаків і паразитів, які в нормальних умовах могли б підтримувати потенціал шкідника на рівні, нижчому за його поріг економічної шкодочинності.

- *Накопичення і передача по харчових ланцюгах*. Залишки пестицидів у навколишньому середовищі можуть бути поглинуті рослинами і тваринами, які, в свою чергу, стають поживою для більших тварин, в організмі яких концентрація пестицидів зростає. Це призводить до накопичення їх у продуктах харчування.

Негативний вплив токсичних речовин на здоров'я людей виявляється:

- алергічними реакціями, зниженням імунітету;
- підвищенням частоти виникнення пухлин у дослідних тварин;
- мутагенною дією, яка викликає в організмі теплокровних тварин і людини зміну спадкових ознак;
- ембріотоксичною дією, яка порушує репродуктивні функції тварин і людини і може призвести до інших патологічних змін.

Критерії оцінки забрудненості пестицидами продуктів харчування та негативного впливу пестицидів на здоров'я людини. В останні роки спостерігається зростання загального вмісту пестицидів в продуктах харчування рослинного і тваринного походження. Особливо це стосується таких продуктів, як картопля, цибуля, капуста, помідори, огірки, морква, буряк, яблука, виноград, пшениця, риба ставкова і водосховищ, молоко. Причому підвищення допустимого рівня вмісту пестицидів в 5 і більше разів слід розуміти як екстремальне забруднення, а воно спостерігається, на жаль, в широкому асортименті продуктів харчування.

Максимально допустимі рівні вмісту пестицидів в деяких харчових продуктах рослинного і тваринного походження приведені в «Медико-біологічних вимогах і санітарних нормах якості продовольчої сировини і харчових продуктів», затверджених 01.08.1989 року під номером № 5061-89. Особливо суворий контроль повинен бути за вмістом пестицидів в продуктах, призначених для дитячого і дієтичного харчування.

Для визначення і уніфікації критеріїв оцінок фактичної забрудненості пестицидами харчових продуктів застосовується ряд показників:

- частота виявлення пестицидів;
- рівень вмісту залишків;
- максимально допустимий рівень залишків пестицидів у харчових продуктах (МДР);
- гранично допустима концентрація (ГДК);
- фонові допустимі залишки – *допустима залишкова кількість стійких пестицидів, які неминуче присутні у продуктах харчування внаслідок їх використання в минулому і зумовлені процесами міграції у природних умовах;*
- допустима добова доза для людини (ДДД) – *добова кількість, щоденне надходження якої протягом усього життя не повинно негативно впливати на організм.*
- термін очікування в рослинництві – *період від обробки до збирання врожаю в днях (встановлюється для кожної культури та препарату окремо);*
- термін очікування у тваринництві – *допустимий термін забою худоби, птиці і споживання молока та яєць від часу їх контакту з пестицидами, або часу застосування ветеринарних препаратів.*

Реальну (фактичну) дозу D_{ϕ} пестициду, що надходить в організм людини, обчислюють за формулою:

$$D_{\phi} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{M}, \quad (8.1)$$

де D_1, D_2, D_3 — добові дози пестициду, що можуть надійти в організм людини відповідно з продуктами харчування, водою та з атмосферним повітрям, мг; M — середня маса людини, кг.

У світовій практиці як критерій небезпечності пестицидів для людей використовується допустима добова доза (ДДД), яка визначається в мг на 1 кг маси тіла людини за добу (табл. 8.1). ДДД використовується при розробці гігієнічних нормативів допустимого вмісту пестицидів у різних середовищах, а також при оцінці рівня надходження в організм людини.

Таблиця 8.1

Класифікація пестицидів за величиною ДДД (мг/кг маси тіла)

Клас безпеки	Назва	Центр класу, мг/кг	Границі варіювання (min-max), мг/кг
I	Дуже небезпечні	0,0011	0,0001—0,002
II	Небезпечні	0,0041	0,0021—0,005
III	Помірно небезпечні	0,0140	0,051—0,020
IV	Малонебезпечні	0,0630	0,02

Залишкова кількість пестицидів (ЗКП) у харчових продуктах, кормах, ґрунті, воді – активна частка пестицидного препарату, його похідні, а також

неминучі хімічні домішки у пестицидному препараті, які мають біологічну активність і можуть шкідливо діяти на організм людини. Максимально допустимий рівень залишків пестицидів у харчових продуктах встановлюється на рівні фактичного вмісту пестицидів при умові дотримання гігієнічно обґрунтованих регламентів використання (табл. 8.2). Контролюють порівнянням з ДДД: МДР не повинен перевищувати ДДД.

Рівень забруднення біосфери пестицидами оцінюють, співставленням величини D_{ϕ} і ДДД:

$$\Phi НП = D_{\phi} / ДДД, \quad (8.2)$$

де $\Phi НП$ — фактичне навантаження пестицидом.

Таблиця 8.2

МДР залишкових кількостей деяких пестицидів в продуктах харчування

Найменування пестициду	Найменування харчового продукту	Допустима залишкова кількість, мг/кг
Гексахлоран (суміш ізомерів гексахлорциклогексана)	Молоко, м'ясо, яйця, масло.	не допускається
	Вся решта харчових продуктів.	1,0
Гербициди групи 2,4-Д	Всі харчові продукти	не допускається
Гептахлор	Всі харчові продукти	не допускається
ДДД	Зерно	3,5
	Овочі, фрукти	7,0
ДДТ	Овочі, фрукти	0,5
	Вся решта продуктів	не допускається
Карбофос	Овочі, фрукти і ін. продукти	1,0
	Зерно	3,0
Меркаптофос	Зерно	0,35
	Плоди	0,7
Метафос	Всі харчові продукти	не допускається

Пропонується така класифікація забруднення об'єктів навколишнього середовища: дуже небезпечно — $\Phi НП > 10$; небезпечно — $3 < \Phi НП < 10$; потенційно небезпечно — $1 < \Phi НП < 3$; безпечно — $\Phi НП < 1$. При $\Phi НП > 3$ необхідно переглянути умови застосування пестициду.

8.3. ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ НАДХОДЖЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ У НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Для охорони навколишнього середовища та харчових продуктів від забруднення пестицидами необхідні такі заходи:

- удосконалення асортименту пестицидів шляхом створення оптимальних з екологічної точки зору речовин, менш токсичних, більш ефективних і селективних (вибіркової дії) препаратів;
- посилення екологічних вимог до пестицидів шляхом створення

ефективних законодавчих заходів, що перешкоджають використанню препаратів з несприятливими санітарно-токсикологічними та екологічними властивостями;

- дотримання регламентів використання пестицидів відповідно до рекомендованих норм та строків застосування;

- скорочення витрат пестицидів шляхом удосконалення методів обробки та апаратури (застосування малооб'ємного, ультрамалооб'ємного, електростатичного і контактного обприскування посівів);

- обмеження площ, що оброблюються хімічними засобами, з урахуванням економічних порогів чисельності шкідників, поширення бур'янів і прогнозу розвитку хвороб шляхом проведення профілактичних полосних та крайових обробок полів проти мігруючих шкідників, локального або вибіркового внесення гербіцидів на сильно забур'янені ділянки поля;

- скорочення витрат пестицидів шляхом застосування комбінованих препаратів, бакових сумішей;

- використання інсектицидів внутрішньорослинної дії, які здатні проникати у клітини рослин і з соком потрапляти в кореневу систему, сім'ядолі та перші листочки, коли передпосівною обробкою насіння досягається тимчасова токсикація сходів;

- розробка і використання нових ефективних інсектицидів з поліпшеними санітарно-токсикологічними та екологічними характеристиками (мікробіопрепарати, регулятори росту комах, антифіданти);

- зменшення обсягів застосування хімічних засобів завдяки вдосконаленню методів оцінки чисельності шкідливих об'єктів і прогнозуванню їх поширення;

- зменшення пестицидного навантаження на навколишнє середовище шляхом широкого застосування агротехнологічних та біологічних методів знищення шкідливих організмів чи значного зниження їх життєдіяльності;

- розробка та впровадження інтегрованого методу захисту рослин.

Широко впроваджуються у виробництво та мають високий економічний ефект застосування в посівах сільськогосподарських культур *системи інтегрованого захисту рослин*, які базуються на науково-обґрунтованих і екологічно безпечних системах комплексних заходів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами. Вони плануються і проводяться з урахуванням особливостей розвитку шкідливих організмів і рослин, що ними пошкоджуються, а також зональних особливостей їх застосування. Системи інтегрованого захисту включають такі методи: імунологічний, біологічний, агротехнологічний, біотехнологічний, хімічний та карантин рослин. Також передбачають виконання комплексу профілактичних прийомів, які дають можливість помітно скоротити розвиток шкідливих організмів та стримувати поширення бур'янів. За рахунок науково обґрунтованих сівозміни та системи обробітку ґрунту, полосного висівання культур, використання стійких сортів і гібридів створюються умови, що пригнічують популяції шкідників і збудників хвороб та позбавляють їх можливості зберігатися у резерваціях в несприятливі

періоди року.

Поряд з цим вони передбачають зниження обсягу застосування хімічних засобів при збереженні ключового значення пестицидів, успішне застосування яких потребує знань біології та екології рослин. Вдосконалення прогнозу та контролю за поширенням шкідливих організмів передбачає обмеження обсягів застосування хімічних засобів з урахуванням економічних порогів шкідочинності шкідників, бур'янів і хвороб. Для зменшення негативної післядії хімічних препаратів передбачається дотримання регламентів їх використання, а також категорично забороняється використовувати препарати, які не дозволені відповідними державними установами. Таким чином, використання пестицидів повинно призводити не до руйнування агроценозів, а до їх корекції в напрямку оптимізації фітосанітарного стану. Крім того, пропонується застосування органо-синтетичних фунгіцидів, інсектицидів і гербіцидів, які завдають мінімум шкоди навколишньому середовищу і здатні до повного розкладання в ґрунті на нешкідливі компоненти.

Одним із шляхів вирішення екологічної проблеми зменшення пестицидного навантаження на навколишнє середовище є *використання біостимуляторів росту рослин* як невід'ємного елемента інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Їх застосування дає можливість зменшити обсяги використання пестицидів на 25-40%.

Важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища, збільшення урожайності сільськогосподарських культур на 15-20% та покращення якості продукції. Під впливом біостимуляторів підсилюються адаптивні реакції рослин до конкретних умов вирощування, зменшується вплив стресових факторів, як природного, так і антропогенного походження. Науковими установами різних країн показано зменшення надходження іонів важких металів та радіонуклідів у продукцію рослинництва, підвищення стійкості до несприятливих погодних умов та до ураження їх шкідниками і хворобами. Останніми роками доведено зменшення мутагенної дії різних полютантів на рослинні клітини за рахунок підсилення детоксикації їх окислювально-відновлювальними ферментними системами вищих рослин. Зазначене дає можливість отримання екологічно безпечної продукції рослинництва.

В цілому, під впливом біостимуляторів повніше реалізується генетичний потенціал рослин, створений природою та селекційною роботою. В цьому плані наноекобіотехнології стають реальними конкурентами технологій з використанням генетично модифікованих рослин.

Вплив біостимуляторів на зростання продуктивності посівів пов'язаний з тим, що вони інтенсифікують життєдіяльність клітин рослинних організмів, підвищують проникність міжклітинних мембран та прискорюють в них біохімічні процеси, що призводить до підвищення схожості та енергії проростання насіння, посилення процесів живлення, дихання та фотосинтезу, прискорення досягання посівів на 5-7 днів. Зимостійкість озимих зернових культур підвищується під впливом біостимуляторів за рахунок більш глибокого розміщення вузлів кущення рослин та більшого накопичення в них цукру.

Поряд з впливом на урожай, біостимулятори покращують його якість (істотно збільшують вміст клейковини в озимій пшениці; екстрактивних сполук в зерні ячменю; протеїну в кукурудзі; олії в насінні соняшника, ріпаку і сої; цукру в коренеплодах цукрових буряків; крохмалю в бульбах картоплі). Біостимулятори сприяють розвитку міцної та розгалуженої кореневої системи з утворенням здорового мікробіологічного оточення в ризосфері з підсиленням розвитку фосформобілізуювальних та азотфіксувальних бактерій, а також нагромадженню більшої кількості органічної речовини в ґрунті.

Вітчизняними вченими створено такі біостимулятори росту – Емістим С, Агростимулін, Зеастимулін, Біосил, Біолам, Радостим для обробки насіння перед посівом, для застосування в посівах різних видів сільськогосподарських культур у різних фазах їх розвитку. Крім польових культур, регулятори росту рослин також застосовують на пасовищах для отримання екологічно безпечної біомаси для відгодівлі тварин. Біостимулятори значно підвищують продуктивність садів і виноградників та мають велике значення для лісівництва.

Препарати Біолам, Радостим, Емістим С є водно-спиртовими екстрактами продуктів життєдіяльності слизовиків (або міксоміцетів): аналоги фітогормонів, амінокислоти, жирні кислоти, в тому числі поліненасичені, аміоцукри та олігосахариди. Всі ці сполуки є природними і екологічно безпечними. Для їх отримання з кореневої системи женьшеню вилучають мікроскопічні гриби-мікроміцети та культивують за допомогою методів біотехнології в стерильних умовах поживного середовища. Інші препарати містять збалансовані композиції природних продуктів, мікроелементів та аналогів фітогормонів.

Багаторічними дослідженнями доведено, що ряд вітчизняних біостимуляторів за ефективністю не поступаються таким відомим закордонним препаратам, як Агріспон (США), Вуксал (Німеччина), Лактофол (Болгарія) та деяких інших. За даними перевірки на посівах цукрових буряків у наукових установах України біостимулятор Агріспон за впливом на цукристість коренеплодів та збір цукру істотно поступався відомому вітчизняному препарату Емістим С при дозі майже у 100 разів більший та вартості у десятки разів вищій від українського.

За результатами багаторічної перевірки кращих українських біостимуляторів у Росії, Білорусі, Казахстані, Німеччині та Китаї, у порівнянні з іноземними, вони визнані найбільш ефективними і рекомендовані для широкого застосування. Державна реєстрація українських регуляторів росту рослин у вище перерахованих країнах, зацікавленість в США, підтверджують світовий рівень створеного потенціалу. Зареєстрований у Німеччині препарат Агростимулін з успіхом використовують на зернових культурах, ріпаку, спаржі тощо.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Що таке пестициди? Як їх класифікують?*
- 2. Які організації здійснюють контроль за застосуванням пестицидів?*

3. *Що вивчає екотоксикологія пестицидів?*
4. *Назвіть показники токсиколого-гігієнічної оцінки пестицидів.*
5. *В чому полягає негативний вплив пестицидів на здоров'я людини?*
6. *Які екологічні вимоги до пестицидних препаратів?*
7. *Назвіть шляхи зменшення надходження пестицидів у навколишнє середовище.*
8. *Охарактеризуйте застосування регуляторів росту рослин як альтернативи хімічним засобам захисту рослин.*

Розділ ІХ

ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР В АГРОСФЕРІ

9.1. БІОЛОГІЧНА ДІЯ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ. НАДХОДЖЕННЯ ТА НАГРОМАДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ В РОСЛИННИХ І ТВАРИННИХ ОРГАНІЗМАХ

Іонізуючим випромінюванням називають будь-яке випромінювання, взаємодія якого з атомами і молекулами речовини приводить до утворення заряджених іонів – позитивних та негативних. Іонізація відбувається шляхом відриву електрона від зовнішніх електронних оболонок атома.

Джерела іонізуючих випромінювань поділяються на дві основні групи: природне випромінювання; випромінювання штучних радіонуклідів.

Природне випромінювання є складовою частиною біосфери, екологічним фактором, який впливає на всі живі організми і створює так званий природний радіаційний фон. Воно утворюється за рахунок трьох джерел:

- космічне випромінювання – це галактичне випромінювання, яке приходить на землю ззовні Сонячної системи – з галактичного простору, а також сонячне випромінювання, зумовлене активністю Сонця;

- випромінювання зовнішніх земних джерел зумовлене радіоактивністю земної кори, води та атмосфери. В земній корі, рудах і ґрунті міститься близько 70 радіоактивних ізотопів 25 елементів. Під дією багатоступеневого альфа- і бета-розпаду ці елементи утворюють ряд радіоактивних ізотопів, які служать джерелом іонізуючого випромінювання. Вміст природних радіонуклідів у земній корі та водоймищах змінюється в досить широкому діапазоні, тому природний радіаційний фон в різних місцях на Землі не однаковий;

- внутрішні джерела випромінювання – це радіонукліди, що потрапляють у рослини з ґрунту, а також в організми людей і тварин разом з повітрям, водою, їжею.

Природний радіаційний фон вважається одним з головних факторів природного мутагенезу, який відіграє важливу роль у процесі еволюції живих організмів, а також однією із причин виникнення злоякісних новоутворень і спадкових захворювань.

Слід зазначити, що, починаючи з минулого століття, природний радіаційний фон Землі поступово зростає внаслідок індустріалізації суспільного виробництва (надходження в навколишнє середовище кам'яного вугілля, нафти, газу, будівельних матеріалів, руди металів, солей внаслідок їхнього видобування і використання).

Випромінювання штучних радіонуклідів. Штучні радіонукліди

утворюються внаслідок ядерних реакцій, які здійснюють шляхом опромінення (бомбардування) звичайних елементів або їхніх природних ізотопів частинками високих енергій. Велика кількість радіоактивних речовин утворюється під час ядерних вибухів, за рахунок роботи підприємств атомної енергетики.

За майже п'ятдесятирічний період розвитку атомної енергетики в світі зареєстровано понад 150 аварій на підприємствах ядерної енергетики, які супроводжувались викидами в навколишнє середовище радіоактивних речовин.

До найважчих аварій як за обсягом викиду, так і за вмістом у викиді довгоживучих радіонуклідів (стронцій-90, йод-131 та цезій-137) належить аварія на Чорнобильській АЕС, коли викид відбувся на висоту до 7 км. Внаслідок аварії на ЧАЕС значна територія України забруднена радіоактивними ізотопами з великим періодом напіврозпаду, високою міграційною здатністю в системі «земля – рослина – людина» і властивістю накопичуватися у рослинах і потрапляти згодом в організми людини (рис. 9.1).

Біологічні зміни, спричинені радіацією, позначаються на різних рівнях організації живого: молекулярний – ушкодження ДНК, РНК, ферментів, порушенні процесів обміну; субклітинний – ушкодження біологічних мембран, ядер, хромосом, мітохондій, лізосом; клітинний – припинення поділу і загибель клітин, перетворення їх на злоякісні; органний – ураження кісткового мозку, центральної нервової системи, травного каналу; цілісний організм – скорочення тривалості життя або загибель; популяція – зміна генетичних характеристик в окремих індивідів внаслідок генних і хромосомних мутацій.

Фактори підвищеної небезпеки радіонуклідів, які потрапили в організм:

- Якщо при зовнішньому опроміненні усі тканини опромінюються рівномірно, то при внутрішньому опроміненні відбуваються процеси формування високих локальних доз для тканини, так як деякі радіонукліди вибірково нагромаджуються в окремих тканинах і органах.

- Збільшення небезпеки альфа- і бета-випромінювачів, які внаслідок низької проникаючої здатності при зовнішньому опроміненні не викликають загрози або мало впливають на внутрішні тканини організму, проте стають надзвичайно сильними джерелами іонізуючої радіації при потрапленні в організм.

- Внутрішнє опромінення організму відбувається протягом тривалого строку.

Надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини значною мірою залежить від щільності його забруднення, агрохімічних властивостей ґрунту, біологічних властивостей рослин, фізико-хімічних особливостей радіоактивних речовин.

Вбирання радіонуклідів ґрунтом зменшує надходження їх у рослини: чим сильніше радіонукліди адсорбуються ґрунтовим вбирним комплексом, тим менше вони будуть вимиватися опадами, мігрувати по профілю ґрунту і у менших кількостях надходити в рослини. Ступінь закріплення радіонуклідів залежить від типу ґрунту, концентрації катіонів у ґрунтовому розчині.

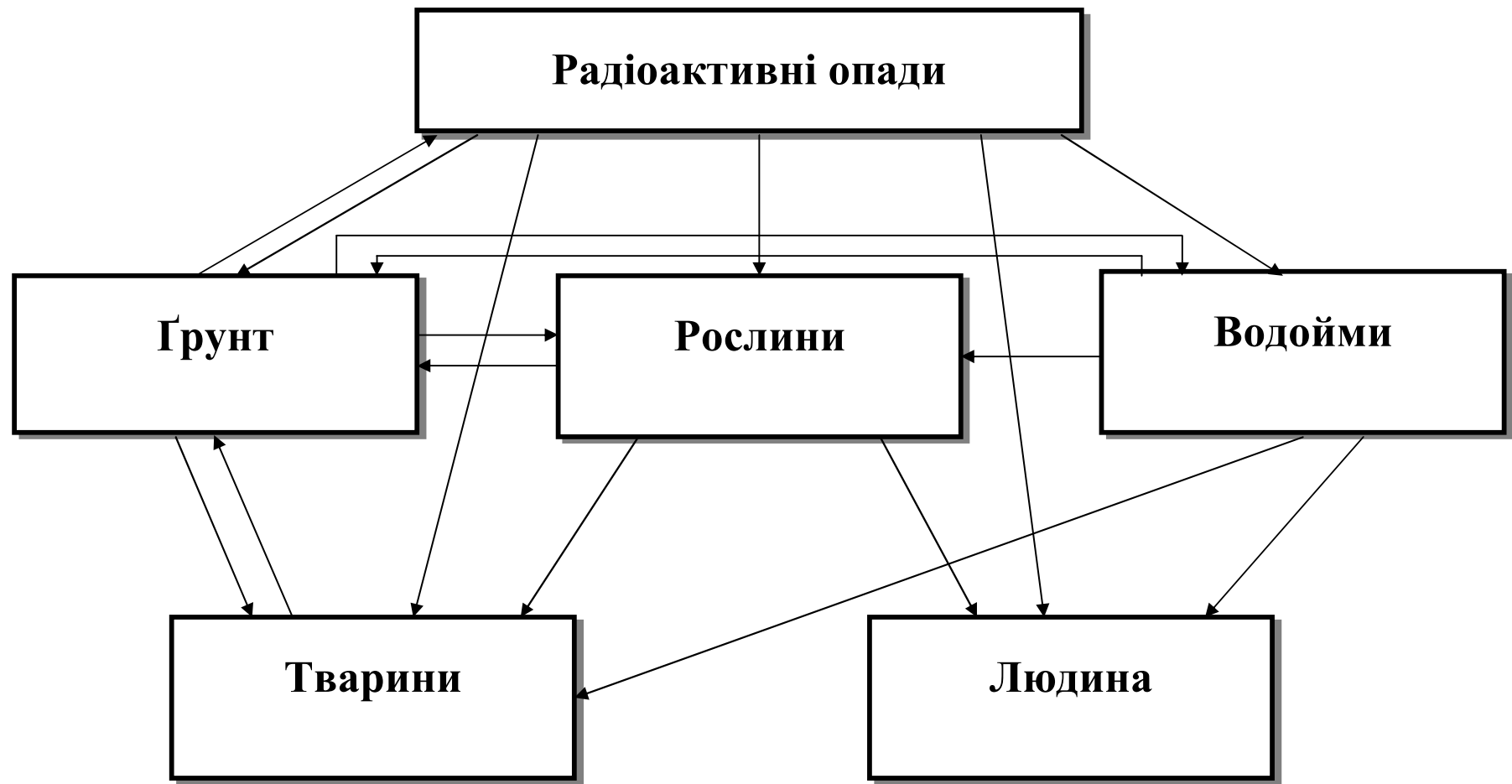


Рис. 9.1. Схема шляхів міграції радіоактивних речовин (за М.М.Городнім та ін., 1993)

Найкраще утримуються радіонукліди стронцію і цезію мулистою фракцією ґрунту. Це обумовлене тим, що дрібні фракції ґрунту (фізична глина, мул) характеризуються високою поглинальною ємністю внаслідок значної поверхні, підвищеного вмісту гумусу, кальцію, магнію, калію. Тому на ґрунтах важкого гранулометричного складу з високим вмістом фізичної глини і мулу радіонукліди нагромаджуються в рослинах у значно меншій кількості, ніж на легких.

Інтенсивність переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини також залежить від суми обмінних катіонів, а також від кислотності ґрунту. Це пояснюється тим, що в кислих ґрунтах підвищується рухомість радіоактивних елементів, послаблюється ступінь закріплення їх у ґрунті і зростає доступність рослинам. Надходження радіонуклідів з кислих ґрунтів значно зростає порівняно із слабокислими, нейтральними або слаболужними, тому необхідно нейтралізувати кислотність ґрунтів шляхом внесення вапнякових матеріалів.

Вміст радіонуклідів в урожаї основних сільськогосподарських культур прямо пропорційний їх вмісту в ґрунті. Для оцінки надходження радіонуклідів з ґрунту в рослини користуються *коефіцієнтом переходу* – це відношення вмісту радіонукліду в одиниці маси рослин (Бк/кг) та ґрунту (кБк/м²) відповідно, який визначається за формулою:

$$K_n = \frac{K_{\text{рослин}}}{K_{\text{ґрунту}}}, \quad (9.1.)$$

Де K_n – коефіцієнт переходу, (Бк/кг)/(кБк/м²); $K_{\text{рослин}}$ – вміст радіонукліду в рослинах, Бк/кг; $K_{\text{ґрунту}}$ – вміст радіонукліду в ґрунті, кБк/м².

Здатність культурних рослин до нагромадження радіонуклідів також залежить від їхніх біологічних особливостей:

- різної тривалості вегетаційного періоду – за короткий вегетаційний період рослини встигають менше накопичувати радіонуклідів;
- характеру розподілу кореневої системи – так як радіонукліди накопичуються в поверхневому шарі ґрунту, то рослини з поверхневим розміщенням кореневої системи будуть більше нагромаджувати радіонуклідів;
- різної продуктивності – радіонукліди в рослині концентруються в основному у вегетативних частинах (листяках, стеблах), тому із зростанням урожайності вміст радіоактивних речовин на одиницю маси зменшується.

За ступенем накопичення радіонуклідів овочеві культури розташовуються в наступному зростаючому порядку: капуста, огірки, кабачок, томати, цибуля, перець солодкий, часник, салат, картопля, морква, буряк, редька, редиска, горох, боби, квасоля, щавель. У садівництві до радіоактивного забруднення урожаю більшою мірою схильні червона і чорна смородина, агрус, у меншій мірі – суниця садова, полуниця, малина, яблука, груші, вишня, слива, черешня.

Надходження радіоактивних речовин в організм сільськогосподарських тварин відбувається через травний канал, органи дихання, а також через шкірні покриви.

Радіоактивні речовини, які всмоктались у кров, розносяться з її током по

органах і тканинах тварин, де частково затримуються, вибірково концентруються в окремих органах.

Існує три головних типи розподілу радіоактивних речовин в організмі ссавців:

- *скелетний тип* властивий лужноземельним радіоактивним елементам (радіонукліди кальцію та його хімічного аналога – стронцію), а також нукліди барію, радію, плутонію, урану, які нагромаджуються в кістках скелету;

- *ретiculoендотеліальний тип* розподілу властивий радіоактивним нуклідам рідкоземельних металів цезію, празеодиму, цинку, торію і трансурановим елементам, які нагромаджуються в зовнішніх оболонках внутрішніх органів (селезінці, печінці та інших);

- *дифузний тип* розподілу властивий нуклідам лужних елементів (натрію, калію, рубідію, цезію), а також водню, азоту, вуглецю, полонію та деяким іншим, які рівномірно поширюються по всьому організму.

Для частини радіоактивних елементів властивий дуже високий ступінь нагромадження в окремих спеціалізованих органах і тканинах. Так, нукліди йоду нагромаджуються у великій кількості у щитовидній залозі внаслідок специфіки обміну речовин у цьому органі.

Ступінь радіаційного впливу інкорпорованих радіоактивних речовин на окремі органи і в цілому на тварину залежить від тривалості перебування їх в організмі. Деякі з них включаються у процеси обміну, швидко метаболізуються і можуть протягом короткого часу (кілька діб або тижнів) виводитись з організму разом з продуктами матаболізму. Так, нуклід водню тритій, який бере участь у водному обміні, протягом кількох тижнів повністю виводиться з організму ссавців разом з сечею, в той час як ^{45}Ca та ^{90}Sr , які беруть участь у процесі формування кісткової тканини, можуть практично без зменшення їх кількості перебувати в організмі тварини усе її життя.

9.2. ЗМЕНШЕННЯ НАДХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ТА ДЕЗАКТИВАЦІЯ ПРОДУКЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Залежно від властивостей ґрунту, ступеня його забруднення радіоактивними речовинами, а також від виду сільськогосподарських культур, застосовують різні засоби, здатні зменшити радіоактивність продукції рослинництва у багато разів. Їх умовно поділяють на дві групи:

- *загальні заходи*, використання яких забезпечує родючість ґрунту, підвищення врожайності і водночас зменшує перехід радіоактивних речовин у рослини;

- *спеціальні заходи*, головною метою яких є тільки зменшення надходження радіоактивних речовин у рослини.

На практиці застосовують комплекс заходів, що технологічно пов'язані між собою і включають п'ять головних компонентів, які включають загальні та спеціальні заходи зниження надходження радіоактивних речовин у рослини:

- обробіток ґрунту;

- застосування меліорантів та добрив;
- зміна структури сівозміни;
- керування режимом зрошення;
- внесення спеціальних речовин та сполук.

Головним джерелом надходження радіоактивних речовин в організм тварин є корми (понад 90%) і вода. Прийоми, які сприяють зменшенню переходу радіонуклідів з кормів та води у продукти тваринництва складаються з таких заходів:

- правильне складання раціонів з врахуванням ступеня забруднення кормів радіоактивними речовинами, здатності різних видів рослин до нагромадження окремих радіонуклідів та коефіцієнту переходу окремих радіоактивних речовин в різні продукти;
- включення до раціонів добавок (калій та кальцій у вигляді мінеральних солей) та спеціальних препаратів, які запобігають надходженню радіонуклідів із кормів в організм тварин (радіопротектори);
- включення до раціону кормів, що містять калій (кукурудзяний силос, картопля, буряки, деякі види бобових і злакові кормові трави, соняшникова та лляна макуха, виноградні вижимки).

Радіоактивні речовини надходять у рослини і далі в організм тварин переважно у формі розчинних у воді елементів, тому будь-яка технологічна переробка, яка передбачає відокремлення рідини шляхом *віджимання, фільтрування, центрифугування та інших способів, крім висушування*, забезпечуватиме дезактивацію продукції. Наприклад: переробка на крохмаль бульб картоплі зменшує вміст радіонуклідів 50 разів; переробка на цукор забрудненої цукрової сировини зменшує вміст радіоактивних речовин в 50-70 разів порівняно з коренеплодами; екстрагування жирів органічними розчинниками, які не розчиняють ^{90}Sr і ^{137}Cs , при виготовленні олії з соняшника, льону, сої, конопель, кукурудзи досягається високий ступінь очистки від радіоактивних речовин, а після рафінування олія придатна для безпечного вживання.

Існують й інші технології отримання із забруднених радіоактивними речовинами рослин "чисті" продукти, що мають високу харчову та технологічну цінність. Це технології добування найрізноманітніших вуглеводів, ферментів, вітамінів, амінокислот, органічних кислот та ін.

Високорадіоактивні відходи, які залишаються після добування головного продукту, можуть використовуватися для добування етилового спирту. При переробці вуглеводів продуктів рослинництва на етиловий спирт практично всі радіоактивні речовини залишаються у середовищі бродіння. Добутий внаслідок дистиляції продукт виявляється у тисячу і більше разів чистішим, ніж вихідний матеріал.

Картоплю звільняють від радіонуклідів вимочуванням протягом 3–4 годин в злегка підсоленій воді, при цьому виводиться до 40% радіонуклідів. Тушкування очищеної морквини знижує вміст в ній ^{137}Cs на 50%, очищеного буряка до 30%, а помідорів – до 50%.

Консервація знижує вміст ^{137}Cs в шпинаті і капусті до 20%; очищення, миття та кип'ятіння цибулі – до 50%. Соління, маринування огірків знижує вміст цезію-137 до 15%, консервація – до 6% від початкового їх вмісту.

Основна частина радіоактивних елементів з грибів може бути виведена при варінні їх в 2% розчині солі (до 20%); при вимочуванні як свіжих, так і сухих грибів в такому ж сольовому розчині – до 10–20%, при обварюванні кип'ятком – до 10–40%.

Помел зерна пшениці в білу муку знижує вміст цезію-137 до 20–80% від початкового їх вмісту, в темну муку – до 5–10% (а стронцію-90 – до 10–20%), в манну крупу – до 15–50%.

Технологічна переробка є також ефективним способом дезактивації продукції тваринництва. Так, вважається, що при переробці молока можна видалити з нього практично повністю ^{90}Sr та ^{137}Cs . Технологічні процеси очистки молока від радіонуклідів включають іонообмінні смоли, та солі, які активно їх зв'язують. Кулінарна обробка також досить ефективний засіб дезактивації м'яса.

У вареному м'ясі (яловичина, свинина, баранина тощо) залишається 40% радіонуклідів від тих, що містилися в свіжому м'ясі. В бульйоні залишається до 60% від кількості ^{137}Cs , що містилася в свіжому м'ясі.

Солі радіоактивного цезію мають тенденцію залишатися у водній фазі, тому переробка молока є ефективним способом зниження вмісту радіонуклідів в кінцевих молочних продуктах. Дослідженнями встановлено, що радіонукліди цезію і стронцію не пов'язані з жировою фазою молока, тому переробка молока на жирні молочні продукти (вершки, масло) істотно знижує надходження радіонуклідів в харчовий ланцюжок.

При переробці молока на вершки перехід ^{137}Cs складає 4,5–10% (середнє – 7,5%), на масло – 0,2–1,0% (середнє – 0,5%). При сепарації молока у вершки навіть у виробничих умовах переходило 2,7–5,2% стронцію-90. Отримання на сепараторі з молока вершків і подальше розбавлення їх чистою кип'яченою водою – ефективний спосіб зменшення вмісту ^{137}Cs в дитячих продуктах харчування. В пахті при цьому залишається 95% цезію-137 і 93% стронцію-90, тому такий продукт треба виключати з раціону при відгодівлі телят, свиней, птиці тощо.

При переробці молока в сири вміст ^{137}Cs знижується при сичужном зброджуванні до 1–5%, при молочнокислому зброджуванні – до 10–12%. Звичайно, практично всі радіонукліди залишаються в сироватці, тому таку сироватку не можна використовувати для приготування млинців, оладок тощо.

9.3. ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР НА ТЕРИТОРІЯХ, ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ

Значне забруднення сільськогосподарських угідь радіонуклідами (за зоною відчуження це переважно ^{137}Cs) обумовило розробку та впровадження спеціальних захисних заходів (контрзаходів), які знижують надходження радіонуклідів із забрудненого ґрунту до рослин.

Основні складові комплексу контрзаходів застосовуються в рослинництві та, зокрема, кормовиробництві, так як воно є основною ланкою в забрудненні продукції тваринництва.

Найбільш ефективними методами зменшення радіонуклідного забруднення кормів є підвищення продуктивності травостанів шляхом поверхневого та докорінного поліпшення кормових угідь. Поверхнєве поліпшення угідь включає внесення добрив та підсів кормових трав на існуючих сінокосах та пасовищах. Докорінне поліпшення угідь передбачає гідротехнічні (осушення, зрошування), культуртехнічні (розчищення території від чагарникової рослинності, первинний обробіток ґрунту) та агротехнічні заходи (внесення вапна та добрив, посів травосумішей).

Одним з ефективних заходів зменшення вмісту цих елементів у продукції є підбір культур, які поглинають незначну кількість радіонуклідів, і культур, які, навпаки, засвоюють їх з ґрунту у великих кількостях. За дослідними даними, відносно мало поглинають важких металів зернові і багато — бобові (конюшина, люцерна, горох, квасоля та ін.). Тому зелену масу бобових трав слід згодовувати дуже обережно певним віковим групам тварин на відгодівлі і не можна її згодовувати дійним коровам, птиці.

Зерно злакових культур нагромаджує мало важких металів (0,2% маси врожаю). Тому на забруднених радіонуклідами територіях доцільно вирощувати передусім зернові культури і виробляти свинину, м'ясо птиці і яйця. Поголів'я великої рогатої худоби на відгодівлі тут потрібно зменшувати, молоко переробляти на масло, сир, сметану, оскільки при його переробці важкі метали залишаються в сироватці. М'ясо худоби і свиней використовують згідно з існуючими щодо цього спеціальними вказівками.

Деякі види коренеплодів і бульбоплодів менше акумулюють важких металів порівняно з іншими культурами. Наприклад, у картоплі вони залишаються в бадиллі. Топінамбур сприяє виведенню радіонуклідів з організму, тому посіви його слід збільшувати, особливо на свино- і молочнотоварних фермах.

Зелену масу першого укусу з посівів багаторічних трав і на пасовищах краще не згодовувати тваринам, а виготовляти з неї сінаж, який потім давати відгодівельному молодняку (групи дорошування). Звичайно, крім цих заходів, треба проводити суворий радіаційний контроль як одержуваних кормів, так і продукції тваринництва.

Основним агротехнічним заходом є глибока ярусна і плантажна оранка, під час якої верхній шар ґрунту переміщується на 40 см вглиб, що зменшує концентрацію радіонуклідів в його орному шарі. Однак цей захід ефективний у районах з глибоким гумусовим горизонтом та на сірих лісових ґрунтах Лісостепу. У поліських районах на опідзолених ґрунтах, де гумусовий горизонт незначний, а нижче залягають оксидні сполуки алюмінію і заліза, він недоцільний. Тут слід вносити вапно та підвищені норми гною для того, щоб зменшити шкідливу дію цезію і стронцію.

Для інактивації цезію треба збільшувати дози калійних добрив. Калій здатний витіснити цезій під час засвоєння елементів живлення кореневою

системою. Аналогічну дію має кальцій вапна та гіпсу відносно стронцію.

Таким чином, змінюючи дозування та співвідношення елементів живлення в мінеральних добривах, а також підбираючи відповідний видовий склад рослин можливо зменшити вміст важких металів у зерні, кормах, технічній сировині в 3-4 рази.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Що таке іонізуюче випромінювання? Назвіть групи джерел іонізуючого випромінювання.*
- 2. Розкрийте природу та біологічну дію іонізуючого випромінювання.*
- 3. Назвіть джерела радіоактивного випромінювання. Що таке природний радіаційний фон?*
- 4. Назвіть фактори підвищеної небезпеки при потраплянні радіонуклідів в організм людини.*
- 5. Як здійснюється надходження радіонуклідів в організм сільськогосподарських тварин?*
- 6. Назвіть шляхи надходження радіонуклідів в рослини.*
- 7. Від яких факторів залежить інтенсивність переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини?*
- 8. Назвіть три головні типи розподілу радіоактивних речовин в організмі ссавців.*
- 9. Назвіть заходи зниження вмісту радіонуклідів та дезактивації продукції сільського господарства.*
- 10. Які є ефективні заходи зменшення кількості радіонуклідів в продукції рослинництва при веденні сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях?*

Розділ X

ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

10.1. СУТЬ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Нераціональне використання пестицидів і мінеральних добрив (особливо азотних), створення великих тваринницьких комплексів, надмірне розорювання земель, порушення оптимального співвідношення між орними, залуженими землями і лісосмугами, ігнорування природоохоронних заходів при меліорації угідь, недотримання науково обґрунтованих технологій вирощування сільськогосподарських культур тощо призвело до посилення негативного впливу на природу.

Екологічна конверсія та екологізація всіх ланок сільськогосподарського виробництва може стримати подальшу деградацію і виснаження ґрунтів, стабілізувати розвиток агросфери, знизити її залежність від техносфери, забезпечити умови для еколого-економічного збалансованого розвитку.

Екологічна конверсія – це така зміна (або перебудова) усіх видів виробництва, яка передбачає зниження їх негативного впливу на навколишнє середовище шляхом екологізації. Екологічна конверсія є умовою забезпечення невід’ємного права кожної людини на використання екологічно чистого навколишнього середовища.

Екологізація – це поширення екологічних принципів та підходів на природничі та гуманітарні науки, на виробничі процеси та соціальні явища. Конкретними можливостями екологізації в галузі виробництва є бережливе використання невідновлюваних ресурсів, економія енергії, відновлення лісів, повне знешкодження всіх видів відходів до їхнього надходження у навколишнє середовище. У сучасний історичний період найбільшу актуальність має переведення виробництва на маловідходні та безвідходні технології.

Маловідходна технологія — це спосіб виробництва продукції, при якому шкідливий вплив на навколишнє середовище не перевищує рівень, що допускається санітарно-гігієнічними нормами, а відходи направляються на тривале зберігання чи переробку.

Безвідходна технологія – це спосіб виробництва продукції, при якому найбільш раціонально і комплексно використовується сировина і енергія таким чином, що будь-які впливи на навколишнє середовище не порушують його нормального функціонування. У безвідходних технологіях уся сировина перетворюється в продукцію, технологічний процес не дає відходів і всі компоненти сировини знаходять застосування.

Однією з форм екологічної конверсії є *ренатуралізація*, тобто ліквідація негативних наслідків господарської діяльності інженерними засобами з метою відновлення природних екосистем на деградованих та спустошених територіях. Основними видами ренатуралізації є: 1) відновлення колишніх русел річок, де вони були штучно випрямлені в інтересах судноплавства; 2) ліквідація протиповеневих валів біля русел річок; 3) ліквідація зрошувальних та осушувальних меліоративних систем тощо.

Основні напрямки екологічної конверсії у сільськогосподарському виробництві:

1. *Створення лісо-луко-пасовищної рівноваги:* підвищення біологічного різноманіття ландшафтів, зниження розвитку вітрової та водної ерозії шляхом лісонасадження в ерозійно небезпечних місцях, культурне залуження.

2. *Відновлення природних біогеохімічних циклів:* контроль за надходженням органічних речовин у ґрунт, перехід до оптимальних пасовищних навантажень, децентралізація тваринництва.

3. *Оздоровлення ґрунтів:* удосконалення структури посівних площ і сівозмін з метою більш повного використання біокліматичного потенціалу, покращення фітосанітарного стану ґрунту і агрофітоценозів, підтримання оптимального балансу органічної речовини та біологічного стану ґрунту; застосування ґрунтозахисних енергозберігаючих технологій обробітку ґрунту, які забезпечують покращення його агрофізичних властивостей та підвищення протиерозійної стійкості; екологічнобезпечне застосування усіх резервів органічних добрив в т.ч. відходів тваринництва, соломи, інших рослинних решток, біомаси сидератів у кількості і співвідношеннях, що забезпечують підтримання на оптимальному рівні гуміфікаційні процеси, фізико-хімічний стан ґрунту; високоефективне та екологічнобезпечне застосування промислових мінеральних добрив, хімічних меліорантів, засобів захисту рослин від хвороб і шкідників та контролю над бур'янами; створення парку легких сільськогосподарських машин, які менше ущільнюють ґрунт.

4. *Підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності агроєкосистем:* використання енерго- та ресурсозберігаючих технологій; створення сортів з підвищеним коефіцієнтом використання ФАР; підвищення використання біологічного азоту в агроєкосистемі (з 7-10% до 35-40%) за рахунок інтенсифікації азотфіксації шляхом застосування органічних добрив з високим вмістом вуглецю, збільшенням питомої ваги бобових культур та використання препаратів азотфіксувальних бактерій; ефективно використання промислових фосфорних добрив, ресурсів місцевих родовищ фосфатів та їх малорухомих запасів у ґрунтах за рахунок застосування препаратів фосфатмобілізувальних мікроорганізмів.

5. *Підвищення стійкості агроєкосистем:* перехід від інтенсивних систем землеробства до адаптивних; створення сортів, пристосованих до полікультур; розробка методів використання генофондів сільськогосподарських видів в конкретних агроєкосистемах.

6. *Забезпечення екологічної чистоти усіх видів сільськогосподарської продукції:* екологічна експертиза якості продовольства та кормів; широке

застосування біологічного методу боротьби з бур'янами та шкідниками; розробка агротехнологій і систем ведення сільськогосподарського виробництва на принципах органічного землеробства; зниження нітратів у продукції рослинництва шляхом створення сортів і гібридів рослин, які б не реагували на підвищення фону азотного живлення; створення базових агротехнологій і моделей ведення сільськогосподарського виробництва в зонах екологічного лиха в т.ч. на територіях забруднених радіонуклідами.

10.2. ЕКОЛОГІЧНА КОНВЕРСІЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ. ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГУМУСУ

Одним із елементів екологізації землеробства є *заборона на розорювання нових територій*.

Сьогоднішня система землекористування в Україні потребує змін. Інститут землеробства НААН України став ініціатором розробки концепції нового підходу до землекористування, яка полягає у *консервації* (тобто виведенні з ріллі на 5-10 років в резерв) *деградованих, техногенно забруднених, малопродуктивних земель*, а також таких, на яких за певних умов також може відбуватися активний розвиток ерозійних процесів.

До деградованих земель відносяться:

- а) земельні ділянки, поверхня яких порушена внаслідок землетрусу, зсувів, карстоутворення, повеней, добування корисних копалин тощо;
- б) земельні ділянки з еродованими, перезволоженими, з підвищеною кислотністю або засоленістю, забрудненими хімічними речовинами ґрунтами та інші.

До техногенно забруднених земель відносяться землі радіаційно небезпечні та радіоактивно забруднені, землі, забруднені важкими металами, іншими хімічними елементами тощо. На техногенно забруднених земельних ділянках неможливо одержати екологічно чисту продукцію, а перебування людей на них є небезпечним для їх здоров'я.

До малопродуктивних земель відносяться сільськогосподарські угіддя, ґрунти яких характеризуються негативними природними властивостями, низькою родючістю, а їх господарське використання за призначенням є економічно неефективним.

На консервованих землях проводять залуження або заліснення. Пропонується вилучити від 8 до 10 млн.га, з яких 2 млн. повинно піти під заліснення, близько 8 млн.га – під залуження. Вилучаючи схили з інтенсивного обробітку, з'являється можливість перенести хімічні меліоранти, добрива, пестициди, всі затрати пального на ті землі, які мають 2,5-3,5% гумусу.

В США на резервних землях забороняється навіть заготовлювати сіно до повного завершення гніздування птахів, виплачується компенсація фермерам за резервацію земель, а також за залуження берегів річок та ставків і за відмову від осушення. В Україні консервація ускладнена так як землі сільськогосподарського призначення розпайовані, а механізм їхнього

вилучення з обробітку відсутній.

Раціональне землекористування в сільському господарстві потребує переходу до *грунтозахисного обробітку ґрунту* (безвідвальна, безплужна оранка) та *грунтозахисних систем землеробства* з переважанням у сівозміні частки багаторічних трав. Система ґрунтозахисного обробітку передбачає застосування мінімального обробітку ґрунту та розширене відтворення родючості шляхом внесення органічних добрив, використовуючи для цього нетоварну частину врожаю (солому, стебла, гичку тощо), і сівбу сидеральних культур, використання біологічних препаратів для симбіотичної і несимбіотичної фіксації азоту, для покращення фосфатного режиму. Разом із застосування біостимуляторів росту і розвитку рослин, ефективним захистом рослин від шкідників і хвороб система ґрунтозахисного обробітку ґрунту становить основу ґрунтозахисних технологій вирощування культур, які розробляються під усі культури сівозміні. Вони підтримуються ще трьома ланками системи ґрунтозахисного землеробства: сівозміна, машини і насінництво (використання урожайних видів рослин і їх сортів, насіння високих репродукцій).

Окультурювання земель відбувається різними шляхами: рекультивація, фітомеліорація, хімічні та гідротехнічні меліорації ґрунтів.

Традиційні органічні добрива дещо непродуктивні при внесенні на великих площах внаслідок значних витрат на їх транспортування. Також мають місце невиробничі витрати поживних речовин під час компостування органічних добрив (втрати вуглекислого газу та газоподібних сполук азоту). Тому в даний час однією з найбільш важливих задач рослинництва є пошук нових видів добрив. Реально зменшити напругу у забезпеченні рослинництва органічними добривами можна одержанням комплексного органо-мінерального добрива з широким спектром використання за рахунок переробки місцевої сировини та відходів сільськогосподарського виробництва (сапропелів, торфу, пташиного посліду, підстилкового гною тощо).

В останні кілька десятків років стала популярною переробка органічних відходів методом вермикомпостування. Назва методу походить від латинського слова *vermis* – черв'як. Виведений в США дощовий каліфорнійський червоний черв'як характеризується значною тривалістю життя (до 15 років) і високим коефіцієнтом розмноження (1 : 1500 протягом року).

Перевагою вермикомпостування є те, що це безвідходна технологія, яка при порівняно незначних в промисловому масштабі витратах дає цінне, висококонцентроване та біологічно активне добриво – біогумус. Технологія переробки складається з трьох етапів: 1) підготування субстрату (корму для черв'яків) з органічних відходів; 2) переробка субстрату черв'яками відповідно до технологічних вимог; 3) доведення вермикомпосту до товарного вигляду (сушка до 50% вологості, просіювання, фасування, пакування та складування).

Основні переваги технології вермикомпостування в порівнянні з традиційним виробництвом компостів такі:

- скорочення строку біотермічної обробки органічної сировини;
- збалансоване співвідношення макро- та мікроелементів;

- відсутність втрат поживних речовин через повне їх використання рослинами;
- знезараження органічного субстрату від патогенної мікрофлори та насіння бур'янів;
- значне зниження витрат на внесення органіки в ґрунт через зменшення витрат пального;
- рівномірне та дозоване надходження поживних речовин з добрив до системи «ґрунт – ґрунтовий розчин»;
- пролонгована дія;
- підвищення врожайності сільськогосподарських культур на 25-30%;
- отримання біологічно повноцінної та екологічно чистої продукції.

Біогумус (або вермикомпост) містить високомолекулярні органічні сполуки, що утворилися в результаті переробки в травному каналі черв'яків органічних речовин (гною, соломи, листя, решток силосу, сіна, пташиного посліду, відходів харчової, м'ясної, плодоовочевої промисловості, комунального господарства). У біогумусі всі необхідні поживні речовини знаходяться у легкодоступному розчинному стані, завдяки чому є цінним добривом натурального походження пролонгованої дії. Біогумус – це також і мікробіологічне добриво, так як містить специфічну мікрофлору. Гумати, що містяться в біогумусі, нетоксичні, неканцерогенні, немутагенні. Біогумус не містить насіння бур'янів, не злежується і не має запаху, під час зберігання не втрачає своїх якостей (рис. 10.1).

В Україні у промислових масштабах виробляють рідкі органо-мінеральні добрива, які являють собою різні композиції на основі біогумусу. Препарати отримані із застосуванням сучасних мікробіологічних технологій, які надають їм унікальних властивостей. На відміну від традиційних мінеральних добрив, значна частина яких після внесення зв'язується у ґрунті, нові органо-мінеральні добрива повністю засвоюються при нанесенні на насіння і при позакореновому підживленні під час вегетації. Застосування органо-мінеральних добрив удосконалює метаболізм рослин, покращує мінеральне живлення, прискорює ріст і розвиток, захищає від фітопатогенів. Розроблені принципово нові комбіновані форми біогумусу з добавками мікробів-антагоністів збудників кореневої гнилі рослин, завдяки яким біодобрива не тільки прискорюють ріст і розвиток, але й ефективно захищають овочеві культури в закритому ґрунті, що дозволяє одержувати екологічно безпечну овочеву продукцію. При обробці насіння перед сівбою збільшується вміст мікроелементів у зерні зернобобових культур. Вміст важких металів навпаки при застосуванні органо-мінеральних добрив знижується. Застосування органо-мінеральних добрив впливає на активність мікробного ценозу кореневої зони рослин. Значно збільшується чисельність мікроорганізмів більшості еколого-трофічних і таксономічних груп і їх загальна маса. Це відбувається завдяки підвищенню кількості органічного субстрату у вигляді корневих виділень та кореневого опаду. Крім того препарати стимулюють проростання насіння і проявляють тенденцію до зниження токсичності ґрунту.

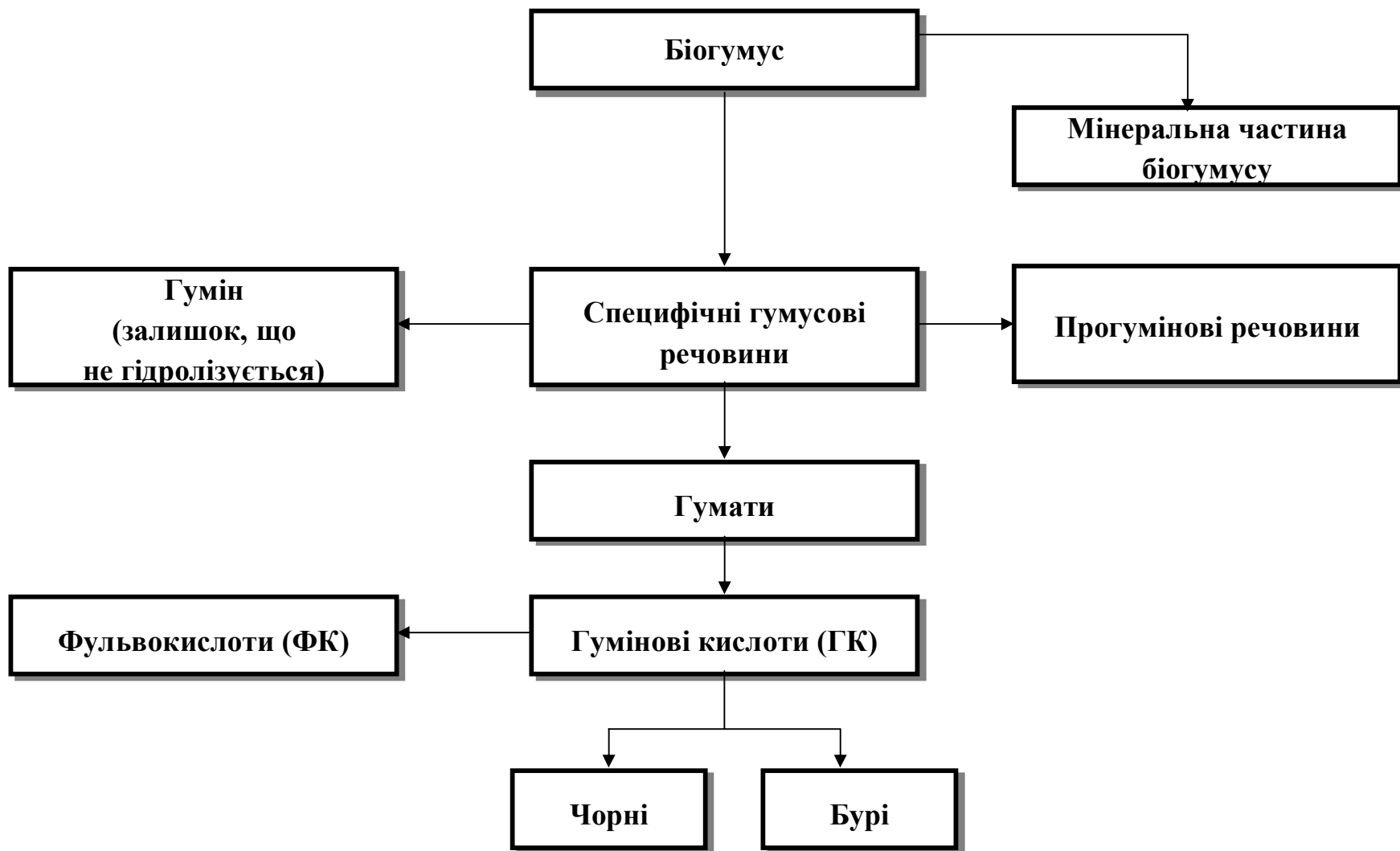


Рис. 10.1. Склад біогумусу (за М.М.Городнім та ін., 1993)

Рідке комплексне органо-мінеральне добриво "*Оазис*" – це рідина світло-коричневого кольору. Добриво призначене для позакореневого підживлення сільськогосподарських та декоративних культур. Головна перевага "Оазису" полягає в тому, що макро- і мікроелементи знаходяться у фізіологічно-активній органо-мінеральній формі, що дозволяє при невисоких дозах забезпечувати суттєве посилення росту і розвитку посівів, підвищення урожаю. Крім того, до його складу входять гумінові, фульвокислоти, біологічно активні речовини з антистресовою активністю.

"*Гумісол*" містить макро- і мікроелементи у легкозасвоюваному стані, природні гумінові речовини, а також понад 40 органічних сполук (амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони), що стимулюють й активізують в рослинах фізіологічні й біохімічні процеси. У добриві в концентрованому і збалансованому вигляді збережені спори ґрунтових мікроорганізмів. "Гумісол" сприяє зміцненню імунної системи рослин, завдяки чому вони краще борються зі збудниками хвороб, швидше відновлюються після пошкоджень. При обробці насіння сільськогосподарських культур цим препаратом підвищується схожість та енергія проростання, врожайність підвищується на 10-20%, зростає якість урожаю за рахунок зменшення вмісту нітратів, важких металів і радіонуклідів.

10.3. ЕКОЛОГІЧНА КОНВЕРСІЯ В ТВАРИННИЦТВІ. ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ

Щорічно в Україні накопичується близько 200 млн.т органічних відходів, з них 130 млн.т – у сільському господарстві, тому однією з центральних проблеми екологічної конверсії у тваринництві є встановлення рівноваги між рослинницькою та тваринницькою галузями господарства. Для повної переробки залишків рослин за нормами на 1 га орних земель повинно припадати в середньому або 2-3 корови або 5 телиць, або 25 свиней, або 2500 курей. Але на сьогодні у сільському господарстві України це співвідношення порушено.

Важливим елементом екологізації тваринництва є *знешкодження твердих і рідких відходів та зменшення газоподібних викидів*. Нині гній використовується головним чином як добриво і при цьому його погано готують для внесення у ґрунт.

Одним із методів знешкодження відходів різного походження є вермикомпостування – біотехнологічного процесу одержання біогумусу, який ґрунтується на здатності черв'яків проковтувати кусочки органічної речовини, трансформувати їх в кишковій порожнині і виділяти у вигляді капролітів. Крім біогумусу, продуктами вермикомпостування є біомаса черв'яків та кормове високопротеїнове борошно.

Біомаса черв'яків відрізняється високою поживною цінністю (містить сирого протеїну від 68 до 82%, ліпідів – 6-9%, азотистих екстрактивних речовин – 7-16%, а також амінокислоти, ферменти, вітаміни та мікроелементи) і служить високоефективним кормом ВРХ, свиням, курям, качкам, ставковій рибі тощо. При цьому м'ясо тварин набуває високих товарних якостей.

Для виготовлення кормового борошна черв'яків відділяють від субстрату, миють, висушують і подрібнюють. Кормове борошно за вмістом незамінних амінокислот перевищує м'ясо і широко застосовується у комбікормовій промисловості, дієтичному харчуванні, фармакології.

Найбільш екологічно чистою та економічно вигідною є переробка тваринницьких відходів на біогаз за допомогою біологічної конверсії – метанового бродіння. Впровадження анаеробної біотехнології в енергетичне господарство агропромислового комплексу одночасно вирішує кілька проблем: енергозбереження за рахунок використання місцевого джерела енергії та утилізація відходів з одержанням якісних органічних добрив.

Біогаз (до 80% метану, CO_2 + домішки H_2S , H_2 , NH_3 , NO_x) є одним із продуктів анаеробного бродіння гною або пташиного посліду при 30-40°C (мезофільний процес) або при 52-60°C (термофільний процес) під дією метаногенів – мікроорганізмів, здатних утворювати метан з молекулярного водню й вуглекислого газу відповідно до реакції: $4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Важливою особливістю метаногенів (*Methanobacterium thermoautotrophicum*, *Methanosarcina barkeri*, *Methanobrevibacter ruminantium*) є здатність активно розвиватися в анаеробних умовах у симбіозі з іншими групами бактерій, що створюють сприятливі умови для їхнього росту та забезпечують необхідними субстратами для синтезу метану.

До мікроорганізмів, що утворюють асоціації з метаногенами, належить деякі представники облигатних і факультативних анаеробів, що здійснюють бродіння різних високомолекулярних і низькомолекулярних хімічних сполук (бактерії родин *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Streptococcaceae*, а також представники родів *Clostridium*, *Butyrivibrio* та ін.).

Біогаз не має неприємного запаху, а теплота згоряння 1 м³ еквівалентна згорянню 0,62 л гасу, 1,5 кг вугілля, 0,85 л етанолу, 3,5 кг дров або використанню 4 кВт·год. електроенергії.

Ємність, у якій відбувається процес метанового бродіння, називається метантенком, або реактором. У реакторі встановлюються системи термостатування, відбору біогазу, перемішування. Об'єми метантенків можуть варіювати в межах – від 3 м³ до 5 тис.м³. За принципом технологічного процесу вони поділяються на:

- *метантенки разового завантаження* – весь об'єм реактора завантажуються в один прийом, бродіння здійснюється протягом 3-4 місяців, після завершення процесу метантенк розвантажуються й заповнюється наступною порцією сировини;

- *метантенки безперервного завантаження* – сировина для бродіння подається порціями, видавлюючи при цьому еквівалентну кількість використаної сировини, яка представляє собою високоефективне добриво; на 10-й день бродіння починається інтенсивне виділення газу, який по трубах збирається в газгольдері, а через 15-17 днів можна починати розвантаження ємності і одержувати добриво.

При дотриманні оптимального температурного режиму бродіння, постійному перемішуванні сировини, своєчасному завантаженню й

розвантаженню реактора, відсутності у сировині токсичних речовин та антибіотиків із 1 м³ реактора вихід біогазу досягає 2-3 м³, а при використанні пташиного посліду – 6 м³.

Таким чином, біогазові установки можуть розглядатись як екологічно чисте альтернативне джерело отримання енергії, і як економічно вигідний спосіб переробки сільськогосподарських відходів за умови реалізації всіх продуктів метанового бродіння – електроенергії, теплоти й органічних добрив.

Питання для самоконтролю:

- 1. Що таке екологізація та екологічна конверсія?*
- 2. Що таке безвідходні та маловідходні технології?*
- 3. Назвіть основні напрямки екологічної конверсії сільськогосподарського виробництва.*
- 4. Назвіть шляхи екологічної конверсії в землеробстві.*
- 5. Що таке біогумус (вермикомпост)? Які добрива виготовляють на його основі? Охарактеризуйте їх властивості та ефективність.*
- 6. Назвіть елементи екологізації тваринництва.*
- 7. Яка технологія отримання біогазу та будова біогазової установки?*

Розділ XI

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

11.1. ДАВНІ ТА СУЧАСНІ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Система землеробства – це комплекс взаємопов'язаних технологічних і організаційно-господарських заходів, що забезпечують отримання високих врожаїв та якісної продукції з одночасним підвищенням родючості ґрунту. За В.П.Нарцисовим (1982), О.М.Каштановим (1988), кожна система землеробства включає в себе такі складові:

- науково обґрунтована організація земельної території господарства;
- раціональна структура посівних площ та ефективна система сівозмін;
- система механічного обробітку ґрунту;
- система застосування добрив;
- система захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та збудників хвороб);
- система насінництва та запровадження високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур;
- система меліоративних заходів;
- система протиерозійних заходів;
- агроекологічна система заходів для попередження забруднення ґрунтів, довкілля та продукції землеробства.

Система землеробства за будь-яких умов ґрунту і клімату успішно функціонуватиме лише за оптимального поєднання всіх її ланок.

За ступенем інтенсивності виділяють чотири групи систем землеробства: примітивні, екстенсивні, перехідні та інтенсивні.

До примітивних систем землеробства належать: підсічно-вогнева, лісопільна, залізна і перелогова. Ці системи землеробства зародилися і розвивалися у період первіснообщинних, рабовласницьких і феодальних виробничих відносин та були поширені за рахунок наявності значних площ цілинних земель. За примітивних систем землеробства в обробітку перебували не більше 20-25% земель і вирощували переважно зернові культури. Вони характеризуються примітивними способами відновлення втраченої ґрунтом родючості за рахунок природних факторів — дикої трав'янистої рослинності, клімату, ґрунтових процесів тощо.

Підсічно-вогнева (вирубна) і лісопільна системи землеробства були найпоширеніші у північних районах України під час освоєння земель, зайнятих лісом. За підсічно-вогневої системи спочатку вирубували і випалювали ліс, а потім на так званих випалинах, нерідко без усякого обробітку, висівали

переважно озиме жито, овес, пшениця озима і яра, льон та інші. Попіл, який лишався після спалювання лісу, збагачував ґрунт елементами живлення та нейтралізував їх надлишкову кислотність. Після 3-4-річного використання ці площі залишали на рік-два без посівів, а також вносили гній. З часом, цю ділянку залишали і освоювали іншу. Із зменшення природних лісових масивів, появою приватної власності на землю та збільшенням потреби у продуктах харчування та пиломатеріалах на зміну підсічно-вогневій поступово прийшла лісопільна система землеробства, суть якої полягала в поверненні на ділянки, які в минулому використовувалися для вирощування сільськогосподарських культур, а потім були покинуті і заросли лісом. Для відновлення родючості ґрунтів запроваджували можливі на той час агротехнічні заходи (вносили гній, боролися з бур'янами, краще обробляли ґрунт тощо). При цьому врожайність польових культур підвищувалась за рахунок більш якісної обробітки ґрунту, внесення органічних добрив, примітивного чергування вирощуваних культур тощо.

Залізна і перелогова системи землеробства запроваджувалися у степових районах України з потенційно родючішими чорноземними ґрунтами. Суть їх полягала у використанні земель, які раніше не оброблялися, та відтворенні родючості ґрунтів за допомогою багаторічної трав'янистої рослинності. Внаслідок високої природної родючості ґрунтів степової зони і більш ефективної ролі трав, порівняно з лісовою рослинністю, у відтворенні родючості період їхнього росту для покращання ґрунту тривав значно менше. За залізної системи вирощували сільськогосподарські культури протягом 6-8, інколи 10 років, а потім після виснаження ґрунту і значної забур'яненості ділянки, такі землі полишали на 25-30 років і переходили на нові цілині ділянки. Із переходом землі у приватну власність залізна система землеробства поступилася перелоговій, за якої земельний масив розбивали на кілька ділянок. Частину з них використовували для вирощування сільськогосподарських культур (переважно, це хлібні злаки), друга частина тривалий час (10-20, а іноді і 30 років) перебувала під перелогом. Після відновлення родючості ґрунту перелого знову обробляли і використовували для вирощування культурних рослин. У цей період почали запроваджувати оранку як спосіб обробітки ґрунту ґрунтообробними знаряддями на живій тязі.

Екстенсивні системи землеробства. На зміну примітивним прийшли екстенсивні системи землеробства. За екстенсивних систем землеробства більше половини придатних для обробітки земель використовувалися під посіви. У посівах переважали зернові культури та багаторічні сіяні трави, технічні культури займали незначні площі. Відновлення родючості ґрунту відбувалося за рахунок природних факторів, які, певною мірою, спрямовувалися людиною (знищення бур'янів, травосіяння, внесення гною, інтенсивний обробіток парів). Використання мінеральних добрив і машин було незначним. Майже не здійснювалися меліоративні заходи.

До екстенсивних систем належать пароперелогова, парова та вигінна. Під впливом господарсько-економічних умов термін перелогоу зменшився до 5-8-10 років. Для раціонального використання землі, знищення бур'янів,

підвищення родючості ґрунту стали запроваджувати паровий обробіток ґрунту. Так, між посівами зернових культур з'явилося парове поле, перелогова система переходить у перехідну форму *пароперелогову*.

В міру зростання промисловості та міського населення, збільшення попиту на продукти сільського господарства поширюється *парова* система землеробства. Площа оброблюваних земель, що перебувала під посівом, збільшилася до половини, а потім до двох третин. При цьому друга половина або одна третина не засівалася, а протягом року перебувала в перелозі, термін якого скоротився до одного року. У однорічному перелозі протягом всього року проводився одно-, дворазовий обробіток ґрунту з метою покращання його структури, повнішого знищення бур'янів, а також внесення органічних для покращення відновлення природної родючості ґрунту. Такий переліг дістав назву пару. За парової системи створились умови для примітивного чергування культур — запровадження сівозмін. У нашій країні з часів Стародавньої Русі і аж до початку ХХ ст. існувала парова система землеробства з трипільною сівозмінною: одне поле відводили під пар; друге — під озиме жито, а у південних районах — під озиму пшеницю; третє — ярі хліба: ячмінь, овес, гречка, просо, кукурудза. Дотримуючись послідовності у чергуванні озимих і ярих культур, замість традиційних жита і ячменю, вводиться культура, характерна для певної місцевості. Для Півдня України — це просо, кукурудза, у Поліських районах — картопля, льон тощо. У посушливих регіонах України парова система землеробства панує і по теперішній час.

У кінці ХVІІІ ст. внаслідок росту населення, розвитку торгівлі та загарбницьких війн скорочувалися площі під чистим паром, розорювалися малопродуктивні природні кормові угіддя. У зв'язку з цим в окремих районах Західної Європи сформувалася *вигінна*, або, за висловом О.С.Єрмолова (1901), *багатопільно-трав'яна система землеробства*. За цієї системи для забезпечення тваринництва кормами на половині ріллі висівали багаторічні трави, які в перші роки використовували на зелену масу і сіно, а потім — для випасання тварин, на решті площі вирощували зернові культури. В Україні вигінна система землеробства не мала поширення у чистому вигляді, але окремі її ланки нині успішно застосовуються в кормових і ґрунтозахисних сівозмінах. Вигінна система землеробства в даний час застосовується у багатоземельних, але малонаселених країнах, наприклад в Австралії.

До *перехідних систем землеробства* належать зернова, сидеральна, плодозмінна і травопільна.

Зернова система землеробства виникла у результаті удосконалення парової та вигінної систем. За такої системи найбільш поширене було таке чергування культур: чистий (або зайнятий) пар - озима пшениця - ярі зернові. В подальшому зернова система розвинулася до паропросапної шляхом введення у сівозміни просапних культур. У паропросапних сівозмінах під зернові культури відводили 50-70% ріллі, під просапні, зернобобові і круп'яні — 15-20%, чисті пари — 15-20%. Підвищення родючості ґрунту та боротьбу з бур'янами здійснювали інтенсивним обробітком парових та просапних полів, внесенням добрив, заходами щодо збереження і нагромадження вологи.

Сидеральна система землеробства утворилася внаслідок заміни чистого пару сидеральним. Вона була відома в Стародавній Греції, Римській імперії і в країнах Сходу, а в даний час запроваджується переважно на малопродуктивних, низькородючих ґрунтах. У нашій країні на зелене добриво висівають бобові культури післяжнивно чи післяукісно (люпин, гірчицю, горох, озимий або ярий ріпак, редьку олійну).

Плодозмінна система землеробства розвинулася в кінці XVI — початку XVII ст. в країнах Західної Європи, де розвиток тваринництва спонукав розширити посіви кормових культур (бобових трав і коренеплодів). Найважливішими ознаками плодозмінної системи землеробства є: розорювання природних кормових угідь і перетворення їх у рілля, за винятком частини високопродуктивних луків; вирощування високопродуктивних кормових культур; ліквідація чистих парів і заміна їх зайнятими парами; чергування зернових культур з бобовими і просапними. У XVIII-XIX ст. починають масово застосовувати мінеральні добрива, впроваджувати хімічні засоби захисту культурних рослин від шкідливих організмів, нові, більш продуктивні, сорти і гібриди, удосконалювати механічний обробіток ґрунту та інші заходи технології вирощування сільськогосподарських культур.

До кінця XIX ст. сівба багаторічних бобових трав замість поля чистого пару поширилася майже на всій території України. Проте така система землеробства була неприйнятна в Степу через відсутність чистого пару і низьку продуктивність багаторічних трав.

Травопільна система землеробства теоретично обґрунтована і запропонована виробництву В.Р.Вільямсом в 30-ті роки XX ст. За травопільною системою землеробства всю територію кожного конкретного господарства поділяють на вододіли, схили і долини. Для кожного з цих трьох видів земельних угідь має бути розроблена самостійна система заходів щодо відновлення родючості ґрунту. Вододіли і круті схили мають бути заліснені. На пологих схилах і плато слід розміщувати польові сівозміни, а низини і лощини слід відводити під кормові сівозміни. В кінці XX ст. на базі розробок вченого була розроблена і успішно впроваджена у виробництво контурно-меліоративна організація території, яка значно вирішила проблему водної та вітрової ерозії. Відновлення родючості ґрунту та водотривкої структури відбувалося у трав'яному полі (суміш багаторічних бобових і злакових трав) за умови його дворічного використання з наступним поверненням на поле через 6-7 років. Гній застосовували цілком перепрілий.

У степовій зоні України така система землеробства прижитись не могла через низьку продуктивність багаторічних трав і погіршення водного режиму при тривалому їх вирощуванні.

Інтенсивні системи землеробства – це сучасні зональні системи, що адаптовані до ґрунтово-кліматичних зон або підзон, які дещо відрізняються за ґрунтовими, кліматичним та економічними умовами. Вони передбачають більш ефективне використання біокліматичного потенціалу, ґрунтово-кліматичних умов, насичення сівозмін найбільш урожайними зерновими, зернобобовими і високопродуктивними кормовими культурами. За цих систем землеробства

100% площ угідь використовують під сільськогосподарські культури, з яких близько 50% відводиться під просапні культури. Родючість ґрунту підвищується завдяки внесенню органічних і мінеральних добрив, високоякісному обробітку ґрунту, застосуванню хімічних та інших засобів боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками сільськогосподарських культур, здійсненню меліоративних заходів та високого рівня механізації та культури землеробства. Інтенсивні технології бувають:

➤ індустріальні (або промислові), які характеризуються такими ознаками: концентрація енергетичних, матеріальних і фінансових вкладень на одиницю площі, використання ефективніших засобів виробництва — нових сортів, гібридів, агрохімічних речовин; машин і механізмів; застосування ефективніших технологічних процесів, передових методів організації праці, новітніх досягнень науки і техніки;

➤ проміжні (або інтегровані) поєднують використання як новітніх засобів виробництва, виробничих процесів, технічних засобів, методів регулювання родючості ґрунту, захисту культур від шкочинних об'єктів, так і застосування біологічних методів захисту рослин, ручної праці.

Захоплення високими дозами мінеральних добрив, хімічними засобами захисту рослин без достатнього наукового обґрунтування, порушення технології їх застосування, інтенсивний обробіток ґрунту із використанням важкої техніки та інші чинники призвели до цілого комплексу негативних екологічних наслідків. Існуючі традиційні системи землеробства недостатньо вирішують питання екологічної стійкості агроландшафтів та інших компонентів природи, зменшення ерозійних процесів, припинення деградації ґрунтового і рослинного покриву, відтворення екологічного потенціалу місцезростань. Перед людством постала проблема подальшого розвитку землеробства, пошуку альтернативних шляхів підтримання його високої продуктивності.

11.2. АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА ЙОГО НАПРЯМИ

Проблема сталого розвитку аграрного сектора, що визначається "як можливість забезпечення людини безпечними харчовими продуктами, створення гармонійних умов життя з одночасним збереженням природних ресурсів для сучасних і прийдешніх поколінь", стала одним з головних завдань науки і практики. З цього випливає, що найперша вимога часу — розробка, удосконалення і широке впровадження ресурсо- та енергоощадних, екологічно чистих систем землеробства.

Поняття «альтернативне землеробство» по суті є багатофункціональною агроекологічною моделлю сільськогосподарського виробництва, яке базується на ретельному менеджменті (плануванні й управлінні) агроecosystem, максимальному використанні біологічних факторів збільшення природної родючості ґрунтів, агроекологічних методів боротьби із шкідниками і хворобами, а також перевазі біорізноманіття, зокрема місцевих та унікальних видів, сортів, порід тощо. Підвищення продуктивності виробництва та якості

сільськогосподарської продукції можливо при повній відмові від засобів хімізації, хоча деякі напрямки альтернативного землеробства допускають їхнє обмежене використання.

Таким чином, альтернативне землеробство включає систему агротехнічних заходів, що виходять насамперед з екологічних закономірностей організації виробництва сільськогосподарської продукції, ґрунтується на глибокому розумінні процесів, що відбуваються в природі, спрямоване на поліпшення структури ґрунтів, відтворення їх природної родючості та сприяє утворенню екологічно стійких агроландшафтів.

Дотримання позитивного балансу поживних речовин в альтернативному землеробстві здійснюється за рахунок використання підстилкового і безпідстилкового гною, деревного попелу, кісткового борошна, а також «сирих» мінеральних порід (фосфатного борошна, крейди, вапна, доломіту, томасшлаку, калімагnezії), розмелених сухих водоростей та ін. Важливе значення в альтернативному землеробстві надається багаторічним бобовим травам, вирощуванню сидеральних культур, внесенню соломи зернових і бобових культур, гички цукрових і кормових буряків.

Таким чином, *основними ознаками альтернативного землеробства є:*

- відмова, якщо є можливість, від використання легкорозчинних мінеральних добрив, і насамперед азотних, а також хімічних засобів захисту рослин;

- стимулювання біологічної активності ґрунту шляхом широкого застосування органічних відходів тваринного походження, компостів, зелених добрив, побічної продукції рослинництва, фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями.

Мета альтернативного землеробства – екологічно збалансоване землеробство та тваринництво з метою забезпечення людини екологічно чистими продуктами харчування.

У світі існує кілька напрямів альтернативного землеробства: біодинамічне, органічне, біологічне, органо-біологічне, органо-біодинамічне та ін.

Найраніше було створено систему *біодинамічного землеробства*. Його теоретичні положення розроблені австрійським ученим Р.Штайнером. Це вчення передбачає цілісний підхід до осмислення системи «ґрунт – рослина – тварина – людина». Господарство розглядається як замкнена система, життєві процеси якої взаємопов'язані та базуються на кругообігу поживних речовин. В 30-ті роки ХХ ст. біодинамічну систему землеробства вже застосували окремі фермери в Австрії та інших країнах Західної Європи.

В біодинамічному землеробстві використовують спеціальні біодинамічні препарати (гумусні, кремнієві, компостні), а також витяжки, відвари і продукти бродіння з рослин (для позакореневого підживлення і внесення в ґрунт), стимулятори росту (для захисту рослин).

Поряд із загальними принципами для всіх альтернативних систем вона будується з урахуванням впливу природних (земних і космічних) ритмів на сільськогосподарське виробництво. Обробіток ґрунту, посівів, догляд за

посівами, виготовлення компостів та організацію заходів боротьби із бур'янами проводять у сприятливі періоди, настання яких зумовлене перебуванням Місяця в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї. При біодинамічній системі землеробства підвищується роль сівозмін, попередників і змішаних культур.

Органічна система землеробства ґрунтується на повній відмові від засобів хімізації, тобто продукти харчування вирощують, зберігають і переробляють без застосування синтетичних добрив, пестицидів або регуляторів росту. На сьогодні розроблено і застосовуються технології вирощування зернових культур без застосування мінеральних добрив та пестицидів.

За органічної системи дозволяється застосування мікроорганізмів, мікробіологічних продуктів і природних препаратів рослинного, тваринного або мінерального походження. До збирання врожаю можна застосовувати бордоську рідину, мікроелементи, попіл, вапняк, гіпс, рибну емульсію, мило. Європейський різновид органічної системи землеробства дозволяє використовувати компости, кісткове борошно, «сирі» породи (доломіт, глауконітовий пісок, крейду, вапно, польовий шпат).

У деяких регіонах світу здавна застосовуються так звані «природні пестициди». Вже 150 років у США як засіб захисту в сільському господарстві застосовують «діатомову землю», що являє собою подрібнені кістяки мікроскопічних діатомових водоростей. Дія препарату механічна: дрібні частки забивають трахеї комах. Цей же принцип використовують птахи, які купаються в пилуці для позбавлення шкірних і пір'яних паразитів.

Здавна при вирощуванні овочів використовують природні бактеріальні препарати: збирають трупи загинувших від захворювання комах, розмелюють і розпорошують по полю для зараження живих шкідників.

Настоем зеленого перцю, змішаного з часником або тютюном, обприскують рослини для боротьби з колорадським жуком, тютюновою мозаїкою тощо. У Центральній та Південній Америці широко використовується ромашка піретрум, яка у вигляді пудри діє як контактна отрута. У флорі України також відомо багато рослин з вираженою інсектицидною активністю: цибуля, часник, живокіст, софора, молочай, хрін, гірчиця, петрушка, дурман, мак та ін.

Додавання у зернохновища кремнієвої пудри зберігає зерно від ушкодження комахами. Обприскування сумішшю отриманою з панцирів ракоподібних і кутикул комах (хітозан та карбоксиметилхітозан), дозволяє зберігати фрукти свіжими протягом 9 місяців.

Пестициди використовуються лише в крайніх випадках, коли ніякі інші засоби не допомагають і лише при суворому обмеженні строків. Так, якщо на полі вирощують багаторічні культури, то хімічні засоби не слід застосовувати протягом 12 місяців до появи бутонів, а при вирощуванні одно- і дворічних культур – протягом 12 місяців до їх сівби (садіння).

Органічна система зародилася в Європі 1983 року, коли була створена перша організація органічного землеробства – Клуб «Біокультура» (Угорщина,

Будапешт). На сьогодні вона поширена в Австралії, Північній та Латинській Америці, Європі.

В Україні підприємство «Агроекологія» керується принципами органічного землеробства з кінця 1970-тих років і лише у 2000 році отримало за європейськими стандартами сертифікацію своїх угідь як «органічних».

У Франції розроблено основи *біологічного землеробства*, названого на честь автора «система Лемер-Буше», згідно з якими заборонено використовувати мінеральні добрива. Основним добривом є органічне як "специфічне" джерело живлення рослин. До загортання у ґрунт органічні добрива компостують, щоб вони проходили фазу аеробної ферментації. Також застосовують кісткове борошно, "сирі" породи.

Важлива опора біологічного землеробства – сівозміна з ощадливим режимом насичення одними культурами і застосування сидератів.

Для боротьби із шкідниками і хворобами рекомендуються запобіжні заходи, а проти бур'янів – механічні й вогневі. Дозволено застосування природних препаратів – тютюнового пилу, ефірних рослин, порошоків з водоростей і скельних порід, ряду біодинамічних препаратів (настій із кропиви, відвар хвощу або полину гіркого). Дозволяється використання сульфур- і купрумвмісних препаратів у плодовництві й виноградарстві, а також деяких органічних синтетичних препаратів (манеб), оскільки вони малотоксичні.

Біологічну систему землеробства застосовують в основному у Франції.

В основу *органо-біологічної системи землеробства* покладено принцип створення родючості ґрунту за рахунок стимулювання мікробіологічної діяльності. Теоретичні основи даної системи землеробства розроблені у Швейцарії і полягають в обробітку ґрунту без обертання пласта для підтримання природних мікробіологічних процесів у ґрунті. Поверхневий обробіток ґрунту передбачає будь-які способи обробітку, але на глибину не більше 5 см, так як в цьому шарі живої речовини дуже мало. Шар від 5 до 8-10 см можна тільки рихлити, так як рихлення буде забезпечувати повітрям аеробні бактерії, які там живуть. Глибше 10 см живуть анаеробні бактерії, для яких повітря згубне.

Крім того, у промисловому масштабі вже випускаються препарати для збагачення ґрунту грибами, бактеріями, водоростями (наприклад «Біоорган-Форте», що містить 500 млрд. мікроорганізмів в 1 г). З добрив використовують тільки органічні (гній, сидерати) та деякі мінеральні повільно діючі добрива (томасшлак, калімагnezію, базальтовий пил). Ведення господарства ґрунтується на принципах балансу поживних речовин, наслідуючи природну екосистему. Поля довгий час мають бути зайняті рослинністю, післяжнивні рештки слід загортати в поверхневий шар ґрунту, в сівозміні обов'язково необхідно вирощувати бобово-злакові травосуміші.

Заходи боротьби із шкідниками, хворобами та бур'янами аналогічні тим, що застосовуються при біологічній системі.

Вказані заходи в поєднанні з поверхневим обробітком ґрунту створюють сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, які забезпечують живлення рослин.

Органо-біологічна система землеробства поширена у Швеції та Швейцарії.

Українські вчені (М.М.Городній, І.О.Мельник, А.В.Бикін, А.Г.Сердюк) провели дослідження та розробили рекомендації щодо ведення *органобіодинамічної системи землеробства* на базі біоконверсії органічних відходів у біодинамічному господарстві. Широке її впровадження дасть змогу підвищити врожайність сільськогосподарських культур на 10-30% та отримувати біологічно повноцінну продукцію на основі відтворення родючості ґрунту завдяки використанню вермикомпосту (біогумусу). Використання для удобрення рослин продуктів переробки за допомогою вермикультури промислових і сільськогосподарських відходів зменшує витрати на придбання традиційних добрив. Це важливо не лише тому, що постійно зростає вартість органічних і мінеральних добрив, а й тому, що сільське господарство у цьому разі стає практично безвідходним. Світовий досвід біологічних агрофірм свідчить, що, не дивлячись на зменшення урожаю, загальний прибуток від застосування таких технологій зростає.

Група вчених з різних країн пропонує *екологічну систему землеробства*, в основу якої покладено суворе обмеження застосування пестицидів та гнучке застосування мінеральних добрив (дозволяється використовувати їх навіть у водорозчинній формі, але з врахуванням механічного складу ґрунту та інших умов).

ЕМ-технології. Ефективні мікроорганізми – це 86 лідируючих регенеративних штамів мікроорганізмів, які виконують увесь спектр функцій з живлення рослин, їхнього захисту від хвороб та оздоровлення ґрунтового середовища.

Теро Хіга (1988) вивчив понад 3000 основних штамів ґрунтових мікроорганізмів і виявив, що серед регенеративних і патогенних організмів існує 5% штамів, які є лідируючими, решта може змінювати свою вихідну функціональну спеціалізацію в той бік, де більше лідерів.

До найбільш великих груп мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ-препарату, належать:

- фотосинтезуючі бактерії – синтезують амінокислоти, біологічно активні речовини та вуглеводи, які сприяють розвитку і росту рослин;
- молочнокислі бактерії – виробляють молочну кислоту, яка є сильним стерилізатором, що пригнічує розвиток шкідливих мікроорганізмів, а також розкладає целюлозу;
- азотфіксувальні бактерії – поглинають атмосферний азот і закріплюють у вигляді азотних сполук, збільшуючи запаси азоту в ґрунті;
- дріжджі – синтезують біологічно активні речовини і є субстратом для розвитку молочнокислих бактерій і актиноміцетів;
- актиноміцети – виробляють антибіотики, які пригнічують ріст шкідливих грибів і бактерій.

На сьогоднішній день ЕМ вносять у вигляді ЕМ-препарату, ЕМ-компосту, ЕМ-екстракту, ЕМ-ферментованої рослинної сировини, ЕМ-бакаші з

органічних відходів, ЕМ-ургаси – продукту переробки домашніх харчових відходів.

Система землеробства No-till. У результаті проведених досліджень встановлено ефективність різних знарядь обробітку ґрунту (полицевих, безполицевих, роторних, комбінованих), інтегрованих способів обмеження забур'яненості, захисту рослин від шкідників і хвороб (хімічних, механічних, біологічних), дано економічну, енергетичну та екологічну оцінки різним системам обробітку. Все це свідчить про нормальний процес поступового оновлення технології обробітку, його адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов України. Сьогодні механічний обробіток розглядають як вимушений захід, який слід провести з найменшими порушеннями структури ґрунту. Тобто будь-яку технологію обробітку, що зменшує інтенсивність руйнування ґрунту, можна назвати мінімальною. Якщо основний, передпосівний і обробіток із догляду за рослинами усуваються зовсім, такий обробіток називають нульовим (No-till).

До альтернативних систем ведення сільського господарства також можна віднести біоінтенсивне землеробство, маловитратне стале землеробство та ґрунтозахисне землеробство.

11.3. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

У розвинених країнах роль альтернативних систем ведення сільського господарства обмежена, хоча за останнє десятиріччя спостерігалось стрімке збільшення їхньої кількості та розширення географії. У структурі сільськогосподарських угідь і продуктів харчування частка продукції альтернативних фермерських господарств становить менше 1%.

У найбільших масштабах альтернативне землеробство застосовується в Швейцарії. У 1981 році територія ферм, що застосовують ці методи, становила 11,8 тис.га (близько 1% корисної сільськогосподарської площі країни). У Данії продукція альтернативних господарств в 1987 році досягала 1-2% загального виробництва сільськогосподарських продуктів.

Альтернативне землеробство в Західній Європі і США одержало офіційне визнання й існує на законних засадах. Землероби, що його застосовують, об'єднуються в союзи, спілки, товариства. Державні органи здійснюють офіційний контроль за дотриманням фермерами вимог по вирощуванню сільськогосподарської продукції без застосування засобів хімізації.

Але продуктивність рослинництва при застосуванні цих систем знижується на 25-30%. Однак, слід підкреслити, що по кількох видах сільськогосподарської продукції досягнуті не тільки стандарти екологічної безпеки, але й відносно високі економічні показники.

Чинником, який затримує розвиток альтернативного землеробства, є економічні проблеми. Прямі затрати на одиницю продукції в альтернативному землеробстві, як правило, вищі через порівняно низьку врожайність, більші затрати праці, особливо на просапних культурах. Витрати енергії також вищі у

зв'язку з великою кількістю механічних обробітків ґрунту та високими затратами на виготовлення і внесення органічних добрив. Проте рентабельність багатьох альтернативних форм не нижча, ніж традиційних, бо вона підтримується високими цінами.

Причини високих цін в основному такі:

- попит на продукцію біологічного землеробства перевищує пропозицію;
- реалізація продукції альтернативного землеробства у більшості випадків проводиться дрібними партіями;
- відсутність гострої конкуренції між виробниками продукції альтернативного землеробства;
- затрати праці та собівартість продукції в альтернативному землеробстві, як правило, більші.

Крім того, враховується моральне право фермера на встановлення більш високої ціни на альтернативну продукцію, оскільки він забезпечує успішний захист ґрунтів від ерозії та водних джерел від забруднення, на що суспільство однак витратило б кошти.

Фермер, який веде альтернативне господарство, повинен розраховувати на власні сили, самостійно обирати найбільш вигідну спеціалізацію, визначити оптимальний розмір виробництва з урахуванням затрат, джерел фінансування, цін на продукцію, наявності ринку збуту тощо. Так, обстеження 363 альтернативних ферм у штатах Іллінойс, Айова, Міссурі та Міннесота в США, проведене Центром біології природних систем (Сент-Луїс, штат Міссурі), показало, що понад 90% ферм були змішаного напрямку з тваринництвом, тоді як у традиційному сільському господарстві тваринництво було менш, ніж на 50% ферм. У європейських країнах частка альтернативних ферм без тваринництва невисока, наприклад, у Німеччині таких 21,4%, і майже всі великі ферми — змішаного напрямку. Альтернативним фермам, які не мають власного тваринництва, доводиться закуповувати органічні добрива.

Згідно з даними Сільськогосподарського університету Швеції, при альтернативному веденні сільського господарства частка площ, які відводяться під багаторічні та однорічні трави, становить 42% порівняно з 31% у середньому по країні. Частка площ під зерновими культурами менша і становить 45% (порівняно з 54% у середньому по країні). При цьому вища частка продовольчих зернових колосових — пшениці та жита. За них фермери одержують надбавки до ціни, крім того, вирощувати їх у сівозміні рентабельно. Значна частка ріллі відводиться під картоплю та овочі (можливість одержувати високі прибутки). Мала рентабельність вирощування хрестоцвітих олійних культур пов'язана із застосуванням нехімічних заходів боротьби з попелицею (біологічні, механічні, фізичні та інші методи менш ефективні та більш вартісні, ніж хімічні, й вимагають значних трудовитрат). Цукровий буряк практично не вирощують через низькі врожаї та відсутність цінових надбавок порівняно з буряком, вирощеним за традиційними технологіями. Залежно від розмірів ферм спеціалізація альтернативних господарств суттєво відрізняється. Малі альтернативні господарства спеціалізуються переважно на вирощуванні

трудомістких культур — овочевих, плодово-ягідних, винограду.

Вирощування багатьох сільськогосподарських культур пов'язане з необхідністю мати на фермах великий набір сільськогосподарської техніки при відносно невеликому її завантаженні. Знижується і продуктивність техніки через невеликі розміри полів, особливо у європейських країнах, де площа сільськогосподарських угідь ферми не перевищує в середньому 20 га. Підвищення витрат зумовлене також розширенням площ під чистими та зайнятими парами, оскільки ці площі не дають товарної продукції.

Слід також відзначити, що врожайність культур за альтернативного землеробства, як правило, набагато нижча. Цей факт настільки беззаперечний, що в низці країн (США, ФРН, Данія та ін.) він знайшов відображення в моделях для оцінювання наслідків можливого переходу на альтернативні методи ведення господарства. Недобір урожаю, з яким стикається альтернативне землеробство, ставить перед ним серйозні економічні проблеми.

При дотриманні сівозмін, в умовах високої культури землеробства можна вирощувати високі врожаї без використання деяких засобів хімізації, але при цьому ще потрібно враховувати цілий комплекс інших факторів (грунтові умови, освітлення, сорт тощо), а також користь біологічного землеробства для зберігання продукції.

Так як біологічне землеробство значною мірою залежить від природних факторів, тому немає гарантії, що продукція буде екологічно чистою і відповідати природному біохімічному складу. При біологічній системі землеробства із застосуванням тільки органічних добрив відмічається зниження в ґрунті вмісту рухомих форм фосфору і калію, тому що відмова від внесення мінеральних добрив не забезпечує повного повернення винесених з урожаєм поживних речовин. Комітет з біологізації землеробства (Нідерланди) на основі тривалого вивчення зробив висновок, що альтернативні системи ведення землеробства можливі тільки в крайніх випадках — при значному погіршенні екологічних умов.

При застосуванні біологічної системи в Німеччині в середньому за п'ять років урожайність сільськогосподарських культур знизилась на 9-36%, а затрати праці зросли на 20-30% порівняно з традиційною системою.

У господарствах Австрії, які застосовують біологічну систему землеробства, зниження врожайності становило від 20 до 50%, а в господарствах Данії середня врожайність зернових за цією системою вирощування була 20-24 ц/га при середній врожайності по країні 40-45 ц/га.

Отже, альтернативні системи землеробства мають і позитивне, і негативне. Щоб частково або повністю зняти негативне треба поєднати альтернативні і традиційні системи землеробства, тому сучасні вчені дотримуються моделі *інтенсивно-екологічної системи землеробства*, яка б враховувала переваги обох систем. Ця система базується на застосуванні методів інтенсивного ведення виробництва з використанням сучасних досягнень науки і техніки, а також на заходах охорони довкілля, максимального використання усіх відходів сільськогосподарського виробництва.

Інтенсивно-екологічне землеробство передбачає:

- екологічно обґрунтовані принципи чергування культур в сівозмінах;
- запровадження в сівозміни бобових трав з обов'язковим застосуванням біопрепарату бульбочкових бактерій ризоторфіну і сидератів;
- використання комбінованої системи обробітку ґрунту;
- збільшення норм органічних добрив, що забезпечують бездефіцитний баланс гумусу і дозволяють на 30-50%, порівняно з рекомендованими нормами для інтенсивних технологій, зменшити норми внесення мінеральних добрив, і в першу чергу, азотних;
- створення системи застосування добрив із збалансованістю усіх необхідних елементів живлення – не тільки NPK, а й мікроелементів з урахуваннями потреби культурних рослин та вмісту згаданих елементів у ґрунті;
- застосування інтегрованої системи боротьби з бур'янами, шкідниками та збудниками хвороб сільськогосподарських культур з поступовим переходом на біологічні методи захисту.

Комплексне застосування цих заходів забезпечить відновлення та підвищення родючості ґрунту, збільшення урожаїв сільськогосподарських культур та підвищення якості продукції.

Дуже цікавим видом альтернативного землеробства є впровадження ґрунтозахисної системи обробітку. Ця система є енерго-, ресурсо- і вологозберігаючою, і в той же час вона значно підвищує врожайність сільськогосподарських культур.

Питання для самоконтролю:

- 1. Що таке система землеробства? Назвіть її основні складові.*
- 2. Назвіть основні принципи та мету альтернативного землеробства.*
- 3. На яких заходах базується органічна система землеробства?*
- 4. В чому полягає концепція біологічної системи землеробства?*
- 5. Які чинники враховуються при біодинамічній системі землеробства?*
- 6. Чим відрізняється органо-біодинамічна система землеробства від біодинамічної?*
- 7. В чому полягає суть органо-біологічної системи землеробства?*
- 8. З чим пов'язані проблеми впровадження альтернативного землеробства?*
- 9. Назвіть шляхи оптимізації азотного живлення культурних рослин в умовах інтенсивно-екологічної системи землеробства.*
- 10. Якими заходами досягається бездефіцитний баланс гумусу в умовах інтенсивно-екологічної системи землеробства?*
- 11. Які із систем альтернативного землеробства передбачають біоконверсію органічних відходів?*
- 12. Які системи альтернативного землеробства передбачають біологізацію захисту рослин?*
- 13. Які системи альтернативного землеробства базуються на підтриманні природних мікробіологічних процесів у ґрунті?*

Розділ XII

ГРУНТОЗАХИСНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

12.1. ІСТОРІЯ ТА ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ГРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Грунтозахисне землеробство передбачає грунтозахисні енерго-, ресурсо- і вологозберігаючі технології вирощування культур. *Грунтозахисні технології вирощування* різних культур — це комплексне застосування систем обробітку ґрунту, сівби і садіння, внесення добрив та захисту рослин, які забезпечують протиерозійну стійкість поверхні ґрунту, нагромадження і збереження вологи, боротьбу з бур'янами, захист від шкідливої дії води і вітру протягом року.

Система грунтозахисного обробітку — це складова грунтозахисних технологій, які включають у себе систему захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб. Головна мета цієї системи — застосування мінімального обробітку ґрунтів з розширеним відтворенням їх родючості та поступовим переходом на грунтозахисне біологічне і точне землеробство.

Систематична оранка протягом століть призвела до втрати здатності ґрунтів до саморегуляції, тому що із шести асоціативних груп мікробів, які є в цілинних ґрунтах і які відповідають за ґрунтові властивості та режими, внаслідок панування оранки залишилося тільки три асоціації. Це й зумовлює "шоковий" стан ґрунту: при обертанні скиби, коли аеробна біота ґрунту з глибини 0–15 см заорується плугом в анаеробні умови на глибину 16–30 см і гине без кисню, а анаеробна біота з глибини 16–30 см вивертається плугом на поверхню і також гине, але вже від кисню.

Великий хімік Д.І.Менделєєв (1884) на основі сільськогосподарських дослідів зробив висновок: "Якщо ґрунт прикрити листям, соломною чи чим-небудь відтіняючим і дати йому можливість полежати спокійно деякий час, то він і без всякої оранки досягне сплості". З геніальною прозорливістю видатний учений побачив непотрібність обертання скиби і передбачив мульчування ґрунту для досягнення такого ж ефекту як при оранці.

Другий російський учений, один із засновників ґрунтознавства як науки П.А.Костичев (1886) у ті ж роки писав: "Якщо ми станемо орати землю, тобто перевертати і перемішувати її, то вона від цього тільки скоріше висохне, а в сухій землі життя іде на багато слабше, тому частим обробітком ми будемо робити на шкоду собі". І далі: "При внесенні гною треба, щоб рослинні рештки і гній не перекривались великим шаром землі. Їх треба перекрити таким шаром ґрунту, щоб до них вільно доходило повітря. В той же час цей шар не повинен бути дуже мілким, щоб рослинні рештки і гній не пересихали".

Обидва вчені не вважали обертання скиби обов'язковим заходом підвищення родючості ґрунтів і допускали можливість мілкого розпушування

без плуга.

В Україні, спираючись на наукові розробки вітчизняних і зарубіжних вчених та світовий досвід, розроблена ґрунтозахисна система землеробства з *мінімальним обробітком ґрунту*, інтенсивність якого залежить від вирощуваної культури, зволоженості ґрунту, засміченості його насінням бур'янів, гумусованості, щільності орного шару та інших показників. Протягом 1974–2003 років Національний аграрний університет (М.К.Шикула і його наукова школа) обґрунтовував і вдосконалював ґрунтозахисні технології вирощування культур для всіх зон і підзон України. Вони базуються на мінімальному обробітку ґрунту без обертання скиби на глибину 4–5 см під всі культури сівозміни (у тому числі під цукрові буряки, кукурудзу, соняшник та ін.), біологізації землеробства використанням нетоварної частини врожаю (солома, стебла кукурудзи, соняшника, сорго, гичка, огудиння) як органічних добрив, мульчуванні поверхні ґрунту післяжнивними рештками. Оздоровлення ґрунтів здійснюється завдяки сівбі сидеральних культур, використанню біологічних препаратів для симбіотичної і несимбіотичної фіксації азоту, для покращення фосфатного режиму, застосуванню біостимуляторів росту і розвитку рослин. Пошук більш урожайних видів рослин і їх сортів, використання насіння високих репродукцій, ефективний захист рослин від шкідників і хвороб, ґрунтовий і фітосанітарний моніторинг – як обов'язкові елементи ведення рентабельного землеробства. В умовах здійснення земельної реформи, все більше виробників приймають ґрунтозахисні технології вирощування культур, які забезпечують охорону ґрунтів від факторів деградації і дають можливість мати вищу врожайність культур при низькій собівартості вирощеної продукції. Розроблена система землеробства в 1973-1988 роках проходила експериментальну перевірку в Полтавській області (господарств САТ "Обрій", Шишацького району Полтавської області) й довела свою економічну ефективність і екологічну безпечність.

Нову *безплужну систему обробітку ґрунту* було розроблено українським агрономом І.Є.Овсінським ще в кінці XIX ст. Суть системи полягає у глибокому розпушуванні ґрунту спеціальними плоскорізами без перегортання пласта, при цьому стерня і пожнивні рештки залишаються на поверхні. І.Є.Овсінський виходив із того, що будь-який ґрунт у природному стані пронизаний коренями рослин, ходами дощових черв'яків тощо, у результаті чого він є проникним для повітря на значну глибину і має достатню водопроникність. Він стверджував, що оранка з обертанням скиби знищує в ґрунті мережу каналів, які утворюють гниючі корені й ходи дощових черв'яків і перетворює його в однорідну порошкоподібну масу. Зовсім інше спостерігається при поверхневому обробітку на глибину до 5 см, який рекомендував І.Є.Овсінський. У такому разі знищуються бур'яни й утворюється розпушений мульчуючий шар ґрунту, під яким добре зберігається волога. Корені ж культурних рослин люблять більш ущільнений ґрунтовий шар під мульчею і добре в ньому розвиваються, забезпечуючи високі врожаї. І.Є.Овсінський інтуїтивно встановив і перевірів на практиці ці положення, не вдаючись у теоретичні обґрунтування.

У 1960-1970 роках Т.С.Мальцевим була розроблена система обробітку ґрунту, яка полягає в періодичному безвідвальному обробітку ґрунту на глибину до 40см та регулярному спусуванню на глибину до 7-8см. В Україні ідея безплужного обробітку ґрунту, її глибока наукова розробка та обґрунтування тісно пов'язані з іменами вчених О.Бараєва, О.Каштанова, Т.Мальцева, Ф.Моргуна, М.Шикули, Є.Рябова та ін. Безплужний обробіток ґрунту є одним з елементів мінімального обробітку. На порядку денному постає ще один перспективний спосіб — *нульовий обробіток*, коли механічне втручання буде здійснюватись раз на кілька років.

Для України значну перспективу має ґрунтоохоронна система землеробства А.Г.Тараріко (1991), в якій до 40-50% ріллі зайнято багаторічними травами. В ґрунт вносять тільки високоякісні органічні добрива та сидерати, дотримуються оптимального поголів'я худоби та ретельно контролюють баланс поживних речовин в ґрунті. Але за такої системи на 40-50% знижується продуктивність рослинництва.

Особливістю нинішнього етапу розвитку сільськогосподарського виробництва є підвищення рівня культури землеробства, яке зумовило перехід від застосування окремих прийомів захисту ґрунтів від ерозії до впровадження комплексів протиерозійних заходів. У проектних інститутах по землевпорядкуванню також розпочався перехід від проектування протиерозійних робіт для окремих господарств до розробки генеральних схем заходів по захисту ґрунтів від ерозії для балкових і річкових водозборів. За умов складного рельєфу вводиться перехід від прямолінійних принципів проектування елементів організації території до контурних, що зумовлено необхідністю підвищення агрономічної та ґрунтозахисної ефективності прийомів ґрунтозахисного землеробства, застосування смугового вирощування культур і будівництва на орних ґрунтах найпростіших гідротехнічних споруд.

Боротьба з ерозією ґрунтів дає бажані наслідки лише при комплексному проведенні протиерозійних заходів на всіх видах угідь. Важливим напрямком є також організація і дотримування польових, кормових, протиерозійних та інших сівозмін. Для того, щоб зберегти фізичні властивості ґрунтів — структуру, пористість, оптимальний водно-повітряний режим — потрібно скоротити повторність обробітку ґрунтів, перейти на прогресивні та ефективні його форми, легкі машини і механізми. Протиерозійні заходи сприяють зменшенню змиву ґрунтів у 4-20 разів, завдяки чому врожайність сільськогосподарських культур збільшується в 1,5-2 рази.

Таким чином, застосування ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур дозволить:

- значно знизити собівартість вирощеної продукції за рахунок енерго- і ресурсозбереження, а також підвищення врожайності сільськогосподарських культур, що забезпечить її конкурентоспроможність на внутрішньому та світовому ринках;

- враховуючи вологозберігаючий ефект технологій (до 50 мм) та їхній вплив на саморегуляцію ґрунтової родючості, зробити вітчизняне землеробство менш залежним від стихійних сил природи;

- за рахунок ґрунтозахисного ефекту значно зменшиться інтенсивність ерозійних процесів, що сприятиме утворенню екологічно стійких агроландшафтів;

- для відтворення родючості ґрунтів поряд із традиційними добривами використовується нетоварна частина урожаю (солома, стебла грубостеблих культур, гичка, огудиння та ін.), а також сидерати як органічні добрива, що дасть можливість землеробству вийти на розширене відтворення родючості ґрунтів і значно підвищити врожайність сільськогосподарських культур;

- значно збільшити валові збори зерна та іншої сільськогосподарської продукції.

На сьогоднішній день в Україні застосовують зональні ґрунтозахисні технології вирощування всіх сільськогосподарських культур залежно від ґрунтово-кліматичних умов для середніх, посушливих і зволжених умов по всіх регіонах країни. Без них на еродованих і ерозійно небезпечних землях інші елементи системи землекористування будуть малоефективними. Розроблено систему машин і знарядь для впровадження ґрунтозахисних технологій вирощування культур з розрахунку як на вітчизняну, так і зарубіжну техніку.

12.2. ҐРУНТОЗАХИСНА СИСТЕМА ЗЕМЛЕРОБСТВА З КОНТУРНО-МЕЛІОРАТИВНОЮ ОРГАНІЗАЦІЄЮ ТЕРІТОРІЇ

Впроваджуючи концепції Заходу, наші вчені визначили свій напрям, що враховує історичний поступ, рівень родючості ґрунтів і культуру землеробства. Зокрема, наукові та навчальні установи колишньої Української академії аграрних наук (Інститут землеробства, Інститут цукрових буряків, Білоцерківський державний аграрний університет, Національний аграрний університет та ін.) розробили науково обґрунтовані методи ведення землеробства на біолого-екологічних принципах:

- науково обґрунтована сівозміна із обов'язковим включенням бобових трав і сидератів;

- використання всіх видів органічних добрив, підвищена увага до зеленого добрива;

- підвищення доз внесення гною з метою забезпечення бездефіцитного балансу гумусу;

- обмеження застосування мінеральних добрив, насамперед азотних, з урахуванням оптимізації живлення рослин;

- перехід на локальний спосіб внесення туків, що дає змогу зменшити використання добрив на 30-50% порівняно з тим, що рекомендується для інтенсивних технологій;

- екологічно безпечний захист рослин, широке використання біологічних прийомів і засобів,

- диференційована система обробітку ґрунту з урахуванням біологічних потреб культур та ґрунтово-кліматичних умов.

Під час створення будь-якої системи землеробства слід виходити з того,

що в Україні понад 40% орних земель піддаються ерозії. Крім того, значні площі земель належать до низькозабезпечених за вмістом фосфору та обмінного калію і мають підвищену кислотність. Створення оптимальної моделі родючості ґрунту та стійкості землеробства – це комплексне завдання, і воно включає ідею впровадження контурно-меліоративного землеробства (КМЗ), яка несе в собі елементи ресурсозберігаючої інтенсифікації та максимальної «біологізації» агроландшафтів.

Концепція ґрунтозахисного землеробства з контурно-меліоративною організацією території набула популярності в середині 80-х років ХХ ст. Вона ґрунтується на формуванні в господарствах ерозійно-стійких агроландшафтів, для чого необхідно впровадити *поділ орних ґрунтів, а також сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень за крутістю схилів на три еколого-технологічні групи використання* (М.К.Шикула, М.І.Лопирев, 1976):

I еколого-технологічна група — це ділянки ґрунтів з крутістю схилів 0-3°. На них організовують інтенсивні польові сівозміни, в яких зосереджуються всі просапні культури при інтенсивних технологіях їх вирощування. Така реорганізація землеробства потребує зміни структури посівних площ, оскільки питома вага просапних культур у господарствах повинна виходити з наявності в ньому ділянок ґрунтів I еколого-технологічної групи. Господарства з великою питомою вагою ґрунтів I еколого-технологічної групи повинні мати і велику питому вагу просапних культур. При високій інтенсифікації землеробства на ґрунтах I еколого-технологічної групи зменшуються площі чи вилучаються із структури інтенсивних польових сівозмін багаторічні трави. Для відтворення родючості на цих землях збільшують норми органічних та мінеральних добрив за рахунок II і III еколого-технологічних груп, а також використовується з цією метою нетоварна частина врожаю — солома, подрібнені стебла рослин та інші післяжнивні рештки. Це дає можливість вийти на позитивний баланс гумусу і розширене відтворення ґрунтової родючості.

II еколого-технологічна група ґрунтів включає ділянки з крутістю схилу 3-7°. На них організовуються ґрунтозахисні сівозміни, в яких виключаються просапні культури і зростає питома вага багаторічних трав. Посіви багаторічних трав разом з внесенням мінеральних добрив дають змогу вийти на розширене відтворення гумусу й потенційної ґрунтової родючості. Водночас багаторічні трави є найефективнішою ґрунтозахисною культурою. Крім них у цих сівозмінах вирощують культури суцільного посіву, які порівняно з просапними мають вищу ґрунтозахисну ефективність — озимі, ранні ярі зернові, однорічні трави.

III еколого-технологічна група включає ґрунти з крутістю схилів понад 7°. Ділянки цих ґрунтів виводяться з орних земель і залужуються багаторічними травами. Вони перетворюються на штучні сіножаті. Посіви багаторічних трав мають високу ґрунтозахисну ефективність і є найпродуктивнішими на середньо- й сильноеродованих ґрунтах. Відтворення гумусу і потенційної ґрунтової родючості відбувається за рахунок кореневих систем та післяжнивних залишків багаторічних трав, а також внесення мінеральних добрив.

Перехід від прямолінійної до контурно-меліоративної організації території з розміщенням сівозмін, полів і робочих ділянок, шляхової мережі, полезахисних лісосмуг та інших елементів організації території максимально наближеними до напрямку горизонталей або з припустимими відхиленнями до них. Тоді спрямовуючими лініями для напрямку обробітку ґрунту будуть: межа поля, шлях, смуга залуження, лісосмуга, вал-тераса, вал-дорога, вал-канава, межа смуги при смуговому розміщенні культур.

Застосування та проведення всіх агротехнічних ґрунтозахисних заходів у напрямку горизонталей. Передбачає плоскорізний, чизельний та інші обробітки ґрунту в напрямку горизонталей, щільування ґрунту на схилах 1-3° (поля I еколого-технологічної групи). На полях II еколого-технологічної групи ґрунтозахисний обробіток ґрунту застосовується в поєднанні з мульчуванням соломною та іншими післяжнивними залишками. Така агротехнологія запобігає змиванню ґрунту, зберігає родючість, а разом із заходами по його відтворенню (внесення органічних та мінеральних добрив, вирощування багаторічних трав) сприяє стабілізації й екологічній стійкості землеробства. Перехоплення, затримання й відведення стоку здійснюють влаштуванням гідротехнічних споруд, водорегулюючих лісосмуг та смуг з багаторічних трав, що підвищує протиерозійну стійкість і продуктивність ділянок III еколого-технологічної групи і природних кормових угідь.

Збереження та розширене відновлення родючості шляхом використання всіх наявних органічних добрив і післяжнивних залишків в інтенсивних польових сівозмінах і за рахунок збільшення частки багаторічних трав у ґрунтозахисних сівозмінах.

Докорінне й поверхнєве поліпшення травостою на природних кормових угіддях. У базовій моделі одна еколого-технологічна група відділяється від іншої гідротехнічними протиерозійними спорудами, водорегулювальними лісосмугами, буферними смугами з багаторічних трав. В процесі землевпорядкування планується засипання ярів, зарівнювання вимоїн.

Ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території також передбачає системи удобрення культур, системи захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників, системи машин і знарядь, системи насінництва.

12.3. АГРОЛІСОМЕЛІОРАТИВНА СИСТЕМА ҐРУНТОЗАХИСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Завдяки винятковому значенню рослинність широко використовують як важливий компонент у системі заходів боротьби з ерозією. Агролісомеліоративна система І.М.Сазонова із співавторами (1984) є екологічною за своєю суттю, оскільки заходи боротьби з водною ерозією утворюють взаємопов'язаний комплекс, ланки якого доповнюють одна одну і забезпечують регулювання поверхневого стоку на кожному водозборі.

Вона включає *організаційно-господарські заходи*, а саме: розробка системи боротьби з ерозією ґрунтів: запобігання забрудненню (евтрофікації),

замуленню водойм; забезпечення нормального гідрологічного режиму річок. Для складання ґрунтоерозійного плану господарства виділяють категорій земель на основі ґрунтової карти, картограми крутості схилів та карти ерозійно небезпечних ділянок. Картограму крутості схилів складають на топографічній основі масштабу 1:10000 з рельєфом у горизонталях за такими градаціями крутості схилів: до 1°; 1-3°; 3-5°; 5-7°; 7-10°; 10-12° і понад 12°. Межі категорій земель встановлюються на ґрунтовій карті з нанесенням градацій крутості схилів. Категорії земель об'єднують у групи — орні землі, багаторічні культури, луки і пасовища. У кожному з угідь проводять нарізування полів (сівозміни), кварталів (багаторічні культури), загонів (пасовища), які зв'язуються мережею магістральних і польових доріг. При цьому межі виробничих підрозділів повинні збігатися з природними або бути прив'язаними до полезахисних лісосмуг. Еродовані землі краще включати до складу однієї бригади, яка має спеціальні знаряддя для виконання протиерозійних робіт.

Агримеліоративні заходи захисту ґрунтів від ерозії включають фітомеліоративні прийоми, основою яких є ґрунтозахисні сівозміни із зональним підбором культур, їх розміщення з урахуванням протиерозійного впливу на різних елементах рельєфу, протиерозійний обробіток ґрунту, зокрема безплужний, снігозатримання і регулювання сніготанення.

Ґрунтозахисні сівозміни застосовуються на схилах 3-7° з метою ефективної боротьби із водною ерозією ґрунтів. Основою цих сівозмін є багаторічні трави декількох років користування та смугове розміщення культур.

Особливості ґрунтозахисних сівозмін: 1) близько 50% площі займають багаторічні трави; 2) культивуються культури суцільного (вузькорядного) посіву — зернові колосові (озимі, ярі; ґрунтозахисна здатність озимих значно вища, ніж ярих); 3) до мінімуму обмежують посіви просапних культур (вони вирощуються під захистом смуг із багаторічних трав або зернових колосових (переважно озимих)).

Такі сівозміни мають науково обґрунтоване чергування культур. Для Степу України рекомендується така сівозміна: поля 1-3 — багаторічні трави, 4 — озимі і баштанні культури смугами під захистом смуг із багаторічних трав; 5 — кукурудза смугами; 6 — однорічні трави, зернобобові; 7 — кукурудза смугами; 8 — кукурудза і ярові зернові з підсівом трав або черезсмуговим посівом трав. Для Лісостепу може бути рекомендована така сівозміна: поля 1-3 — багаторічні трави; 4 — озимі із залишками трав'яних смуг; 5 — кукурудза із смугами трав; 6 — зернобобові з наступним посівом пожнивних культур; 7 — озимі або ярові із підсівом багаторічних трав.

В ґрунтозахисних сівозмінах рекомендуються бобово-злакові травосуміші, так як їх продуктивність майже в 1,5 рази вища, ніж окремих компонентів, і вони також краще захищають ґрунт від ерозії (О.Г.Тараріко). Для умов Лісостепу рекомендується така травосуміш (ґрунти — сірі лісові, змиті): люцерна синьогібридна (норма посіву) — 12 кг/га, конюшина червона — 2, тимофіївка лугова — 2,2, стоколос безостий — 4-5. Для Степу: еспарцет піщаний (або гібридний) — 40-50 кг/га, люцерна — 7-8, буркун — 4, стоколос

прямий (або безостий) — 10-12, житняк вузькоколосий — 10.

Смугове розміщення сільськогосподарських культур є ефективним протиерозійним заходом при вирощуванні просапних культур на схилах. Його суть полягає в тому, що смуги культур відповідної ширини із високою ґрунтозахисною ефективністю (багаторічні та однорічні трави, зернові колосові суцільної сівби — озимі і ярові) чергуються із смугами такої ж ширини просапних культур (М.К.Шикула). Ефективність смугового розміщення культур зростає в поєднанні із залуженням водотоків.

В умовах Степу і Лісостепу в ґрунтозахисних і кормових сівозмінах ширина смуг приймається в межах 25-45м (чим більш крутий схил, тим меншу ширину мають смуги). На дуже ерозійно небезпечних ділянках смуги багаторічних трав необхідно чергувати із смугами культур густого посіву (озима пшениця, однорічні трави), а ширина смуг не повинна перевищувати 25м.

У польових сівозмінах (рівнинні землі та схили з крутістю до 3°) ширина смуг не повинна перевищувати 60-100м; смуги культур густого посіву (зернові колосові, зернобобові) тут чергуються зі смугами просапних культур пунктирного посіву (кукурудза, соняшник, буряки та ін.) і чорного пару.

Культури суцільного посіву захищають поверхню ґрунту від ударів дощових крапель та повітряних потоків, вони є перешкодою для поверхневого стоку. При смуговому розміщенні культур в порівнянні із звичайними посівами збільшуються висота снігового покриву, запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, ґрунтозахисна ефективність сівозміни та врожайність сільськогосподарських культур.

Найбільш широке розповсюдження смугове землеробство отримало в США і Канаді, де досвід його застосування налічує більше 100 років. В США при смуговому землеробстві ширина смуг складає 18-45м і залежить від кількості опадів, ґрунтових умов, характеру схилів та вирощуваних культур.

Ґрунтозахисний обробіток ґрунту. Ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту передбачають використання протиерозійної техніки й знарядь, які забезпечують запобігання переуцільненню ґрунту і руйнуванню та розпорошенню ґрунтових агрегатів, нагромадження на поверхні поля рослинних решток, поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту і вресіт-решт — підвищення його протиерозійної стійкості та водопроникності, нагромадження вологи, поліпшення водно-повітряного режиму.

Снігозатримання і регулювання танення снігу — ефективний захід щодо захисту ґрунтів від вітрової ерозії в зимовий період та проти водної ерозії весною, а також щодо затримання талого стоку і нагромадження вологи в ґрунті, що сприяє формуванню високих урожаїв. За відсутності снігового покриву або при його недостатній висоті зростає небезпека вимерзання озимих культур, оголюється ґрунтовий покрив. Ефективним заходом щодо затримання снігу є створення системи позахисних лісосмуг (у Лісостепу 2–2,5, а в Степу 3–4% площі орних земель) продувної або ажурної конструкції, сівба куліс із високостеблених культур по пару, зябу та озимих культурах, проведення безполицевого обробітку ґрунту із залишенням на поверхні післязливних

решток, що сприяє рівномірному розподілу снігу на полях. Затримують сніг і регулюють його танення також за допомогою кліткування снігової поверхні снігорозорювачами, спочатку проходячи ними вздовж схилу через 8–12, а потім упоперек через 6–8 м. Це значною мірою зменшує поверхневий стік, водну та вітрову ерозію, сприяє вбиранню ґрунтом частини зимових опадів. Із метою регулювання танення снігу застосовують і методи смугового затемнення снігової поверхні. При цьому на затемнених смугах під дією сонячних променів сніг тоне активніше, а під незатемненими відбувається процес поглинання стоку, що помітно зменшує площинну ерозію.

Агрохімічні прийоми захисту ґрунтів від ерозії та підвищення їх родючості передбачають збільшення норм внесення органічних добрив залежно від ступеня змитості ґрунтів, застосування оптимальних норм мінеральних добрив і бактеріальних препаратів, а також вапнування кислих і гіпсування засолених змитих ґрунтів. Внесення добрив та інші заходи з підвищення родючості ґрунту прискорюють розвиток рослин, що збільшує проективне покриття поверхні ґрунту і, таким чином, опосередковано сприяють зменшенню ерозійних процесів.

Лісомеліоративні заходи належать до протиерозійних заходів постійної дії з тривалим строком окупності. Лісомеліоративні насадження за своїми властивостями є багатofункціональними. Вони послаблюють силу вітрів і поліпшують мікроклімат полів, сприяють снігозатриманню й перешкоджають здуванню снігу в гідрографічну мережу, затримують і регулюють стік талих та зливових вод, змінюють у кращий бік гідрологічний режим території й підвищують вологість полів, захищають ґрунти від змиву і розмиву та дефляції, створюють стійкі форми агроландшафту. Комплекс протиерозійних лісонасаджень включає: вітроломні та водорегулювальні полезахисні лісосмуги, розміщені з урахуванням рельєфу місцевості й основного напрямку панівних вітрів; прибалкові, приружні та яружно-балкові лісонасадження; мулофільтри, лісонасадження на схилах; прибережні лісосмуги; суцільні й куртинні лісонасадження на сильноеродованих, сильнодеградованих та інших непридатних для сільськогосподарського виробництва землях. В межах водозбору система протиерозійних та водозахисних насаджень виконує вітроломно-протиерозійну роль, дає меліоративний ефект на території водозбору, захищає водойми від забруднення та замулювання.

Найбільш раціональним розміщенням лісонасаджень є контурне розміщення на території водозбору, яке найповніше відповідає особливостям природних умов і дає змогу розміщувати кожен культуру на однорідних за ґрунтами і мікрокліматом землях.

За А.Г.Міховичем із співавторами (1980) *система захисних насаджень на водозборі* враховує природні особливості рельєфу, ґрунту і клімату, а також особливості господарської діяльності і спрямована на стабілізацію ландшафту та охорону природи. Вона ґрунтується на контурній організації території і включає не тільки полезахисні насадження, полезахисні лісосмуги на привододільних схилах, де формується поверхневий стік, насадження на балках та ярах, а також придорожні алеї і дерева вздовж внутрішньогосподарських

шляхів, оскільки вони активно виконують вітроломну роль, позитивно впливають на прилеглі посіви сільськогосподарських культур. При широко розвинутій дорожній мережі і наявності насаджень уздовж неї немає необхідності у створенні спеціальних вітроломних полезахисних насаджень.

Таким чином, система захисних насаджень на водозборі включає три категорії:

1 — сукупність захисних насаджень переважно смугової форми, що розміщуються на основній частині площі водозбору (лісосмуги на польових схилах, улоговинно-смугові насадження і прияружні лісосмуги);

2 — сукупність різних за формою і призначенням насаджень, розміщених на землях гідрографічного фонду (смугові й масивні насадження на верхів'ях і конусах виносу ярів і балок, насадження на берегах ярів, уздовж річок і водойм, а також насадження-мулофільтри);

3 — природні лісові ділянки серед сільськогосподарських угідь.

Відповідно до сучасних наукових розробок полезахисні насадження в лісостеповій зоні повинні займати 2-2,5% рівнинних орних угідь, а в степовій — 3-4%. У районах з вираженим рельєфом лісосмуги повинні займати 5-7% угідь.

Створення системи захисних лісонасаджень завжди позитивно позначається на структурі та екологічному стані агроландшафту. Лісові насадження ефективно впливають на вітровий режим, снігозатримання, захист ґрунтів від дефляції, формування мікроклімату. Під лісовою рослинністю не розвивається ерозія, волога, що стікає по схилу, перехоплюється лісовою підстилкою, поповнюючи запаси ґрунтових та підґрунтових вод, які живлять річки, озера і є важливим ресурсом поповнення питної води для населення. На заліснених територіях створюються кращі умови для життєдіяльності дикої фауни і флори та безпечного проживання диких птахів і тварин.

Полезахисні насадження нерідко посилюють **протиерозійними гідротехнічними спорудами**, які належать до ґрунтозахисних заходів постійної дії з тривалим терміном окупності. Залежно від їхнього призначення протиерозійні гідротехнічні споруди класифікують таким чином:

- водозатримувальні земляні споруди (вали-канави, вали-тераси, загати по улоговинах);
- водовідвідні та водонапрямні земляні споруди (вали-канави, вали-тераси, вали-дороги, нагірні канави, вали-розпилувачі);
- водоскидні споруди (лотки-швидкотоки, перепади, шахтні водоскиди, консольні водоскиди);
- донні споруди (загати, напівзагати, донні перепади);
- нагромаджувачі рідинного і твердого стоків (вали-лимани, протиерозійні ставки).

Найширше в Україні використовують протиерозійні гідротехнічні земляні споруди. Вони є невід'ємною частиною контурно-меліоративної організації території в умовах складного рельєфу. Це пов'язано з необхідністю запобігання змиву й розмиву ґрунту, зарегулювання та безпечного скидання

надлишку талих і дощових вод, а також із потребою фіксації на місцевості контурних меж сівозмінних масивів, меж полів та робочих ділянок.

Грунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території вперше реалізована у практиці на території одного з базових господарств (площа 3,5 тис.га) Обухівського району Київської області. В умовах складного рельєфу та високої потенційної небезпеки прояву ерозійних процесів і високоінтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва вперше в Україні було здійснено системний підхід до розв'язання проблеми формування екологічно стійких агроландшафтів, запобігання водноерозійним процесам, зарегулювання поверхневого стоку, підвищення родючості ґрунтів, поліпшення природного середовища, створення сприятливих умов для відтворення дикої флори та фауни. Ця наукова розробка в 1991 році одержала Державну премію України в галузі науки і техніки.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Що таке ґрунтозахисне землеробство та ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур?*
- 2. Назвіть основні елементи ґрунтозахисної системи землеробства з мінімальним обробітком ґрунту?*
- 3. В чому полягає безплужна система обробітку ґрунту?*
- 4. На яких біолого-екологічних принципах базується нульовий обробіток ґрунту?*
- 5. Які переваги ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур перед традиційними?*
- 6. Назвіть основні заходи, на яких ґрунтується ґрунтозахисне землеробство з контурно-меліоративною організацією території.*
- 7. Які прийоми та заходи включає агролісомеліоративна система землеробства?*

Розділ XIII

ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

13.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Використання земель нероздільно пов'язане із питаннями їхньої охорони. Земля є основним національним багатством, і тому перебуває під особливою охороною держави, а землям сільськогосподарського призначення надається пріоритетний характер як основному засобу виробництва продовольчої та сировинної продукції.

До земель сільськогосподарського призначення належать землі надані для виробництва сільськогосподарської продукції, здійснення сільськогосподарської науково-дослідної та навчальної діяльності, розміщення відповідної виробничої інфраструктури, у тому числі інфраструктури оптових ринків сільськогосподарської продукції, або призначені для цих цілей.

Сучасна охорона природи є інтегрованою системою наукових, правових, економічних, соціальних, організаційних та інших видів діяльності, направлених на збереження навколишнього природного середовища та його компонентів. Основними функціональними розділами охорони природи є: природно-заповідна справа, облік (класичний і базовий) та кадастр природних ресурсів, екологічна безпека, екологічний моніторинг, екологічний контроль. За об'єктами збереження загальна охорона природи поділяється охорону земельних та водних ресурсів, охорону атмосфери, охорону біорізноманіття.

Охорона земель – це система організаційних, правових, економічних, екологічних та інших заходів, спрямованих на забезпечення раціонального використання, запобігання необґрунтованому вилученню земель із сільськогосподарського обороту, захист від шкідливих антропогенних впливів, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, продуктивності земель лісового фонду, забезпечення режиму земель природоохоронного, оздоровчого та історико-культурного призначення, а також відновлення земельних ресурсів (стаття 162 Земельного кодексу України).

Охорона земель сільськогосподарського призначення може здійснюватися на думку колективу ґрунтознавців на чолі з М.К.Шиколою (2001) за такими основними напрямками:

- протиерозійна меліорація (противодна, лісомеліорація, зарушення земель, протидія селям, противітрова, протидія засоленню, висушуванню, протиіригаційна);
- рекультивация земель (технічна й біологічна рекультивация);

- боротьба із забрудненням ґрунтового покриву (від агрохімікатів, промислових, органічних відходів, зрошувальних вод, мастильних речовин, радіонуклідів);
- профілактика втрати родючості ґрунту (відтворення гумусу, хімічна й агрономічна меліорація, зменшення переущільнення, біологічне землеробство);
- ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території (сівозміни, ґрунтозахисний обробіток ґрунту, захист рослин, удобрення, поліпшення насінництва тощо);
- моніторинг земель – система спостережень за станом земельного фонду, в тому числі земель, розташованих у зонах радіоактивного забруднення, з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, прогнозу, відвернення й ліквідації наслідків негативних процесів;
- трансформація земель – тимчасова (консервація) або постійна зміна цільового призначення земель з метою відновлення цільового призначення земель, відновлення їх продуктивності, покращення якісного стану, попередження ерозійних та інших деградаційних процесів, якщо іншими способами неможливо відновити родючість ґрунту;
- земельний кадастр.

Основним завданням охорони землі є забезпечення збереження та відтворення земельних ресурсів, екологічної цінності природних і набутих якостей земель. Правові засади охорони земель передбачено в Конституції України, Земельному кодексі, Законі України “Про охорону земель” тощо. Охорона земель сільськогосподарського призначення здійснюється на основі реалізації комплексу заходів щодо збереження продуктивності сільськогосподарських угідь, підвищення їх екологічної стійкості та родючості ґрунтів, а також обмеження їх вилучення (викупу) для несільськогосподарських потреб.

Крім того, Земельним кодексом України передбачена раціональна організація території, захист від заростання сільськогосподарських угідь чагарниками і дрібноліссям. На думку В.П.Кучерявого охорона ґрунтів може здійснюватися різноманітними методами, зокрема залісненням перелогів та еродованих земель, відмовою від монокультури. Технологія сільськогосподарського виробництва має базуватися на екологічно обґрунтованих раціональних нормах добрив, виключенні з обробітку земель на схилах крутістю понад 7° і помірно інтенсивному використанні угідь, які залишилися в обробітку. Науковці рекомендують розпочати послідовий перехід на ландшафтне землеробство, ґрунтозахисну спрямованість якого у повному обсязі виконуватимуть протиерозійні заходи і рекультивация земель.

Об’єктом особливої охорони земель сільськогосподарського призначення є ґрунтовий покрив як один з найважливіших природних ресурсів, засіб виробництва та об’єкт праці, головне джерело отримання продуктів харчування та сировини, найцінніше надбання держави. Така охорона полягає у **забороні власникам земельних ділянок та землекористувачам здійснювати зняття та перенесення ґрунтового покриву** земельних ділянок без спеціального

дозволу органів, що здійснюють державний контроль за використанням та охороною земель. Органами, що реалізують завдання з охорони, є Державна інспекція з контролю за використанням та охороною земель, Державна екологічна інспекція, Державна служба охорони родючості ґрунтів та їхні територіальні структури.

Окреме місце охороні родючості ґрунтів відводить Закон України “Про охорону земель” від 19.06.2003 року, згідно з яким на землях сільськогосподарського призначення обмежується діяльність щодо:

- вирощування певних сільськогосподарських культур, застосування окремих технологій їх вирощування або проведення окремих агротехнічних операцій;
- розорювання сіножатей, пасовищ;
- використання деградованих, малопродуктивних, а також техногенно забруднених земельних ділянок;
- необґрунтовано інтенсивного використання земель.

Закон України “Про охорону земель” також передбачає здійснення контролю за динамікою родючості ґрунтів, який полягає у систематичному проведенні їх агрохімічного обстеження, видачі агрохімічних паспортів, в яких фіксуються початкові та поточні рівні забезпечення поживними речовинами ґрунтів і рівні їх забруднення. Форму агрохімічного паспорта та порядок його ведення встановлює центральний орган виконавчої влади з питань аграрної політики.

Дані агрохімічного дослідження земель використовуються в процесі регулювання земельних відносин при:

- передачі у власність або наданні в користування, в тому числі в оренду, земельної ділянки;
- зміні власника земельної ділянки або землекористувача;
- проведенні грошової оцінки землі;
- визначенні розмірів плати за землю;
- здійсненні контролю за станом родючості ґрунтів.

З метою своєчасного виявлення змін стану ґрунтів, їх оцінки, відвернення наслідків негативних процесів, розроблення наукового обґрунтування систем землеробства і агротехнологій проводиться **моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення**. Завдання моніторингу ґрунтів включають визначення зон виробництва сільськогосподарської продукції для виготовлення продуктів для дитячого та дієтичного харчування; і надання (на договірній основі) землевласникам, землекористувачам та суб’єктам оціночної діяльності у сфері оцінки земель інформації про сучасний стан ґрунтів. Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводить Міністерство аграрної політики України у взаємодії з іншими виконавцями: Міністерством екології і природних ресурсів України, Держкомземом України, Держводгоспом України та науково-дослідними установами НААН України землеохоронного профілю. Результати моніторингу ґрунтів використовують в процесі регулювання правових основ земельних відносин, при проведенні економічної та грошової (нормативної та експертної) оцінки земель, визначенні

розмірі плати за землю, плануванні заходів щодо відтворення родючості ґрунтів та підвищення урожайності сільськогосподарських культур тощо.

Держава здійснює *економічне стимулювання заходів щодо охорони та використання земель і підвищення родючості ґрунтів* землевласниками та землекористувачами за рахунок коштів Державного бюджету України та місцевих бюджетів шляхом:

- надання податкових і кредитних пільг фізичним і юридичним особам, які здійснюють за власні кошти заходи щодо захисту земель від ерозії, підвищення родючості ґрунтів та інші заходи, передбачені загальнодержавними і регіональними програмами використання та охорони земель;

- звільнення землевласників і землекористувачів від плати за землю, за земельні ділянки, на яких виконуються роботи з меліорації, рекультивації, консервації земель та інші роботи щодо охорони земель на період тимчасової консервації, будівництва та сільськогосподарського освоєння земель відповідно до затвердженої документації із землеустрою;

- компенсування сільськогосподарським товаровиробникам недоодержаної частки доходу внаслідок консервації деградованих, малопродуктивних, а також техногенно забруднених земель;

- застосування прискореної амортизації основних фондів земель охоронного і природоохоронного призначення.

Кодекс України про адміністративні порушення (КпАП) передбачає *відповідальність за псування сільськогосподарських земель*, забруднення їх хімічними і радіоактивними речовинами, нафтою та нафтопродуктами, неочищеними стічними водами, виробничими та іншими відходами, а так само за невжиття заходів по боротьбі з бур'янами, використання земель не за цільовим призначенням, невиконання природоохоронного режиму використання земель, розміщення, проектування, будівництво, введення в дію об'єктів, які негативно впливають на стан земель, неправильна експлуатація, знищення або пошкодження протиерозійних гідротехнічних споруд, захисних лісонасаджень. Відповідальність за даними правопорушеннями настає як для власників та користувачів сільськогосподарських земель, які були зіпсовані з їх вини, так і для суміжних землекористувачів та інших осіб, з вини яких сталося таке псування.

13.2. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ

Добування твердих корисних копалин як відкритим способом, так і при підземних розробках, забруднення земель нафтопродуктами і нафтопромисловими стічними водами при добуванні нафти, відпрацьованими буровими розчинами і шламом при бурінні, розвідувальних і експлуатаційних свердловин, прокладання магістральних трубопроводів, будівництво доріг, каналів спричиняє значні порушення земель: докорінну зміну вихідних форм рельєфу, геологічної будови і гідрологічних умов, фізичних, хімічних та біологічних властивостей верхніх шарів літосфери, які є основою життя біоценозів (екосистем).

Відновлення порушених земель і освоєння можливе при їх рекультивації. Взаємозв'язок цих двох процесів — техногенного руйнування (екскаваторами, бульдозерами, іншою будівельною технікою) і рекультивації, тобто повторного введення в експлуатацію — закріплено законодавством, яке стверджує, що будь-який проект розкривання чи порушення ґрунтового покриву повинен супроводжуватись або включати в себе проект рекультивації цієї ділянки території, а вартість рекультивації — входити у собівартість видобутої рудної чи нерудної продукції.

Рекультивація земель як спосіб охорони та відтворення родючості ґрунтів включає в себе комплекс гірничих, меліоративних, гідротехнічних, сільськогосподарських і інженерно-будівельних робіт, що виконуються з метою повернення порушених земель народному господарству для цільового використання та покращення умов навколишнього середовища. Встановлено, що при горизонтальному заляганні корисних копалин можна повертати в орні угіддя до 70-85% всієї площі з продуктивністю рекультивованих земель на рівні вихідних зональних ґрунтів, а в окремих випадках навіть перевищувати їх. Строк окупності витрат на рекультивацію земель (за даними В.П.Гордієнка та ін., 1991) від 7-8 до 20-25 років. Тому, рекультивація земель має велике соціально-економічне значення для народного господарства і розглядається як самостійний вид господарської діяльності, направлений на створення антропогенних, у тому числі й сільськогосподарських ландшафтів.

Головними напрямками рекультивації порушених земель, з огляду на сучасну загальну структуру земельних ресурсів, виступають лісогосподарський, водногосподарський та рекреаційний. На Поліссі, де сільськогосподарська освоєність території становить 49%, порушені землі доцільно використовувати під лісонасадження, а лесові острови та торфорозробки — під кормові угіддя. У Лісостепу, де сільськогосподарська освоєність земель досягає 77%, рекультивація полягає у розширенні кормових угідь та рекреаційних зон. У степовій зоні, де найбільша в країні сільськогосподарська освоєність угідь та розораність території, головними є рекреаційний та сільськогосподарський (кормові угіддя) напрямки рекультивації. У Карпатській та Кримській гірських областях пріоритетним напрямком рекультивації є лісогосподарський.

Рекультивацію проводять в кілька послідовних етапів:

- *підготовчий* – обстеження земель та підготовка технічної документації;
- *гірничо-технічний* – відновлення рельєфу земної поверхні;
- *біологічний* – відтворення якісних властивостей ґрунтового покриву.

Підготовчий етап рекультивації включає обстеження і типізацію порушених і запланованих до розробки земель, вивчення властивостей оголених порід для визначення їх придатності для біологічної рекультивації, визначення напрямів і методів рекультивації. На основі даних розвідування складається робочий проект з рекультивації порушеної ділянки території, який є обов'язковою складовою частиною загального проекту видобування корисних копалин.

Гірничо-технічний етап рекультивації передбачає виконання заходів з

підготовки земель, що вивільнилися після розробки родовищ, до наступного цільового використання.

Перед початком гірничих робіт знімають родючий шар ґрунту з вмістом гумусу не менше 1% на всій відведеній гірничому підприємству площі залежно від глибини гумусового шару за 2-3 цикли. Знятий ґрунт відкладають у бурти висотою 5-15 м. На кожному бурті сплановують відкоси (28-30°).

Після закінчення гірничих робіт знятий ґрунт наносять на підготовлену (попередньо вирівняну) поверхню промислових відвалів у зворотній послідовності, тобто формують штучні ґрунти. При цьому потужність ґрунтового шару має становити 40-60 см. На рекультивовані землі обов'язково вносять дози органічних і мінеральних добрив (20-30% вищі, ніж на ґрунтах непорушених територій, що прилягають до рекультивованих).

У місцях просідання ґрунту (мульд) при підземному добуванні вугілля (західний Донбас) доцільно формувати рекультивовані землі так: спочатку висипають шахтні породи 3,5-4 м, які виконують роль фундаменту і водоупору, за ними відсипають лесовидні суглинки (водовмісний шар) – 50 см, а потім уже ґрунтова маса звичайного чорнозему (родючий шар) – 50-70 см.

Якщо ж територія призначена для будівництва доріг, будівель тобто не буде використовуватися для вирощування сільськогосподарських культур, то верхній родючий шар ґрунту, знятий під час гірничих, будівельних та інших видів робіт, використовується для *землювання*, тобто нанесення родючого шару ґрунту і потенційно родючих порід на малопродуктивні сільськогосподарські угіддя (змиті, піщані землі) з метою підвищення їх родючості.

Біологічний етап рекультивації передбачає агротехнологічні заходи відновлення властивостей субстрату, які забезпечують його родючість, та фітомелірацію шляхом запровадження меліоративних сівозмін, вирощування культур, найбільш придатних і ефективних для освоєння рекультивованих земель, з метою створення на них стійких і життєздатних біоценозів.

Покращити фізико-хімічні властивості та підвищити родючість новостворюваного родючого шару можна різними агротехнологічними методами.

- *Хімічні методи* включають забезпечення нейтральної реакції середовища (вапнування), внесення мінеральних добрив, протиерозійний захист матеріалу промислових відвалів, який легко зазнає пилових бур (піски, зола, тонкодисперсні шлаки) і поліпшення його фізико-хімічних властивостей шляхом застосування різноманітних структуроутворювачів (лігнітовий сульфатат соди, цемент, вапнякове молоко, смоли, полімери тощо).

- *Фізичні методи* передбачають додавання до ґрунтосумішей відсутніх у них гранулометричних фракцій для оптимізації механічного складу, наприклад глинисті фракції для незв'язаних кварцевих пісків. До фізичних методів відносяться і агротехнологічні прийоми нанесення ґрунту на відвали шаром до 10см, що сприяє інтенсифікації процесів ґрунтоутворення.

- *Збагачення ґрунтосумішей органічними речовинами* здійснюється для забезпечення вмісту гумусу на рівні близько 3% з урахуванням його схильності до мінералізації в нових умовах. Для підтримки бездефіцитного

балансу гумусу на різних типах ґрунтів рекомендується вносити 10-17т/га органічних добрив. Джерелом органічної речовини також може бути мікоризовмістний ґрунт, лісова підстилка, мульча із сіна, листя, гілок, торф, сапропель, екскременти тварин, зелене добриво (посів бобових культур). Гній та інші органічні відходи переробляються в біогумус за технологією вермикультури. Одержані вермикомпости містять велику кількість біологічно активних речовин, які прискорюють проростання насіння, підвищують стійкість рослин до хвороб, підвищують врожайність. Крім того, збагачують ґрунтосуміш мікрофлорою, бактеріями, грибами та іншими біологічними компонентами.

- *Стимулювання ґрунтоутворюючого процесу* в техногенних умовах здійснюють шляхом застосування біологічних стимуляторів – мікроорганізмів, дощових черв'яків, біотехнологічних препаратів тощо.

Фітомеліоративні заходи відтворення родючості ґрунтосумішей включають висівання трав, які не пред'являють високих вимог до ґрунтових умов. У міру відновлення родючості на рекультивованих землях вирощуються цінніші сільськогосподарські культури. Попередній відбір здійснюється за ценотичними характеристиками рослин. Для екологічних умов відвалів надається перевага ксерофітам і ксеромезофітам, оліготрофним і мезотрофним, особливо рослинам, які здатні фіксувати атмосферний азот. Для створення рослинного покриву на відвалах найбільш бажаними будуть рослини – сильні едифікатори та фітомеліоранти, здатні досягати насінневого розмноження і самостійно поширюватися за межі місцезростань.

13.3. МЕЛІОРАЦІЯ ГРУНТІВ

Меліорація (від лат. *melioration* – поліпшення) – сукупність заходів щодо істотного поліпшення природних умов або загального оздоровлення місцевості – один із видів раціонального природокористування.

Меліорація ґрунтів — це докорінне поліпшення їх властивостей з метою підвищення родючості. Меліорацію здійснюють шляхом штучного регулювання водного, повітряного, теплового, сольового, біохімічного, фізико-хімічного та інших режимів за допомогою осушення, зрошення, внесення мінеральних і органічних добрив. Меліорація також є важливим засобом збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. У зв'язку з широким розвитком меліорації земель виникла необхідність в спеціальних прийомах землеробства на меліорованих землях, так як неправильне використання меліорованих земель може привести до їх деградації.

Меліорація ґрунтів включає в себе: хімічні меліорації; фітомеліорацію; гідротехнічні меліорації.

Хімічні меліорації. За допомогою хімічної меліорації докорінно поліпшують хімічні властивості ґрунтів (вапнуванням кислих, гіпсуванням засолених, підкисленням ґрунтів із значним вмістом кальцію тощо).

Вапнування – це внесення в ґрунт вапнякових добрив з метою

нейтралізації кислотності ґрунтового розчину і підвищення родючості кислих ґрунтів.

Кислотність ґрунту є важливим екологічним фактором, що визначає умови життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів і вищих рослин. Носієм кислотності можуть бути ґрунтовий розчин і ґрунтові колоїди. Реакція ґрунтового розчину (рН) пов'язана із вмістом в ґрунті кислот або лугів залежно від складу іонів, що входять в ґрунтовий вбирний комплекс (ГВК). Діапазон кислотно-основних умов ґрунтового покриву широкий: від сильнокислих (рН 3-4) до сильнолужних (рН 8-9). Класифікація ґрунтів по рівнях актуальної кислотності ґрунту наступна: сильно кислі – рН 3-4, кислі – рН 4-5, слабкокислі – рН 5-6, нейтральні – рН 7, слабколужні рН 7-8, лужні рН 8-9, сильнолужні рН 9-11. Кисла реакція зустрічається в підзолистих, сірих опідзолених ґрунтах, червоноземах, жовтоземах, торф'яно-болотяних ґрунтах. Лужна реакція характерна для ґрунтів сухих степів, напівпустель і пустель (каштанові, солонцюваті, сіроземи, сіро-бурі). Реакція рН в межах 7-8, тобто близька до нейтральної або слабколужної характерна для звичайних і потужних чорноземів.

Надмірна кислотність токсична для багатьох рослин і мікроорганізмів. Для більшості культурних рослин оптимум рН ґрунтового розчину знаходиться в межах 5,5-7,0, і лише люпин, чайний кущ та деякі інші надають перевагу кислій реакції. Оптимальними для вирощування основних сільськогосподарських культур є такі значення рН ґрунтового розчину: овес 5,0-7,7; жито озиме та просо 5,5-7,5; пшениця яра 6,0-7,5; пшениця озима 6,3-7,6; ячмінь 6,8-7,5; кукурудза, салат, конюшина 6,0-7,0; гречка 4,7-7,5; горох 6,0-7,0; соя 6,5-7,1; льон 5,9-6,5; коноплі 7,1-7,4; соняшник 6,0-6,8; картопля 5,0-5,5; цукровий буряк 7,0-7,5; буряк столовий 6,8-7,5; морква 5,5-7,0; редиска, ріпа 5,5 і більше; люцерна 7,0-8,0; капуста 6,7-7,4; томати 6,3-6,7; огірки 6,0-7,9; буркун 6,5 і більше; люпин 4,5-6,0; тимофіївка 5,6 і більше; чай 4,8-6,2; бавовник 6,5-9,0.

Пряма негативна дія кислотності веде до пошкодження кореневої системи рослин, порушення обміну речовин між рослиною і середовищем. Зменшення рН ґрунтового розчину викликає збільшення рухливості Al, Mn, Fe, Cu, Zn, що обумовлює зниження активності ферментів і погіршення властивостей протоплазми рослин. Для усунення надмірної кислотності вносять вапно, органічні добрива, силікатні і фосфорні добрива.

Кислі ґрунти займають майже 4,5 млн. га орних земель. Вони поширені переважно на Поліссі, в Лісостепу, на Прикарпатті та Закарпатті. Кисла реакція ґрунтового середовища у цих регіонах — лімітуючий фактор одержання високих урожаїв і призводить до погіршення його якості, а також негативно впливає на екологічний стан довкілля внаслідок посиленої рухомості забруднювачів (радіонукліди, важкі метали тощо).

При вапнуванні кислих ґрунтів:

- кальцій вапнякових добрив коагулює ґрунтові колоїди, що покращує структуру ґрунту і збільшує її водопроникність;
- підвищується активність азотфіксувальних бактерій та бактерій-

нітрифікаторів, внаслідок чого посилюється мінералізація органічних сполук азоту;

- посилюється мобілізація фосфатів ґрунту та покращується фосфорне живлення рослин;

- зменшується міграція радіонуклідів та інших шкідливих речовин (катіони важких металів, фтор, селен та ін.).

Якщо в сучасних соціально-економічних умовах агротехнологічні заходи виконуються на досить високому рівні, то обсяги вапнування ґрунтів відчутно скоротилися.

Гіпсуванням називається внесення у ґрунт гіпсу для знешкодження лужної реакції ґрунтового розчину, насичення ГВК кальцієм і підвищення родючості солонцюватих ґрунтів та солонців.

Лужна реакція несприятлива для більшості рослин, а ґрунти (солонці, каштанові, бурі, засолені) набувають несприятливих фізичних і хімічних властивостей. При рН 9–10 вони відрізняються в'язкістю і клейкістю, в вологому стані – розпливаються, втрачають структуру, а потім при висиханні зливаються в щільні, дуже міцні глиби, які часто не піддаються дії плуга.

Засолені та солонцеві ґрунти займають близько 2,7 млн. га орних земель, площа зрошувальних солонцюватих земель сягає 800 тис. га.

При гіпсуванні відбувається реакція витіснення поглинутого натрію, що обумовлює несприятливі фізичні і хімічні властивості таких ґрунтів, і заміщення його на катіон кальцію, а Na_2SO_4 , що утворюється, видаляють з ґрунтової товщі шляхом промивання. Насичений кальцієм ґрунт набуває сприятливих фізичних властивостей: структурність, водопроникність і водоутримуючу здатність, достатню пористість; поліпшуються і хімічні властивості – знижується рН, видаляється токсичний для рослин катіон Na^+ , зменшується лужність.

При гіпсуванні солонцюватих ґрунтів відбувається коагуляція ґрунтових колоїдів, покращується структура, водопроникність та аерація ґрунтів.

Фітомеліорація – це покращення ґрунтів шляхом використання природної перетворювальної здатності рослин, які виробляють біомасу, фіксують вуглекислий газ і молекулярний азот, продукують кисень, беруть участь у біохімічних циклах і ґрунтових процесах. Фітомеліорація може відбуватися завдяки самій природі (саморегулювання), а може здійснюватися за допомогою людини.

Виділяють три *групи фітомеліорантів*:

- спеціальні, в яких фітомеліоративна функція має провідне значення (парки, лісопарки, захисні смуги тощо);

- продуктивні, в яких перше місце відводиться одержанню продукції, а фітомеліорація має другорядне значення (ліси, поля, луки, сади, виноградники тощо);

- рудеральні (бур'яни), які спонтанно виконують фітомеліоративні функції.

Всі три категорії фітомеліорантів тією чи іншою мірою виконують

перетворювальні функції:

- меліоративну – лісові культури, посадки і посів рослин на рекультивованих землях;

- сануючу – санітарно-захисні смуги і лісові масиви виконують санітарно-гігієнічні функції – кисневидільні, фільтруючі, фітонцидні, іонізуючі тощо. Найвищу сануючу фітомеліоративну ефективність має висока зелень лісів і парків (деревні посадки). Механізм очисної дії лісонасаджень полягає в тому, що вони переводять більшу частину поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий з наступним поглинанням забруднених речовин ґрунтом і рослинами та включенням їх, таким чином, у біологічний кругообіг, а також у детоксикації шкідливих речовин мікроорганізмами;

- рекреаційну – рослинний покрив міст і приміських зон – лісопарки, лугопарки, гідропарки, сади і сквери, набережні і бульвари парки і лісопарки – використовуються для відпочинку населення. Сюди варто віднести і зелень колективних садів і городів, де праця поєднана з фізичним і психологічним відпочинком людей, які часто страждають на гіподинамію;

- інженерно-захисну – полезахисні та протиерозійні смуги використовуються для протидії різним геофізичним потокам, зокрема: 1) вітросніговим; 2) вітропилопідним; 3) вітропилотим; 4) вітроводопідним; 5) водним; 6) водно-ґрунтовим. Кожному з цих латеральних потоків відповідають різні методи і способи фітомеліоративних заходів;

- архітектурно-планувальну – система озеленення міст;

- етико-естетичну, що базується на досягненнях фітодизайну, виховує в населення високу духовність, розвиває естетичні смаки духовне виховання людини.

Слід зазначити, що в умовах урбанізованого ландшафту весь рослинний покрив відіграє фітомеліоративну функцію.

Успішність здійснення фітомеліорації в першу чергу залежить від правильного підбору комплексу агротехнологічних та лісокультурних заходів у відповідності до екологічної специфіки агроландшафтів. При цьому особливе значення має підбір асортименту фітомеліорантів та послідовність їх застосування. Здійснення фітомеліоративних заходів повинно забезпечити послідовне формування стійких рослинних угруповань.

Основними фітомеліоративними заходами є:

- *заліснення* – вирощування лісових культур з метою захисту поверхні техногенних форм рельєфу від вітрової та водної ерозії, а також для підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь, створених на рекультивованих землях. Заліснення порушених територій також забезпечує очищення повітряного басейну, регулювання гідрологічних та кліматичних умов;

- *залуження* – створення пасовищ і лук шляхом здійснення обробітку ґрунту, внесення добрив, висівання люцерни або інших культурних трав з повторенням процесу через 5 років.

Ідея біологічного впливу на природні процеси належить В.В.Докучаєву,

О.І.Воєйкову, А.Н.Краснову, Г.Н.Висоцькому, Г.М.Морозу. Особливу роль у ньому відводилася лісовим культурам.

Перші спроби штучного лісорозведення у степовій зоні відносяться до часів Петра I, коли за його вказівкою біля Таганрога у 1696 році були посіяні жолуді і створено дубовий гай. На початку XIX ст. на півдні України були організовані перші лісівництва й закладені перші лісосмуги на Кубані, Харківщині, у Тульській і Самарській губерніях. Після сильної посухи в 1891 році з ініціативи В.В.Докучаєва були закладені три дослідні ділянки на вододілах (між Волгою і Доном, між Північним Донцем та Дніпром, між Доном і Північним Донцем). На цих ділянках були створені лісостепові смуги, на яких велися наукові спостереження за впливом полезахисних лісосмуг на навколишнє середовище та врожай сільськогосподарських культур.

В даний час у господарствах, де створена розвинена мережа лісосмуг, посіви та ґрунти практично не страждають від пилових бур. Важливою проблемою збереження та оптимізації природних ландшафтів є залуження деградованих екотопів і трансформація їх в природні або культурні кормові угіддя завдяки заселенню рослин і формуванню рослинних угруповань.

Гідротехнічні меліорації – це радикальний спосіб боротьби з посушливістю та надлишком вологи. Меліоровані землі концептуально розглядалися як джерело забезпечення сталого виробництва сільськогосподарської продукції, особливо в роки з несприятливими погодними умовами. Значення меліорованих земель у продовольчому і ресурсному забезпеченні держави зумовлено їхньою високою (порівняно з богарними) продуктивністю: становлячи близько 14% загальної площі сільгоспугідь у 90-х роках минулого сторіччя, ці землі забезпечували виробництво 20% продукції рослинництва, у тому числі овочів — 60, кормів — 28, рису — 100, льоноволокна — 36, зерна — 12,5%.

У поліських та західних областях землеробство зазнає значних втрат через перезволоження земель та повені. Інші землі (південь і південний схід країни) потерпають від нестачі вологи.

Залежно від призначення розрізняють такі види гідротехнічної меліорації: осушувальні (поліпшують водний режим перезвожених земель) та зрошувальні (поліпшують водний режим сухих земель).

Осушення — основний прийом освоєння болотних та перезвожених ґрунтів, спрямований на оптимізацію всього комплексу природних умов, завдяки чому різко збільшується ефективна родючість ґрунтів. Осушувальні меліорації дають змогу збільшити посівні площі і створити зону гарантованого врожаю на них.

Осушені землі в Україні налічують 3299,5 тис.га (7,8%), серед них землі, які потребують підвищення технічного рівня — 366,3 (11,1%), та відновлення осушувальної мережі — 145,6 (4,4%). Застосовується осушення ґрунтів, переважно, у вологих поліських регіонах, а також у західному Лісостепу і Закарпатті.

Осушувальні системи містять осушувальну мережу для збору надлишкової вологи з осушувальної площі, провідну мережу (водовідні і

магістральні канали), водоприймачі (ріки, озера, водоймища), огорожувальну мережу (дамби, канали).

На осушувальній площі необхідно підтримувати визначену для тієї чи іншої культури у різні фази розвитку рослин глибину ґрунтових вод, яка зазвичай коливається в межах 0,7-1,1 м для більшості культур сівозміни та 0,4-0,7 м – для багаторічних трав. Якщо при осушенні відбудеться зниження рівня підґрунтових вод більш як на 1,5 м, різко зменшиться родючість осушених земель (торф швидко розкладається, виносяться поживні речовини, зменшується ґрунтова вологість) та прилеглих територій. Тому при будівництві осушувальних систем передбачають подвійне регулювання кількості води у каналах: в разі надлишку її скидають, а при нестачі затримують шляхом перекидання шлюзів. У такий спосіб досягається постійність рівня підґрунтових вод, що дуже важливо для збереження оптимальних екологічних умов на осушених землях.

Регулююча осушувальна система буває відкритою і закритою, постійною і тимчасовою. Тимчасова регулююча мережа, яка щорічно нарізується і зарівнюється, дозволяє механізувати польові роботи, а також посилювати або послаблювати осушення залежно від погодних умов.

Існують три *способи осушувальних меліорацій*: відкритий, закритий (дренаж) і обвалування. Іноді вони застосовуються в комплексі, наприклад: закритий дренаж і відкрита осушувальна мережа. У посушливі періоди осушення поєднується із додатковим зволоженням ґрунту.

За положенням осушувальні системи бувають горизонтальні і вертикальні; за способом відводу води – самопливні і з механічним прийомом води. При відкритому способі осушення закладається мережа постійних каналів, відстань між якими повинна становити не менше 250-300 м при довжині їх 900-1500 м. Чим глибше канали, тим більше відстань між ними. Для повнішого перехоплення поверхневого стоку канали-борозни та осушувальні канали розміщують під гострим кутом до горизонталей.

Прогресивним методом є закритий дренаж, тобто відведення води дренами – підземними ходами. Дренаж буває гончарний, дерев'яний, кам'яний, бетонний, пластмасовий, земляний. Гончарний дренаж дуже міцний та має тривалу дію (до 50 років). Дрени – обпалені глиняні трубки (довжиною близько 30 см, діаметром близько 6-8 см) – розміщуються нижче глибини промерзання ґрунту із зазором на стиках 1 мм, через які відводиться зайва вода. Дрени розміщуються паралельно горизонталям, під малим кутом або перпендикулярно до горизонталей.

На занадто зволжених ґрунтах застосовується земляний дренаж, тривалість дії якого близько 10 років. У щільних ґрунтах риють підземні ходи, які нагадують ходи кротів.

Іноді використовують і особливі види осушення. Так, при розливах рік і затопленні ділянок землі зводять дамби уздовж ріки, зміцнюють їх дерном, загорожею, каменями тощо. Для боротьби з підтопленням земель безпосередньо біля джерела води (ріки) риють перехоплюючі канави.

Настача коштів на підтримання в належному стані наявних осушувальних

систем та погіршення ефективності їхнього функціонування призводить до заболочування, погіршення функціональних властивостей та продуктивності ґрунтів. Так, внаслідок непроведення робіт з реконструкції меліоративних систем, дефіциту добрив і хімічних меліорантів, продуктивність осушених земель знизилась.

Раціональне використання осушених земель потребує проведення консервації деградованих осушених земель, ренатуралізації частини екологічно значимих осушених торфових земель, реконструкції дренажної мережі, створення культурних пасовищ та сіножатей, проведення глибокого меліоративного розпушування поверхнево оглеєних ґрунтів, впровадження локальної меліорації.

Зрошувальні меліорації виконуються шляхом напускання поливних вод у зрошувальні канали, у борозни або дощуванням. Серед найбільш поширених способів поливу залишається дощування, за якого воду розділяють на краплини розміром не більше 1—2 мм і розподіляють над рослинами у вигляді дощу. З метою запобігання іригаційної ерозії і рівномірного насичення ґрунту вологою інтенсивність штучного дощу не повинна перевищувати 0,1—0,2 мм/хв. для важких ґрунтів, 0,2—0,3 мм/хв. — для середніх суглинків та 0,5—0,8 мм/хв. — для легких ґрунтів. За умови дотримання цих технологічних вимог краплини дощу не пошкоджують рослин, мінімально ущільнюють ґрунт, а вода максимально всмоктується в нього без утворення калюж. Дощування проводять дощувальними машинами і агрегатами.

Зрошувані землі в Україні становлять 2440,5 тис. га, з них 618,2 тис. га (25%) потребують підвищення технічного рівня меліоративних систем, 543,9 тис. га — комплексної реконструкції. За даними Держводгоспу України на полив 70-73% площ зрошуваних земель використовують води з мінералізацією менше 1 г/л, на полив 18-20% — 1-2 г/л і на 7-9% площ — води з мінералізацією понад 2 г/л.

Відповідно до ДСТУ 2730-92 «Якість води для зрошення. Агрономічні критерії» всі природні води, що застосовують для зрошення поділяють на три класи: поливні води 1-го класу (придатні для зрошення), 2-го класу (обмежено придатні для зрошення) і 3-го класу (непридатні для зрошення без попереднього покращення). В останні роки поливні води 1 класу застосовували на 35-40% площі зрошуваних земель, 2 класу – на 50-60% і 3 класу – на 5-10%.

Зрошення ускладнює ситуацію з ґрунтовими водами, посилюючи строкатість глибини їхнього залягання, мінералізації та хімічного складу загалом. За даними Держводгоспу України на 13-15% площі зрошуваних земель (до 380 тис. га) ґрунтові води залягають на глибині менше 3 м, на 15-16% — на глибині 3-5 м, і на більшій частині (70% площі зрошуваних земель) на глибині понад 5 м. Засолення земель (первинне та вторинне) охоплює у регіонах України площі від 7-8 до 9-10% із загальних зрошуваних площ (150-240 тис. га). Основні площі засолених ґрунтів залягають у Донецькій, Дніпропетровській, Миколаївській, Одеській областях та Автономній Республіці Крим.

Зниження за останні роки рівня обробітку зрошуваних земель сприяло

різкому (на 30-60%) зниженню їх продуктивності і посиленню деградаційних процесів — осолонцювання, злитизації (грудкування), зниження вмісту поживних речовин і гумусу. Основні площі солонцюватих зрошуваних ґрунтів знаходяться в Донецькій, Миколаївській, Дніпропетровській, Одеській та інших областях на масивах, де використовують поливні води 2-го та 3-го класів.

Розвиток зрошення і дренажу призвів до змін в участі хімічних речовин у формуванні стоку. Площа дренажної мережі становить 500 тис. га, а винос солей з дренажних масивів коливається в межах від 1-2 до 3-5 млн. т, азоту — 5-7 тис. т щорічно.

При меліоративному будівництві здійснюється комплекс заходів, який передбачає раціональну систему зрошення і водоподачі, що виключає або скорочує до мінімуму непродуктивні витрати зрошувальної води, упорядковане скидання води з каналів, рисових систем і колекторно-дренажної мережі, повторне використання зворотних вод для зрошення. Важливе значення надається також запобіганню забруднення джерел води мінеральними добривами та пестицидами, які застосовуються при вирощуванні культурних рослин.

Внаслідок розпаювання землі та майна колективних сільськогосподарських підприємств без урахування особливостей меліорованих земель врожаї сільськогосподарських культур на зрошуваних землях знизилися до рівня богарних, продуктивність осушених земель — у 2-3 рази.

Для подолання кризового становища необхідно вивести зі зрошення землі з негативним еколого-меліоративним станом. В Україні розробляється нова система гідротехнічної меліорації, яка передбачає перехід до системи малого зрошення, зрошення природних кормових угідь у заплавах, екологізації норм, засобів та режими поливу, контролю якості води і, зокрема, використання для поливу води з мінералізацією не більше 0,5-1 г/л. Відповідно до нової системи потрібно застосувати комплексну реконструкцію і модернізацію існуючих зрошувальних систем. Ця робота вже ведеться. Наприклад, зрошувальна система Чорний Мочар після такої реконструкції різко підвищила економічні та екологічні показники.

Промивання засолених ґрунтів. Негативний вплив легкорозчинних солей на рослини пов'язаний з сукупною дією трьох різних механізмів. Переважаючу роль виконує звичайно високий осмотичний тиск ґрунтового розчину, який виникає внаслідок високого вмісту розчинених солей і призводить до поганого водоспоживання рослинами. Тому рослини на засолених ґрунтах часто страждають від посухи навіть при високій вологості ґрунту. Ще один чинник, який перешкоджає нормальному росту рослин – специфічна дія іонів Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , іноді NO_3^- і K^+ . Коли в листках рослин накопичується більше 0,5% Cl^- або більше 0,2% Na^+ (з розрахунку на суху масу), то відбувається обгорання листків, вони набувають бронзового забарвлення, виникають некрози. Ймовірно, що при виникненні високої концентрації в розчині іонів Na^+ і Cl^- , в рослинах порушується процес транспірування.

Висока концентрація в ґрунтовому розчині солей Ca^{2+} призводить до порушення надходження в рослини катіонів Mg^{2+} і K^+ . Високий вміст в розчині

іонів натрію погіршує умови споживання рослинами кальцію і магнію, погіршує фізичні властивості ґрунтів, а присутність в ґрунтах соди обумовлює лужну реакцію середовища, що перешкоджає нормальному розвитку більшості сільськогосподарських культур.

Основний меліоративний прийом, направлений на підвищення продуктивності засолених ґрунтів, – промивання високими нормами зрошення за наявності дренажу, що призводить до видалення з ґрунтового профілю легкорозчинних солей. Під час розсолення ґрунтів катіон Na^+ надходить до ґрунтового вбирного комплексу і утворюються солонцюваті ґрунти, які потребують хімічної меліорації.

Запитання для самоконтролю:

- 1. Яке місце в структурі сучасної системи охорони природи відводиться охороні земель сільськогосподарського призначення?*
- 2. В чому полягає соціально-економічне значення рекультивації земель? Назвіть основні напрямки та етапи рекультивації.*
- 3. Дайте визначення поняття меліорації ґрунтів.*
- 4. Які заходи включає хімічна меліорація ґрунтів?*
- 5. Яке має значення фітомеліорація ґрунтів? Назвіть групи фітомеліорантів та вкажіть функції, які вони виконують.*
- 6. Розкрийте види та значення гідротехнічної меліорації ґрунтів.*

Розділ XIV

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ

14.1. ЗАГАЛЬНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Розрізняють такі методи захисту рослин: організаційно-господарський, механічний, фізичний, хімічний, біотехнологічний, імунологічний, генетичний, агротехнологічний, біологічний та мікробіологічний.

Організаційно-господарський метод включає систему заходів, спрямованих на забезпечення найвищої продуктивності агроценозів і рентабельності вирощування культури. Вона містить науково обгрунтовану структуру посівних площ культур, вибір прогресивних, екологічно безпечних та низькоенергоємних технологій вирощування, забезпечення потрібними засобами та насінням високопродуктивних стійких сортів (гібридів), обстеження агроценозів, оцінку їхнього фітосанітарного стану, прийняття рішень щодо раціональної системи захисту та її вчасної корекції.

Агротехнологічний метод — це система агротехнологічних прийомів, спрямованих на забезпечення найвищої продуктивності агроценозів, підвищення польової стійкості рослин до пошкоджень (уражень, пригнічення) шкідливими організмами та обмеження їхнього розвитку й розмноження, негативного впливу стресових абіотичних чинників. Агротехнологічний метод є одним із найдавніших, який з часів виникнення землеробства виконував основну функцію з обмеження забур'яненості полів, зменшення чисельності та шкодочинності шкідників і джерел інфекції, збудників хвороб.

Імунологічний метод полягає у використанні стійких (імунних) сортів проти збудників хвороб і пошкоджень фітофагами. Стійкість проти шкідливих організмів — це надзвичайно цінна властивість сорту (гібриду), що дає змогу без застосування цілеспрямованих активних засобів захисту рослин одержувати високі та сталі врожаї якісної продукції рослинництва.

Генетичний метод захисту рослин – використання високопродуктивних та стійких проти шкідників, хвороб та гербіцидів сортів сільськогосподарських рослин, що створені методами генетичної інженерії. На сучасному етапі генетична інженерія дає можливість використання принципово нових генів, які визначають агрономічно важливі ознаки, і нових молекулярно-генетичних методів моніторингу трансгенів (молекулярні маркери генів), що в багато разів прискорюють процес створення трансгенних або генетично модифікованих

рослин. Одним з перших досягнень у захисті рослин генетичними методами стало створення генетично модифікованих рослин, стійких до вірусів, шляхом вбудовування в геном господаря генів білків вірусної оболонки.

Біотехнологічний метод полягає у використанні високопродуктивних та стійких проти шкідників, хвороб, гербіцидів сортів сільськогосподарських рослин створених методами клітинної інженерії або культури тканин. Розроблено техніку оздоровлення рослин від накопичення інфекцій, що особливо важливо для культур, які розмножуються вегетативно (картопля та ін.). Одним із найпоширеніших напрямів методу є мікроклональне розмноження, за якого отримують генетично ідентичні форми, що сприяє збереженню генетичної однорідності посадкового матеріалу. Мікроклональне розмноження має певні переваги порівняно з традиційними методами розмноження: вирощування в штучних умовах (що контролюються) із меристематичних тканин дає можливість досягти вилучення вірусів та інших патогенних мікроорганізмів і одержати здоровий посадковий матеріал.

Біологічний метод полягає, по-перше, у використанні живих організмів чи продуктів їх життєдіяльності для зниження чисельності й обмеження розмноження шкідливих організмів, по-друге, у створенні сприятливих умов для діяльності корисних видів в агроценозах. Важливою ланкою цього методу є збереження та активізація природних ентомофагів, створення умов для підвищення їхньої ефективності, а також сезонна колонізація лабораторних популяцій. Окрім того, важливими є систематичний моніторинг шкідливої ентомофауни та вчасне виявлення природних епізоотій захворювань шкідників і ступінь паразитизму їх ентомофагами, що дає змогу вносити корективи в систему захисту посівів хімічним методом.

Фізичний метод в захисті рослин заснований на використанні фізичних факторів зовнішнього середовища (температура, вологість, світло, іонізуюче випромінювання тощо) для знищення шкідників та збудників хвороб. Наприклад, використовують ефект низьких та високих температур, що лежать за межами життєдіяльності шкідників та збудників хвороб. Фізичні фактори (тепло, холод, рентгенівські промені, радіоактивне випромінювання тощо) викликають спадкові зміни у мікроорганізмів, рослин, комах, хребетних (мутагенний ефект) і використовуються для виведення нових сортів сільськогосподарських рослин, стійких до пошкоджень комахами та захворювань, а також для покращення біологічного методу та підвищення ефективності біологічних препаратів (ентомопатогенних грибів, бактерій, вірусів).

Механічний метод передбачає використання різноманітних механічних пристосувань для фізичного знищення шкідників, а також пристосувань для збору комах (ловчі канавки, ловчі пояси, клеєві кільця, приманки тощо). В минулому цей метод мав важливе значення, зараз використовується обмежено (переважно в садівництві).

Хімічний метод — захист рослин і урожаю від шкідливих організмів за допомогою хімічних засобів захисту (пестицидів).

Інтенсифікація землеробства та неправильне використання пестицидів

завдає великої шкоди трофічним зв'язкам в агроценозі, порушує рівновагу у співвідношеннях шкідливих і корисних видів, а в окремих випадках створює сприятливі умови для розвитку спеціалізованих видів фітофагів, корневих і стеблових гнилей тощо.

Щоб зробити захист рослин більш ефективними і безпечним в екологічному відношенні необхідно подальше вдосконалення і застосування системи інтегрованого захисту, яка дасть можливість за рахунок планомірного застосування штучних і природних регулюючих факторів знизити популяції шкідників і збудників хвороб до невідчутного рівня.

Інтегрований захист рослин – це комплексне застосування методів для довгострокового регулювання розвитку та поширення шкідливих організмів до невідчутного господарського рівня на основі прогнозу, економічних порогів шкодочинності, дії корисних організмів, енергозберігаючих та природоохоронних технологій, які забезпечують надійний захист рослин і екологічну рівновагу довкілля.

Не менш важливим і актуальним завданням є створення малотоксичних регуляторів росту, що мають властивість евакуації метаболітів із листків в господарсько корисні органи (евакуатори), вибірково пригнічувати ріст бур'янів (нове покоління гербіцидів), імітуючи ефект алелопатогенів. Необхідний також пошук генетичних альтернатив агрохімічним прийомам. Безперечно, шкала «хімізація — генетика» рухома, і з досягненнями останньої вона рухатиметься у бік обмеження засобів хімізації та оптимізації селекційно-генетичних розробок.

Відомо, що залишки пестицидів накопичуються в організмі, викликають різні захворювання, знижують його життєздатність. За даними американських вчених, за останні 10 років у тканинах організму людини в 15 разів збільшився питомий вміст залишків пестицидів.

Розглядаючи перспективи заміни хімічного методу захисту рослин біологічним, слід зазначити, що зараз можливий лише частковий перехід на мікробіологічні препарати, а також ентомофаги. Хоча ці методи ще недостатньо вивчені, не викликає сумнівів, що настав час широкого застосування біологічних методів у боротьбі зі шкідниками в овочівництві закритого ґрунту. Можливе скорочення застосування інсектицидів за рахунок широкого використання статевих феромонів комах. Феромони використовують у кількостях, безпечних для навколишнього середовища, зокрема цілком безпечних для корисних комах.

Сучасні дослідження і практика інтенсивного рослинництва доводять перевагу застосування агротехнологічних та біологічних прийомів вирощування культур (внесення органічних добрив, посилення біологічної азотфіксації, широке використання асоціативної мікрофлори, правильний догляд за посівами, впровадження сортів польових культур, які мало уражуються хворобами та шкідниками тощо) включно з методами захисту рослин.

14.2. АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ РОСЛИН

Початок застосування агротехнологічного методу боротьби зі шкідниками було покладено працями Й.К.Пачовського (1910) і продовжено дослідженнями ентомологів Полтавської дослідної станції М.В.Курдюмовим, О.В.Знаменським (1911).

Значний внесок у розробку цього методу зробили також В.Н.Щеголев, І.Є.Поляков, І.Ф.Павлов, К.П.Гриванов, М.П.Дядечко, П.І.Сусідко та ін.

Застосування цього методу ґрунтується на взаємовідносинах між рослинами, шкідниками і зовнішнім середовищем. Суть методу полягає в тому, що за допомогою агротехнологічних заходів створюються несприятливі умови для розвитку та розмноження шкідливих видів і сприятливі для росту і розвитку пошкоджених ними рослин, а також для корисних видів тварин.

Агротехнологічні заходи мають профілактичний характер, тобто запобігають розмноженню шкідливих комах, а деякими агроприйомами безпосередньо знищують шкідників.

За допомогою відповідних прийомів агротехнології, а також селекції, можна змінити умови живлення і мікроклімату, місця проживання комах у несприятливий для них бік. Раціонально побудований комплекс агротехнологічних заходів на тривалій строк запобігає масовому розмноженню багатьох шкідливих комах і різко зменшує їх шкодочинність.

Останнім часом усе більше дослідників указують на біоценотичну роль агротехнологічних прийомів, що означає можливість підвищення активності природних популяцій ентомофагів. Біоценотичний підхід до захисту рослин передбачає насамперед розміщення посівів пшениці у зернових сівоzmінах після нестерньових попередників. Є багато способів, якими можна змінити у сприятливий бік умови середовища в посівах та насадженнях товарних культур, а також у природних фітоценозах, для того, щоб вони сприяли діяльності бажаних організмів. Можна вибрати такий час оранки, сінокосіння і збирання врожаю, щоб це сприяло природним ворогам. Іноді можна змінити затінення або сонячне освітлення. Низька вологість може бути підвищена шляхом вирощування покривних культур. Можна створити необхідні умови і забезпечити фактори, яких недостатньо, шляхом використання додаткових господарів-рослин або комах з тим, щоб забезпечити дорослих ентомофагів вуглеводневою і білковою їжею і забезпечити послідовну появу необхідних фаз розвитку господарів, які інакше були б відсутні, або забезпечити ентомофагів сховищами чи місцями для розмноження. Різноманітність флори і фауни може виявитися в цьому випадку дуже корисною, особливо для неспеціалізованих хижаків.

Найбільше значення – з точки зору захисту рослин – мають такі агротехнологічні заходи: сівоzmіна, система обробітку ґрунту, система застосування добрив, очищення і сортування насіння, строки та способи сівби, боротьба з бур'янами, а також строки і способи збирання врожаю.

Сівоzmіна. Якщо рік у рік на полі вирощувати одну і ту ж культуру або рослини з однієї родини, що пошкоджуються одними шкідниками, то

чисельність останніх постійно зростатиме. Це пояснюється тим, що шкідники, які з'являються після зимівлі, відразу знаходять для себе поживу, необхідну для подальшого розвитку. Чергування культур у сівозміні значною мірою обмежує розмноження шкідників, так як ускладнює живлення шкідників і розвиток хвороб. Особливо ефективна сівозміна для зниження чисельності і шкоди шкідників (монофагів), наприклад, горохової зернівки і хлібної жужелиці.

Усі сучасні сорти зернових уражуються фузаріозом. Сприятливі умови для масового ураження зерна фузаріозом створюються у разі надлишку азотних добрив у поєднанні з виляганням зернових у теплу дощову погоду. Особливу увагу слід приділити попереднику у сівозміні. Найліпшими попередниками зернових у цьому відношенні є чисті та зайняті пари. Картопля, овочеві, соняшник, багаторічні трави зараженість фузаріозом не збільшують. Однак якщо сіяти зернові після кукурудзи на зерно, рівень зараження буде значно вищим.

Обробіток ґрунту. Відомо, що більше 90% видів шкідливих комах частину свого життя проводять у ґрунті. При обробітку ґрунту умови життя їх різко змінюються. Своєчасний і високоякісний обробіток ґрунту сприяє швидкому розкладанню післяжнивних решток і бур'янів разом зі збудниками хвороб, що знаходяться на них.

Ефективною в боротьбі зі шкідниками є *зяблева оранка*. Під час її проведення шкідливих комах, вивернутих на поверхню ґрунту, знищують комахоїдні птахи, хижі жужелиці, яйця та лялечки висихають або вимерзають. Під час обробітку руйнуються лялькові колиски та запасні коридорчики, зроблені гусінню перед заляльковуванням для виходу метеликів на поверхню ґрунту. Глибока зяблева оранка призводить майже до повної загибелі злакової попелиці, цикадок, злакових мух тощо.

У кукурудзяних сівозмінах спеціальним агротехнологічним прийомом, що скорочує чисельність кукурудзяного метелика, є *дворазове післяжнивне луцнення* дисковими луцильниками в діагональних напрямках із наступною зяблевою оранкою плугами з передплужниками. Цей прийом призводить до подрібнення післяжнивних решток та зміни умов середовища, що примушує гусінь стеблового метелика виходити з решток стебел у ґрунт, але вони не можуть тут заляльковуватися і тому гинуть (понад 90%). При цьому збільшується кількість хижих жужелиць у 5 разів.

Добрива. За допомогою удобрення можна підвищити стійкість рослин до шкідливих організмів, посилити регенераційну здатність рослин.

Незбалансованість норм добрив, особливо азотних, є однією з причин підвищення чисельності на озимій пшениці злакових попелиць і її ураженості кореневими гнилями та борошністою россою, кукурудзи – кореневими і стебловими гнилями, а соняшнику – білою і сірою гнилями тощо. Наприклад: при внесенні безводного аміаку в парове поле збільшується ураженість парової озимини борошністою россою; внесення безводного аміаку в дозі 60 кг/га під передпосівну рекультивацію знижує чисельність хлібної жужелиці, а внесення азотного добрива в дозі 90 кг/га під культивування перед сівбою та 45 кг/га у фазі колосіння озимої пшениці стимулює розмноження злакових попелиць.

Підготовка насіння. Очищенням і сортуванням насіння домагаються значного зменшення кількості шкідників, які розвиваються усередині насіння (горохова зернівка, люцернова товстонижка та ін.), а також ряду збудників хвороб (біла гниль соняшнику, хвороби насіння кукурудзи тощо).

Оптимальні строки проведення робіт. Поліпшенню фітосанітарного стану посівів сприяє виконання основних робіт у кращі агротехнологічні строки.

Порушення оптимальних строків проведення основних робіт у рільництві значно знижує бур'яно-очищувальну та фітосанітарну ефективність агротехнологічних прийомів і створює передумови збільшення обсягу застосування пестицидів. При проведенні досходового боронування посівів кукурудзи у фазі "білої нитки" знищується 90-95%, у фазі 1-2 листки – 65-75%, 3-5 листків і більше – тільки 15-20% бур'янів.

Своєчасна сівба підвищує стійкість посівів до шкідників і хвороб. За ранніх строків сівби ярої пшениці та ячменю набагато зменшується пошкодженість посівів шведською мухою. Пояснюється це тим, що цей шкідник відкладає яйця лише на молоді рослини, що мають не більше 2-3 листків. Якщо рослини встигають розкущитися до появи шведської мухи, вони вже не пошкоджуються нею.

Сівба озимої пшениці в оптимально ранні строки зменшує шкідочинність злакових мух, цикадок і злакових попелиць, а також, пов'язаних із ними, вірусних хвороб. Так, за багаторічними даними, пошкодженість озимої пшениці злаковими мухами при висіві її в оптимальні строки в Степу становить 3,6-7,0%, тоді як у ранні строки – до 30,8-42,6%; у роки масового розвитку цикадок пошкодженість рослин за цими строками буває 11,6 і 86,7%.

Знищення бур'янів. Бур'яни сприяють посиленому розмноженню багатьох шкідників і розвитку хвороб. Прикладом можуть бути хрестоцвіті блішки, капустяна попелиця, злакові мухи, озима совка, лучний метелик.

Чимало бур'янів мають спільні хвороби із культурними рослинами і нерідко відіграють роль проміжних джерел збудників цих хвороб. Так, молочай, наприклад, є проміжним джерелом іржі бобових, а жостір – бурої іржі пшениці.

Просторова ізоляція. Різко зменшити пошкодження ряду культур шкідниками можна за допомогою просторової ізоляції їх від територій, де відбувається їх нагромадження і розмноження. Так, просторова ізоляція полів капусти від старих капустяниць зменшує заселеність її попелицями, хрестоцвітими клопами, блішками та іншими шкідниками.

Використання стійких сортів і гібридів сільськогосподарських культур також сприяє зменшенню затрат на захист рослин. Прикладів успішного використання стійких сортів небагато, але вони є. Це панцирні сорти соняшнику (проти соняшникової вогнівки), тверді сорти пшениці (не пошкоджуються гесенською мухою), сорти пшениці, що не мають порожнини всередині соломини (проти хлібних пильщиків) тощо.

Агротехнологічний метод найбільш раціонально поєднує вимоги захисту рослин і охорони навколишнього середовища. Проте на сучасному етапі

розвитку землеробства агротехнологічний метод не може обійтись без використання хімічних речовин як засобу керування процесами саморегуляції організмів в агроєкосистемі.

14.3. БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ РОСЛИН

В усіх регіонах України пріоритетним є застосування *біологічного методу захисту рослин*.

Наукові основи застосування біологічного методу боротьби зі шкідниками розробив академік АН України П.О.Свириденко (1893—1961). Його основні наукові дослідження присвячено фауні, зоогеографії та екоотопів тварин. Він вивчав шкідників цукрового буряку та господарське значення гризунів, був одним з ініціаторів застосування авіації у боротьбі зі шкідниками.

Біологічний метод передбачає використання живих організмів або продуктів їх життєдіяльності з метою зменшення чисельності та згубної дії шкідливих організмів і створення сприятливих умов для діяльності корисних видів. Природними ворогами комах, або ентомофагами, є хижі і паразитичні безхребетні тварини, а також більшість хребетних тварин. Великою групою природних ворогів комах є паразитичні черв'яки – нематоди. Ураження, викликані цими безхребетними тваринами, називають нематодними хворобами комах. З безхребетних паразитів і хижаків як природні вороги рослиноїдних кліщів та комах найбільш розповсюджені хижі комахи, а також багато видів павуків, кліщів, багатоніжок та інші членистоногі. Серед хребетних тварин найбільше значення мають комахоїдні птахи. Певну користь приносять плазуни і ссавці, а також жаби-ропавки.

Послідовні етапи біологічного методу регулювання чисельності шкідників:

I. Вивчення передбачає фундаментальні наукові дослідження в галузі таксономії, біології, фізіології, генетики, екології, динаміки популяції. Так, російськими вченими розроблені методи вивчення паразитів шкідливих комах (І.Я.Шевирєв, Н.А.Холодковський) і визначені шляхи раціонального використання паразитів і хижаків (І.П.Парчинський, Н.В.Курдюмов, І.Я.Шевирєв, І.В.Ємельянов).

II. Інтродукція включає пошук, інтродукцію та акліматизацію високоефективних природних ворогів, які з 1931 року проводяться у лабораторіях Всесоюзного інституту захисту рослин (нині Всеросійський науково-дослідний інститут захисту рослин).

III. Розведення. Відомо багато випадків періодичного різкого зниження чисельності природних ворогів внаслідок великої літньої спеки або зимових морозів. Існує два підходи до вирішення цієї проблеми. Перший полягає в періодичному розселенні природних ворогів по закінченні несприятливих періодів, з тим, щоб швидко відновити бажану рівновагу між шкідником і природним ворогом. Другий шлях – це селекція з метою виведення нових, більш стійких рас ворогів, які мають здатність виживати і розмножуватися в несприятливих умовах. Обидві ці методи пов'язані з безпосереднім

маніпулюванням із найкориснішими організмами і можуть бути віднесені до роботи по розведенню. Іншими словами, розведення має на меті також зробити природного ворога більш пристосованим до умов даного навколишнього середовища.

IV. Збереження. Для збереження природних ентомофагів шкідників широко застосовуються обсівання полів медоносами або приваблювальні посіви. Так, наявність посівів люцерни значно збільшує ураженість гусениць стеблового метелика ентомофагами на сусідніх посівах кукурудзи. Привабленню яйцеїдів, трихограми і паразитів гусениць лускокрилих сприяє обсівання полів, зайнятих капустою, нектароносами – фацелією, гірчицею, ріпаком, вико-вівсяною сумішшю.

Негативні наслідки хімізації призвели до необхідності пошуку і запровадження альтернативних методів захисту рослин, зокрема, мікробіологічного. Почали розвиватися сільськогосподарська мікробіологія, біотехнологія, мікробіологічна промисловість.

Для наукового обґрунтування *мікробіологічного методу захисту рослин* знадобилося немало часу. Перші наукові експерименти використання мікробіологічних методів боротьби розпочалися лише наприкінці 70-х – на початку 80-х років минулого століття. Ці роботи пов'язані з ім'ям геніального російського вченого І.І.Мечникова, який відкрив збудників грибкових і бактеріальних хвороб хлібного жука. Засновниками мікробіологічного методу боротьби з гризунами стали І.І.Мечніков, Н.Ф.Гамалея і Л.Пастер, які у кінці минулого століття виділили деяких збудників хвороб гризунів і провели перші дослідження за їх практичним застосуванням. Цілеспрямований пошук дозволив виявити ентомопатогенні мікроорганізми, високоефективні проти тих чи інших систематичних груп комах, включаючи особливо небезпечні види шкідників. Вивчення бактерій з групи *Bacillus thuringiensis* призвело до створення багатьох біопрепаратів, один з яких – бітоксубацилін, високоефективний проти колорадського жука, капустяної совки, білянок, американського білого метелика тощо.

Вже накопичено значний досвід з пошуку штамів мікроорганізмів з корисними властивостями і розробці на їх основі технології виробництва та застосування біопрепаратів у сільському господарстві. Нині відомі різноманітні збудники вірусних, бактеріальних і грибних захворювань комах, на основі яких створюються мікробіологічні препарати – відповідно вірусні, бактеріальні і грибні.

Вірусні препарати. У країнах СНД запропоновано кілька вірусних інсектицидних препаратів на основі бациловірусів, які називаються *віринами*. Їх розрізняють за додатковими позначеннями, що є буквена аббревіатура хвороби, збудником якої є даний вірус, та російської назви комах-господарів. Наприклад, вірин-ГЯП – препарат збудника гранульозу яблуневої плодожерки.

Бактеріальні препарати. Нині промисловим шляхом випускають інсектицидні бактеріальні препарати на основі *Bacillus thuringiensis*. Умовно їх поділяють на три групи:

- біопрепарати, що містять спори бактерій і кристали ендотоксину – це ентобактерін, дендробацилін, інсектин, гомелін, бактокуліцид, децимід, батурин, диспарин, бактоспеїн та ін.;

- біопрепарати, що поряд із спорами та кристалами ендотоксину містять ще й термостабільний екзотоксин – це бітоксисабацилін;

- препарати, що містять очищені токсини – це туринтакс.

Бітоксисабацилін – це однорідний порошок від світло-сірого до світло-коричневого кольору з характерним запахом. В 1 г препарату міститься 45 млрд. життєздатних спор, 45 млрд. кристалів екзотоксину, 0,8% термостабільного екзотоксину.

Інші види бактерій для виробництва біопрепаратів використовують менше. Так, у США на основі збудників молочної хвороби пластинчатовусих комах бактерії *Bacillus popilliae* Dutky виробляють бактеріальні препарати дум та джапідемік. Для регулювання чисельності шкідливих гризунів у країнах СНД на основі бактерій *Salmonella enteritidis* використовують препарат бактероденцид.

Грибні препарати. Створений на основі гриба-антагоніста з роду хетомій мікробіопрепарат хетомік представляє собою порошок коричневого кольору, який вміщує в 1 г препарату 1-2 млрд. спор, ефективний проти широкого спектру збудників, які викликають: кореневі гнилі зернових і зернобобових культур; сіру та білу гнилі гороху, сої, соняшнику і овочевих культур; фузаріоз і фузаріозне в'янення гороху, сої, люпину, льону, багаторічних трав і овочевих культур; фузаріозну гниль і коренейд цукрових буряків; звичайну і сріблясту паршу картоплі; ризоктоніоз картоплі і овочевих культур.

Препарат хетомік рекомендується для передпосівної обробки насіння і безпосереднього внесення в ґрунт з органічною речовиною (гній, солома та ін.) в умовах закритого ґрунту. Обробка хетоміком насіння забезпечує його захист протягом всього періоду знаходження в ґрунті.

Біоагент хетоміку при внесенні в ґрунт добре приживається і розмножуючись в зоні кореневої системи, захищає її від патогенів з моменту проростання насіння і до кінця вегетації рослини.

З грибних препаратів для захисту рослин широко застосовують боверін, який виготовляють на основі ентомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* Vuill. Він представляє собою однорідний порошок від білого до кремового кольору з титром не менше 2 млрд. життєздатних спор на 1 г.

Препарати на основі паразитичних найпростіших. На основі ентомопатогенних мікроспоридій розроблено і виготовляється два інсектицидні препарати: мікроспоридин-1, який містить як діючу речовину спори мікроспоридій *Nosema algerae* з титром 10^9 в 1 мл, та мікроспоридин-2 на основі *Nosema plodiae*.

Біологічно активні речовини. З біологічно активних речовин, що продукують мікроорганізми, використовують антибіотики. В Україні дозволено до широкого застосування в біологічному методі два антибіотики: трихоцетин та фітобактеріоміцин.

Мікробіометод дозволяє надійно регулювати кількість шкідливих комах і гризунів, відповідає екологічним вимогам, служить альтернативою використання пестицидів, що забруднюють довкілля і загрожують здоров'ю людей. Мікробіологічні препарати проявляють високу селективну дію та післядію, зручні для виробництва. Однак цей метод передбачає грамотне його використання та наявність в господарствах фахівців відповідного профілю. Тому, незважаючи на екологічне значення мікробіометоду, виробництво мікробних препаратів та темпи розширення їх ринку в загальному обсязі виробництва засобів захисту рослин вкрай низькі.

Питання для самоконтролю:

- 1. Що таке захист рослин? Як класифікують заходи захисту рослин від шкідливих організмів?*
- 2. Розкрийте суть агротехнологічного методу захисту рослин.*
- 3. В чому полягає біоценотичний підхід до чергування культур у сівозміні з метою обмеження розмноження шкідників та розвитку хвороб?*
- 4. Розкрийте роль обробітку ґрунту в боротьбі зі шкідниками.*
- 5. Назвіть основні принципи інтегрованого методу захисту рослин.*
- 6. На яких наукових принципах ґрунтується застосування біологічного методу захисту рослин?*
- 7. Назвіть етапи біологічного методу регулювання чисельності шкідників.*
- 8. В чому суть мікробіологічного методу захисту рослин? Назвіть групи мікробіологічних препаратів.*

ПРИКЛАДИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

- ❖ Загальною метою агроекології є:
 - а) підвищення та відтворення родючості ґрунту;
 - б) збереження та відтворення природно-ресурсної бази аграрного сектору;
 - в) вивчення середовища існування і взаємозв'язок організмів із середовищем з метою управління чисельністю популяцій;
 - г) дослідження загальних законів функціонування екосистем та їх ролі у біосфері.
- ❖ При обмеженій кількості часу і коштів найпростішим методом дослідження є:
 - а) математичне моделювання;
 - б) системний аналіз;
 - в) кількісний облік;
 - г) геоінформаційні технології;
 - д) лабораторні дослідження;
 - е) екологічний моніторинг.
- ❖ Агроекологія досліджує:
 - а) зв'язки між організмами в агроценозах;
 - б) вплив умов існування на організми в агроценозах;
 - в) структуру, продуктивність, типи агроценозів;
 - г) усі названі пункти;
 - д) жоден з названих пунктів.
- ❖ Організми в агроекосистемі пов'язані матеріально-енергетичними зв'язками з:
 - а) неорганічним середовищем;
 - б) усіма живими істотами планети та неживою природою, які становлять середовище їх існування;
 - в) кліматичними і ґрунтовими умовами;
 - г) кругообігом речовин.
- ❖ Агроекосистема включає в себе:
 - а) агрофітоценоз, зооценоз та мікробоценоз;
 - б) агроценоз та екотоп;
 - в) сукупність однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, гідрологічних умов, ґрунту, штучно створеного людиною агрофітоценозу, тварин та мікроорганізмів) на певному відрізку агроландшафту, які взаємодіють між собою;
 - г) компоненти живої і неживої природи, взаємодія між якими значною мірою спрямовується і керується людиною.
- ❖ Основними напрямками підтримання стабільності агроекосистем є:
 - а) повернення в ґрунт якомога більшої частини біомаси рослин у вигляді післяжнивних і корневих залишків;
 - б) внесення необхідної, чітко визначеної кількості органічних і

- мінеральних добрив;
 - в) удосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур;
 - г) зменшення застосування пестицидів;
 - д) усі названі параметри.
- ❖ Агроценоз включає в себе:
 - а) агрофітоценоз, зооценоз та мікробоценоз;
 - б) біоценоз та екотоп;
 - в) сукупність однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, гідрологічних умов, ґрунту, штучно створеного людиною агрофітоценозу, тварин та мікроорганізмів) на певному відрізку агроландшафту, які взаємодіють між собою;
 - г) компоненти живої і неживої природи, взаємодія між якими значною мірою спрямовується і керується людиною.
 - ❖ Назвіть рівні (яруси) просторової структури простого агроценозу:
 - а) верхній;
 - б) культурний;
 - в) нижній;
 - г) середній;
 - д) підземний;
 - є) усі перераховані пункти.
 - ❖ Культурні рослини за екологічною функцією, яку вони виконують в агроценозі, є:
 - а) консументами;
 - б) продуцентами;
 - в) едифікаторами;
 - г) автотрофами;
 - д) коменсалами.
 - ❖ Назвіть типи взаємовідносин організмів в агроценозі:
 - а) симбіоз;
 - б) трофічні зв'язки;
 - в) алелопатія;
 - г) конкуренція;
 - д) всі перераховані пункти.
 - ❖ Для агроценозів характерні процеси:
 - а) саморегуляція;
 - б) стійка система кругообігу речовин;
 - в) самовідновлення;
 - г) усі названі;
 - д) жоден з названих.
 - ❖ Культурні рослини за типом живлення являються:
 - а) консументами;
 - б) продуцентами;
 - в) едифікаторами;
 - г) автотрофами;

- д) коменсалами.
- ❖ Роль природо-заповідних територій у збереженні агробіорізноманіття полягає в тому, що вони:
 - а) відіграють у ландшафті роль еталонів;
 - б) зберігають генофонд диких родичів культурних рослин;
 - в) підтримують кліматичні параметри території;
 - г) є насінневою базою для луківництва і лісівництва;
 - д) усі перераховані пункти.
- ❖ Компонентами агроландшафту є:
 - а) літосфера;
 - б) атмосфера;
 - в) педосфера;
 - г) частина біосфери (включаючи людину та її діяльність);
 - д) гідросфера;
 - е) усі перераховані пункти.
- ❖ Агроландшафти поділяються на підкласи:
 - а) польові;
 - б) садові;
 - в) луко-пасовищні;
 - г) баштанні;
 - д) кормові;
 - е) усі названі вище.
- ❖ До антропогенних ландшафтів відносяться:
 - а) агроландшафти;
 - б) рекреаційні ландшафти;
 - в) ландшафти населених пунктів;
 - г) водогосподарські ландшафти;
 - д) промислові ландшафти;
 - е) усі названі.
- ❖ Антропогенні ландшафти за ступенем впливу господарської діяльності людини поділяють на:
 - а) слабозмінені;
 - б) порушені;
 - в) еталонні;
 - г) перетворені;
 - д) умовно змінені;
 - е) усі названі вище.
- ❖ Метою створення природно-заповідних територій є:
 - а) підвищення екологічної стабільності агроландшафту;
 - б) збереження генофонду диких родичів культурних рослин;
 - в) підтримання кліматичних параметрів території;
 - г) усі перераховані пункти.
- ❖ Біорізноманіття в агроекосистемах містить такі генезисні фракції:
 - а) аборигенна;
 - б) адвентивна;

- в) культигенна;
 - г) давня;
 - д) новітня;
 - е) усі названі вище.
- ❖ Основними шляхами розв'язання проблеми занесених видів рослин є:
 - а) запобігання ввезенню та розселенню потенційно небезпечних організмів і карантин рослин;
 - б) безпосереднє регулювання видового багатства та чисельності шкідників, збудників хвороб і бур'янів;
 - в) контроль завезення та акліматизації нових неаборигенних лісових порід та сільськогосподарських культур;
 - г) контроль завезення генетично модифікованих організмів;
 - д) всі перераховані пункти.
 - ❖ Значення збереження видового агробіорізноманіття полягає в тому, що:
 - а) всі сорти є цінним вихідним матеріалом для селекції;
 - б) флора та фауна загалом є природною спадщиною для наступних поколінь;
 - в) видова різноманітність є фактором стійкості біосфери;
 - г) усі названі вище.
 - ❖ Назвіть види ерозії ґрунту:
 - а) лінійна;
 - б) площинна;
 - в) водна;
 - г) вітрова (або дефляція);
 - д) техногенне руйнування ґрунтів (або техногенна ерозія).
 - ❖ Наслідками вітрової ерозії можуть бути:
 - а) часткове або повне знищення урожаю сільськогосподарських культур;
 - б) утворення дефльованих ґрунтів;
 - в) замулення природних водойм;
 - г) захворювання людини, домашніх і диких тварин на пилову пневмонію;
 - д) усі вище вказані пункти.
 - ❖ Назвіть основні компоненти техногенного забруднення ґрунтів:
 - а) важкі метали;
 - б) залишки пестицидів;
 - в) радіоактивні речовини;
 - г) нафта та нафтопродукти;
 - д) усі вище перераховані.
 - ❖ Назвіть підтипи водної ерозії ґрунту:
 - а) лінійна;
 - б) площинна;
 - в) геологічна;
 - г) хімічна суфозія;
 - д) техногенне руйнування ґрунтів.

- ❖ Наслідками водної ерозії ґрунтів є:
 - а) утворення ярів;
 - б) утворення змитих та намитих ґрунтів;
 - в) зниження родючості ґрунтів;
 - г) змивання речовин добрив із водними потоками у природні водойми;
 - д) усі вище перераховані
- ❖ Назвіть типи водної ерозії ґрунту:
 - а) лінійна;
 - б) іригаційна;
 - в) внаслідок зливових опадів;
 - г) внаслідок стікання талих вод;
 - д) підземна.
- ❖ Причинами вторинного засолення ґрунтів є:
 - а) безсистемний полив полів;
 - б) відсутність дренажної системи на зрошувальних полях;
 - в) навперемінне зволоження та висушування ґрунту;
 - г) наявність у ґрунтового вбирному комплексі катіонів калію, натрію та алюмінію;
 - д) висока мінералізованість зрошувальних вод.
- ❖ Факторами, які призводять до зниження площ орних земель внаслідок відчуження є:
 - а) будівництво промислових підприємств;
 - б) житлове будівництво;
 - в) будівництво гідроелектростанцій;
 - г) видобуток корисних копалин відкритим способом;
 - д) усі вище перераховані фактори.
- ❖ Джерелами природного забруднення атмосфери є:
 - а) мінеральний пил;
 - б) органічний пил;
 - в) космічний пил;
 - г) транспортні викиди;
 - д) побутові викиди.
- ❖ Назвіть основні компоненти штучного (антропогенного) забруднення повітря в агросфері:
 - а) токсичний пил, що входить до складу промислових викидів;
 - б) відпрацьовані гази двигунів автотранспорту;
 - в) випаровування з поверхні ґрунту газоподібних речовин азотних мінеральних добрив;
 - г) газоподібні викиди великих тваринницьких комплексів;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Складовими компонентами техногенного забруднення водних ресурсів є:
 - а) мінеральні забруднення;
 - б) органічні забруднення;
 - в) бактеріальні забруднення;
 - г) біологічні забруднення;

- д) усі вище перераховані.
- ❖ Джерелами штучного (антропогенного) забруднення атмосфери є:
 - а) великі тваринницькі комплекси;
 - б) промислові викиди;
 - в) транспортні викиди;
 - г) випаровування газоподібних сполук добрив з поверхні ґрунту;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Наслідками забруднення атмосферного повітря в агросфері є:
 - а) отруєння і загибель домашніх тварин;
 - б) зниження фотосинтетичної активності рослин;
 - в) поява некрозів на листках і плодах;
 - г) порушення росту коренів у рослин;
 - д) усі вище перераховані
- ❖ Назвіть способи очищення стічних вод:
 - а) механічний;
 - б) хімічний;
 - в) фізико-хімічний;
 - г) біохімічний;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Основними забруднювачами ґрунтів в АПК є:
 - а) баластні речовини та домішки, що містяться в мінеральних добривах;
 - б) токсичні органічні та металоорганічні сполуки;
 - в) радіонукліди;
 - г) поверхнево-активні речовини;
 - д) патогенні мікроорганізми.
- ❖ Назвіть способи внесення добрив у ґрунт:
 - а) суцільне внесення;
 - б) глибоке внесення;
 - в) локальне внесення;
 - г) поверхневе внесення;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ До складу мінеральних добрив входять:
 - а) основні елементи живлення;
 - б) мікроелементи;
 - в) баластні речовини;
 - г) шкідливі домішки, що переходять в добрива із сировини;
 - д) усі вище вказані пункти.
- ❖ Найбільша кількість летких речовин виділяється з таких азотних добрив:
 - а) аміачна вода;
 - б) безводний аміак;
 - в) аміачна селітра;
 - г) сечовина;
 - д) сульфат амонію.
- ❖ Назвіть шляхи зменшення вмісту нітратів у рослинній продукції:

- а) хімічна меліорація кислих ґрунтів;
 - б) раціональна система удобрення;
 - в) застосування азотних добрив пролонгованої дії;
 - г) застосування азотфіксувальних бактеріальних препаратів;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ До калійних добрив належать:
 - а) 40%-ва калійна сіль;
 - б) сульфат калію;
 - в) калімагнезія;
 - г) карбофос;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Проявами шкідливого впливу нітратів на оточуюче середовище можуть бути:
 - а) забруднення та евтрофікація природних водойм;
 - б) підвищення вмісту нітратів у продукції рослинництва;
 - в) захворюванням людини на метаболічний синдром;
 - г) погіршення фітосанітарного стану ґрунту;
 - д) забруднення атмосферного повітря.
- ❖ Показниками негативного впливу органічних добрив на навколишнє середовище є:
 - а) забруднення та евтрофікація природних водойм;
 - б) оптимізація мікробіологічних процесів у ґрунті;
 - в) мікробіологічне та бактеріальне зараження ґрунту;
 - г) погіршення фітосанітарного стану ґрунту;
 - д) забруднення атмосферного повітря.
- ❖ До фосфорних добрив належать:
 - а) нітроаммофоска;
 - б) суперфосфат;
 - в) поліфосфат;
 - г) фосфатшлак;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Можливими наслідками надмірного використання мінеральних добрив можуть бути:
 - а) забруднення нітратами ґрунту, водойм, продуктів харчування;
 - б) евтрофікація водойм;
 - в) дегуміфікація та декарбонізація ґрунту;
 - г) інтенсивний розвиток водної ерозії ґрунту;
 - д) зменшення продуктивності сільськогосподарських культур.
- ❖ До органічних добрив належать:
 - а) гній;
 - б) сапропель;
 - в) сидерати;
 - г) вапнякові матеріали;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Причинами несприятливого впливу мінеральних добрив на навколишнє

- середовище є:
- а) низька якість добрив;
 - б) порушення технології та строків внесення добрив;
 - в) післядія внесених добрив;
 - г) зміна мікробіологічної активності ґрунту;
 - д) забруднення природних водойм.
- ❖ Назвіть основні форми азотних добрив:
- а) нітратні;
 - б) амідні;
 - в) аміачні;
 - г) аміачно-нітратні;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Зменшенню нітратів у рослинній сировині та продуктах її переробки сприяє технологічна обробка:
- а) миття;
 - б) квашення;
 - в) смаження;
 - г) маринування;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Шляхами зменшення надходження пестицидів у навколишнє середовище є:
- а) широке застосування агротехнічних та біологічних методів захисту рослин;
 - б) розробка та впровадження інтегрованого методу захисту рослин;
 - в) дотримання регламенту застосування пестицидів;
 - г) застосування регуляторів росту рослин;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Назвіть шляхи забруднення біосфери пестицидами:
- а) випаровування з поверхні ґрунту або рослин при проведенні хімічних заходів боротьби з шкідливими організмами;
 - б) витоки під час зберігання і транспортування;
 - в) міграція у водоймища з поверхневим стоком;
 - г) міграція по профілю ґрунту в ґрунтові і підземні води;
 - д) усі вище перераховані пункти.
- ❖ Назвіть основні групи пестицидів:
- а) інсектициди;
 - б) акарициди;
 - в) гербіциди;
 - г) фунгіциди;
 - д) усі вище вказані пункти.
- ❖ Природне радіоактивне випромінювання утворюється за рахунок:
- а) космічного випромінювання;
 - б) випромінювання зовнішніх земних джерел (земна кора, вода, атмосфера);

- в) випромінювання внутрішніх земних джерел (радіонукліди, що знаходяться в рослинах, тваринах, людях);
 - г) забруднених радіонуклідами продуктів харчування;
 - д) усіх вище перерахованих джерел.
- ❖ Назвіть штучні джерела радіоактивного випромінювання:
 - а) космічне випромінювання;
 - б) випробування ядерної зброї;
 - в) викиди радіонуклідів в результаті техногенних аварій;
 - г) радіоактивні ізотопи земної кори, води та атмосфери;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Для зниження надходження радіонуклідів в організм сільськогосподарських тварин до їх раціону кормів необхідно включати:
 - а) чисті корми, що не містять радіонукліди;
 - б) корми, що містять багато калію;
 - в) мінеральні добавки, що містять калій та кальцій;
 - г) спеціальні препарати (радіопротектори та радіоблокатори);
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Назвіть головні типи розподілу радіоактивних речовин в організмі ссавців:
 - а) скелетний;
 - б) м'язовий;
 - в) ретикулоендотеліальний;
 - г) дифузний;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Причинами підвищеної небезпеки при потраплянні радіоактивних речовин в організм людини є:
 - а) здатність деяких радіонуклідів вибірково нагромаджуватись у тканинах і органах;
 - б) збільшення небезпеки альфа- і бета-випромінювань;
 - в) тривалі строки опромінення організму;
 - г) усі вище перераховані причини суттєві;
 - д) небезпека однакова як при зовнішньому, так і при внутрішньому опроміненні.
- ❖ Дезактивація продукції сільського господарства, забрудненої радіонуклідами, досягається такими шляхами:
 - а) переробка на крохмаль бульб картоплі;
 - б) переробка на цукор забрудненої цукрової сировини;
 - в) кулінарна обробка м'яса;
 - г) очищення молока від радіонуклідів за допомогою іонообмінних смол;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Не дає зниження рівня радіоактивного забруднення рослинницької продукції:
 - а) віджимання;
 - б) виготовлення олії;

- в) висушування;
 - г) переробка на етиловий спирт;
 - д) фільтрування.
- ❖ Екологізація – це ...
 - а) відтворення природних ресурсів та охорона їх від виснаження;
 - б) забезпечення права кожної людини на використання природних ресурсів;
 - в) поширення екологічних принципів і підходів на природничі та гуманітарні науки, на виробничі процеси та соціальні явища;
 - г) максимальна ефективність використання природних ресурсів за умови їх наступного відтворення;
 - д) найбільш доцільні способи використання природних ресурсів під контролем спеціалістів.
 - ❖ Екологічна конверсія в землеробстві передбачає:
 - а) застосування азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних бактеріальних препаратів;
 - б) інтенсифікацію галузі, використання монокультури, тісний зв'язок з хімічною індустрією;
 - в) перехід до ґрунтозахисного обробітку ґрунту (безвідвальна, безплужна оранка) та ґрунтозахисних систем землеробства;
 - г) підвищення ринкових цін на екологічно чисту продукцію;
 - д) скорочення площ використовуваних земель та переведення їх в резерв.
 - ❖ До складу біогазу входять:
 - а) метан;
 - б) оксид вуглецю або чадний газ;
 - в) сірководень та водень;
 - г) аміак та оксиди азоту;
 - д) усі вище перераховані сполуки.
 - ❖ Екологічна конверсія в тваринництві передбачає:
 - а) створення лісо-луко-пасовищної рівноваги;
 - б) оздоровлення ґрунтів шляхом зменшення техногенного навантаження на них;
 - в) підвищення стійкості агроєкосистем;
 - г) знешкодження твердих і рідких відходів;
 - д) отримання нових високопродуктивних сортів сільськогосподарських культур.
 - ❖ Назвіть шляхи використання продуктів знешкодження відходів різного походження методом вермикомпостування:
 - а) збагачення ґрунту черв'яками;
 - б) використання біомаси черв'яків на корм худобі;
 - в) застосування кормового борошна у комбікормовій промисловості, дієтичному харчуванні, фармакології;
 - г) виготовлення органо-мінеральних добрив на основі біогумусу;
 - д) усі вище перераховані пункти.

- ❖ Процес переробки тваринницьких відходів на біогаз називається:
 - а) вермикомпостування;
 - б) метанове бродіння;
 - в) силосування;
 - г) екстрагування;
 - д) дріжджове бродіння.
- ❖ Безвідходна технологія – це ...
 - а) спосіб виробництва продукції при якому шкідливий вплив на оточуюче середовище не перевищує рівень, що допускається санітарно-гігієнічними нормами;
 - б) спосіб виробництва продукції, при якому найбільш раціонально і комплексно використовується сировина і енергія таким чином, що будь-які впливи на навколишнє середовище не порушують його нормального функціонування;
 - в) спосіб виробництва продукції при якому промислові підприємства переробляють усю сировину і виробляють продукцію, не маючи відходів виробництва;
 - г) спосіб виробництва продукції, при якому будуються окремі підприємства, сировиною для яких є відходи інших промислових підприємств;
 - д) будівництво підприємств комплексної переробки сировини на готову продукцію "під одним дахом".
- ❖ Процес переробки тваринницьких відходів на біогумус називається:
 - а) вермикомпостування;
 - б) метанове бродіння;
 - в) силосування;
 - г) екстрагування;
 - д) дріжджове бродіння.
- ❖ Основними принципами альтернативного землеробства є:
 - а) відмова від використання легкорозчинних мінеральних добрив, насамперед азотних, а також хімічних засобів захисту рослин;
 - б) стимулювання біологічної активності ґрунту шляхом широкого застосування органічних відходів тваринного походження, компостів, сидератів, побічної продукції рослинництва, фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями;
 - в) впровадження біологічних методів боротьби зі шкідниками та хворобами;
 - г) збалансування кількості відповідних рослин і тварин в процесі їх життєдіяльності;
 - д) усі вище перераховані пункти.
- ❖ Особливістю біодинамічної системи є те, що вона враховує такі фактори:
 - а) активізація мікрофлори;
 - б) біологічні;
 - в) фітонцидні;
 - г) земні і космічні;

- д) природні і технічні.
- ❖ Біологічна система ґрунтується на:
 - а) забороні використання мінеральних добрив;
 - б) використанні органічних добрив і сидератів;
 - в) використанні сівозміни з ощадливим режимом насичення одними культурами;
 - г) застосуванні природних препаратів рослинного, тваринного або мінерального походження;
 - д) усі вище перераховані пункти.
- ❖ Проблеми впровадження альтернативного землеробства полягають у тому, що:
 - а) альтернативне землеробство значною мірою залежить від природних факторів;
 - б) відмічається зниження в ґрунті вмісту рухомих форм фосфору і калію;
 - в) спостерігається зниження урожайності сільськогосподарських культур;
 - г) відзначається суттєве зростання затрат праці порівняно з традиційною системою;
 - д) усі вище перераховані причини суттєві.
- ❖ Найдавнішою із систем альтернативного землеробства є:
 - а) біодинамічна система;
 - б) органічна система;
 - в) органо-біологічна система;
 - г) біологічна;
 - д) екологічна.
- ❖ Особливості екологічної системи землеробства полягають у:
 - а) суворому обмеженні застосування пестицидів;
 - б) використанні "компостних" препаратів;
 - в) використанні "гумусних" препаратів;
 - г) урахуванні космічного впливу на рослини;
 - д) всі перелічені фактори.
- ❖ Органічна система ґрунтується на:
 - а) повній відмові від засобів хімізації;
 - б) застосуванні мікроорганізмів та мікробіологічних продуктів;
 - в) використанні пестицидів лише в крайніх випадках при суворому обмеженні строків застосування;
 - г) застосуванні природних препаратів рослинного, тваринного або мінерального походження;
 - д) усі вище перераховані пункти.
- ❖ Система ґрунтозахисного землеробства з контурно-меліоративною організацією території передбачає:
 - а) перехід до контурно-меліоративної організації території;
 - б) проведення всіх агротехнічних заходів у напрямку горизонталей;
 - в) поділ угідь за крутістю схилів на еколого-технологічні групи;

- г) відновлення родючості ґрунту шляхом збільшення в сівозміні питомої ваги багаторічних трав;
- д) впровадження нової системи водної меліорації.
- ❖ До ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту відносять:
 - а) безплужний обробіток ґрунту;
 - б) мінімальний обробіток ґрунту;
 - в) нульовий обробіток ґрунту;
 - г) безвідвальний обробіток ґрунту;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ Основні засади охорони земель сільськогосподарського призначення, передбачені законодавством України, полягають у:
 - а) забороні власникам земельних ділянок та землекористувачам здійснення зняття та перенесення ґрунтового покриву;
 - б) проведенні моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення;
 - в) здійсненні економічного стимулювання заходів щодо охорони та використання земель і підвищення родючості ґрунтів;
 - г) адміністративній відповідальності за псування сільськогосподарських земель, забруднення їх хімічними і радіоактивними речовинами, нафтою та нафтопродуктами, неочищеними стічними водами, виробничими та іншими відходами;
 - д) усі вище перераховані пункти.
- ❖ Напрямок охорони ґрунтів, який являє собою припинення господарського використання на визначений термін та залуження або заліснення деградованих і малопродуктивних земель з метою відновлення їх продуктивності, покращення якісного стану, попередження ерозійних та інших деградаційних процесів, називається:
 - а) протиерозійна меліорація;
 - б) рекультивація земель;
 - в) ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території;
 - г) моніторинг земель;
 - д) тимчасова трансформація (або консервація) земель.
- ❖ Напрямок охорони ґрунтів, який включає у себе комплекс робіт, спрямованих на відтворення продуктивності та господарської цінності порушених земель, покращення умов навколишнього середовища, називається:
 - а) протиерозійна меліорація;
 - б) рекультивація земель;
 - в) ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території;
 - г) моніторинг земель;
 - д) тимчасова трансформація (або консервація) земель.
- ❖ Напрямок охорони ґрунтів, який передбачає застосування ґрунтозахисної сівозміни та ґрунтозахисного обробітку ґрунту з метою формування в

- господарствах ерозійно-стійких агроландшафтів, називається:
- а) протиерозійна меліорація;
 - б) рекультивація земель;
 - в) ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території;
 - г) моніторинг земель;
 - д) тимчасова трансформація (або консервація) земель.
- ❖ Напрямок охорони ґрунтів, який включає систему спостережень за станом земельного фонду з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, прогнозу, відвернення й ліквідації наслідків негативних процесів, називається:
- а) протиерозійна меліорація;
 - б) рекультивація земель;
 - в) ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території;
 - г) моніторинг земель;
 - д) тимчасова трансформація (або консервація) земель.
- ❖ Напрямок охорони ґрунтів, який включає заходи боротьби з водною та вітровою ерозією, селями, протидію засоленню і висушуванню ґрунтів, лісомеліорацію, називається:
- а) протиерозійна меліорація;
 - б) рекультивація земель;
 - в) ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території;
 - г) моніторинг земель;
 - д) тимчасова трансформація (або консервація) земель.
- ❖ Рекультивація порушених земель – це ...
- а) комплекс заходів, які вживаються з метою створення нового ландшафту;
 - б) повне відновлення, при якому порушена поверхня землі відновлюється точно до такого ж стану, який вона мала до початку порушення;
 - в) біологічне відновлення, під час якого земна поверхня відновлюється з утворенням умов, сприятливих для існування тих або близьких за екологічними умовами організмів, які жили на даній території до початку гірничих робіт;
 - г) відновлення порушених земель і наступне використання їх в господарстві із дотриманням екологічної рівноваги, забезпеченням нешкідливості для оточуючого природного середовища, а також збереження місцевих природних естетичних цінностей;
 - д) комплекс організаційних, технічних та біологічних робіт, які направлені на відновлення продуктивності порушених промисловістю територій та повернення їх в різні види використання, а також на поліпшення умов довкілля.
- ❖ Етап рекультивації, який передбачає виконання заходів з підготовки

- земель, що звільнилися після розробки родовищ, до наступного цільового використання, називається:
- а) головний;
 - б) діючий;
 - в) реалізаційний;
 - г) гірничо-технічний;
 - д) проміжний.
- ❖ Етап рекультивації, в який відбувається всебічне дослідження об'єкта для визначення напрямку та розробки плану рекультивації, називається:
- а) підготовчий
 - б) початковий
 - в) дослідницький
 - г) перманентний;
 - д) плановий.
- ❖ Етап рекультивації, який охоплює комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, що направлені на відновлення родючості ґрунтів і забезпечення високої продуктивності рослин, називається:
- а) агротехнічний;
 - б) основний;
 - в) посівний;
 - г) біологічний;
 - д) фітомеліоративний.
- ❖ Рослини-фітомеліоранти, які використовують для покращення ґрунтів, поділяють на такі групи:
- а) спеціальні;
 - б) масивні;
 - в) продуктивні;
 - г) архітектурні;
 - д) рудеральні (бур'яни).
- ❖ Хімічні властивості ґрунтів поліпшують за допомогою хімічної меліорації шляхом:
- а) вапнування кислих ґрунтів;
 - б) гіпсування засолених ґрунтів;
 - в) промивання засолених ґрунтів;
 - г) підкислення ґрунтів із значним вмістом кальцію;
 - д) консервація деградованих земель.
- ❖ Поліпшують водний режим сухих земель за допомогою зрошувальної меліорації шляхом:
- а) напускання поливних вод у зрошувальні канали;
 - б) напускання поливних вод у борозни;
 - в) будівництва осушувальних систем;
 - г) дощування;
 - д) усі вище перераховані пункти.
- ❖ Негативними наслідками зниження рН ґрунтового розчину є:
- а) збільшення рухливості важких металів;

- б) збільшення вмісту кальцію;
 - в) пошкодження кореневої системи рослин;
 - г) посилюється мінералізація органічних сполук азоту;
 - д) порушення обміну речовин між рослиною і середовищем.
- ❖ Рационально побудований комплекс агротехнологічних заходів боротьби з шкідниками сільськогосподарських культур включає:
 - а) впровадження ефективної сівозміни;
 - б) підготовку насіння до сівби шляхом очищення і сортування;
 - в) використання стійких сортів і гібридів культурних рослин;
 - г) просторову ізоляцію культур від територій, де відбувається нагромадження і розмноження шкідників;
 - д) усі вище перераховані.
 - ❖ Назвіть методи боротьби зі шкідниками і хворобами:
 - а) хімічний;
 - б) біологічний,
 - в) механічний;
 - г) фізичний;
 - д) усі вище перераховані пункти.
 - ❖ Назвіть методи боротьби зі шкідниками і хворобами:
 - а) агротехнологічний;
 - б) імунологічний,
 - в) карантинні заходи;
 - г) меліоративні заходи;
 - д) усі вище перераховані пункти.
 - ❖ Серед агротехнічних заходів з точки зору захисту рослин від шкідників і хвороб найбільше значення мають:
 - а) сівозміна;
 - б) системи обробітку ґрунту та удобрення;
 - в) очищення і сортування насіння;
 - г) зрошування;
 - д) боротьба з бур'янами.
 - ❖ Біологічний метод регулювання чисельності шкідників передбачає наступні етапи:
 - а) пошук природних ентомофагів шкідників;
 - б) вивчення і визначення шляхів раціонального використання природних ентомофагів шкідників;
 - в) збереження природних ентомофагів шкідників;
 - г) інтродукція та акліматизація природних ентомофагів шкідників;
 - д) розведення природних ентомофагів шкідників.
 - ❖ Якими шляхами віршується проблема розведення природних ворогів шкідників у випадках періодичного різкого зниження їх чисельності внаслідок впливу несприятливих умов середовища?
 - а) повторне розселення;
 - б) виведення нових рас, більш стійких до впливу несприятливих умов середовища;

- в) використання генетично модифікованих організмів;
 - г) збалансування кількості відповідних рослин і тварин в процесі їх життєдіяльності;
 - д) усі вище перераховані пункти.
- ❖ Які заходи передбачає біоценотичний підхід до захисту рослин від шкідників та хвороб?
- а) розміщення посівів пшениці у зернових сівозмінах після нестерньових попередників;
 - б) підвищення активності природних популяцій ентомофагів шляхом зміни умови середовища в посівах товарних культур у сприятливий бік для їх життєдіяльності;
 - в) забезпечення ентомофагів сховищами чи місцями для розмноження шляхом використання додаткових господарів-рослин або комах;
 - г) підвищення стійкості рослин до шкідливих організмів за допомогою удобрення;
 - д) використання стійких сортів культурних рослин.
- ❖ Мікробіологічні препарати, які містять мікроорганізми–збудники захворювань комах, поділяються на:
- а) бактеріальні;
 - б) грибні;
 - в) нематодні;
 - г) вірусні;
 - д) усі вище перераховані.
- ❖ В умовах біологізації захисту рослин для збереження природних ентомофагів шкідників сільськогосподарських культур шляхом використання додаткових господарів-рослин або комах широко застосовуються:
- а) обсівання полів медоносами;
 - б) приваблювальні посіви;
 - в) використання стійких сортів культурних рослин;
 - г) впровадження ефективної сівозміни;
 - д) просторова ізоляція.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК ТЕРМІНІВ

А

Автотрофи – 15
Агробіорізноманіття – 37, 39, 40, 45
Агроекологія – 4, 6
Агроекосистема – 14, 29, 30, 124
Агроландшафт – 32, 33, 34
Агросфера – 4, 6
Агроценоз – 14, 18
- структура – 17, 19, 20
Адвентизація – 41, 44
Адвентивні види – 41, 43
Аеротенки – 78
Акліматизація – 177
Алелопатія – 16, 17
Амоніфікація – 85
Аридизація – 54, 63

Б

Біобізнес – 43
Біогаз – 130
Біогумус – 127, 129
Біоконцентрація – 105
Біологічна азотфіксація – 95
Біологічна якість продукції – 97
Біологічні інвазії – 41
Біологічні ставки – 78
Біологічний мінімум – 25
Біопестициди – 104
Біорізноманіття – 37
Біостимулятори росту рослин – 111
Біофільтри – 78
Бур'яни – 38, 42, 103, 171
- спеціалізовані – 18

В

Вапнування – 162
Вемикомпост *див. Біогумус*
Вермикомпостування – 126, 129
Відстійники – 79
Вітрові коридори – 71
Водозбір – 67, 68, 153

Г

Генетично модифіковані організми – 41, 44
Гігрофіти – 22
Гіпсування – 164

Гомеостаз – 29

Грунт – 48, 49
- горизонти – 49
- гранулометричний склад – 50, 51
- деградація – 8, 54, 59, 63
- забруднення – 54, 56, 57, 95
- органічна речовина – 51
- родючість – 52
- структура – 50

Грунтовий профіль – 49, 50

- потужність – 50

Грунтозахисні технології вирощування – 126, 145

Грунтозахисний обробіток ґрунту – 126, 145, 152

- безплужний – 146

- мінімальний – 146

- нульовий – 147

Гумус – 51, 52

Д

Дегуміфікація – 54, 59

Дезактивація продукції – 119

Декальцинація – 54, 59

Дезертизація *див. Опустелювання*

Денітріфікація – 85, 94

Дефляція *див. Ерозія вітрова*

Добрива – 80

- азотні – 84

- доза внесення – 81

- калійні – 88

- коефіцієнт використання – 81

- комплексні – 89

- норма внесення – 81

- органічні – 91, 94

- поживна речовина – 80

- показник якості – 81

- фосфорні – 86

Домінанти *див. Едифікатори*

Е

Евтрофікація – 91, 150

Едафотоп – 14, 29, 53

Едифікатори – 17

Еутотрофи – 28

Екологізація – 6, 123, 125, 129

Екологічна конверсія – 123, 124

Екологічна чистота продукції – 97, 124

Екологічний каркас – 47

Екотоп – 14, 41

Ерозія – 54, 58

- геологічна – 58

- водна – 58, 64

- вітрова – 58, 70

- іригаційна – 66

- лінійна – 64

- пасовищна – 63

- підземна – 66

- площинна – 64

- прискорена – 58

- техногенна – 63

З

Заболочування – 62

Забруднення водойм – 76, 77, 94

- мінеральне – 76

- органічне – 76

- бактеріальне і біологічне – 76

Забруднення повітря – 74, 75, 90, 94

- природне – 74

- штучне – 74

Закони агрономії – 11

- екології – 10

Заліснення – 125, 165

Залуження – 35, 125, 165

Засолення – 59

- вторинне – 60

Захист рослин – 103

- інтегрований – 110, 173

Землеробство альтернативне – 136, 141

- ґрунтозахисне – 145

Землі сільськогосподарського

призначення – 156

Зимостійкість – 27

Зрошувальні меліорації – 168

І

Інтродукція – 41, 177

Інтенсивність дощу – 67

Іонізуюче випромінювання – 114

- природне – 114

- штучних радіонуклідів – 114

К

Карантинні організми – 42

Карст – 66

Коефіцієнт переходу радіонуклідів – 117

Коменсали – 18, 40

Консументи – 15, 30

Ксерофіти – 22

Л

Ланцюги живлення *див. Трофічні ланцюги*

Ландшафт – 31, 32

М

Меліорація ґрунтів – 126, 162

гідротехнічна – 126, 166

- протиерозійна – 156

- хімічна – 101, 126, 162

Мезогігрофіти – 22

Мезоксерофіти – 22

Мезофіти – 22

Мезотрофи – 28

Метаногени – 130

Метантенки – 130

Методи захисту рослин – 171

- агротехнологічний – 171, 174

- біологічний – 177

- біотехнологічний – 172

- генетичний – 171

- імунологічний – 171

- механічний – 172

- організаційно-господарський – 171

- фізичний – 172

- хімічний – 172

Мікориза – 16

Моніторинг ґрунтів – 9, 158

- земель – 8, 157

Морозостійкість – 27

Н

Нітрати – 98, 101

О

Озимі культури – 26

Оліготрофи – 28

Опустелювання – 63

Осолонцювання – 54, 59, 61

Осушення – 166

Очищення стічних вод – 77, 78

- біохімічне – 77, 78

- механічне – 77

- фізико-хімічне – 77, 78

- хімічне – 77
- Охорона ґрунтів – 157
- земель – 156, 159
- природи – 156
- П**
- Паразитизм – 15, 16
- Пептизація – 61
- Переуцільнення – 54, 61
- Пестициди – 103, 105, 107
- допустима добова доза – 108
- міграція – 105
- Поля зрошення – 79
- фільтрації – 79
- Продуценти – 15, 30
- Промивання засолених ґрунтів – 169
- Процес ґрунтоутворення – 48
- Р**
- Редуценти – 15, 30
- Рекультивация земель – 126, 160
- етапи – 160, 161
- Ренатуралізація – 124
- Рослини довгого дня – 24
- короткого дня – 24
- світлолюбні – 23
- тіньовитривалі – 23
- С**
- Симбіоз – 15, 16
- Система землеробства – 132
- агролісомеліоративна – 150
- біодинамічна – 137
- біологічна – 139
- ґрунтозахисна – 126, 145
- екологічна – 140
- ЕМ-технології – 140
- інтенсивно-екологічна – 143
- контурно-меліоративна – 148, 155, 157
- органічна – 138
- орґано-біодинамічна – 140
- орґано-біологічна – 139
- No-till – 141
- Склерофіти – 22
- Субедифікатори – 18
- Сукуленти – 22
- Супутники *див. Коменсали*
- Суфозія *див. Карст*
- Т**
- Температура активна – 26
- ефективна – 26
- Термін очікування в рослинництві – 108
- у тваринництві – 108
- Технологія безвідходна – 123
- маловідходна – 123
- Трансформація земель – 157
- Трофічні зв'язки – 20
- Трофічний ланцюг – 21, 30
- Ф**
- Фітомеліорація – 126, 162, 164
- Х**
- Хвороби рослин – 42, 103
- збудники – 18
- Ц**
- Цикли живлення – 20
- Ш**
- Шкідники – 42, 103
- Я**
- Ярі культури – 26
- Яровизація – 26
- Ярусність – 19

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В.П.Патика, В.М.Макаренко, Л.І.Моклячук, Л.П.Середа та ін. – К.: Основа, 2005. – 300 с.
2. Агроекологія: Навч. посібник / М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М.Гудков та ін.; За ред. М.М.Городнього. – К.: Вища шк., 1993. – 416с.
3. Агроекологія: теорія та практикум / Писаренко В.М., Писаренко П.В. та ін.; Під заг. ред. В.М.Писаренка. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. – 318 с.
4. Агроэкология / В.А.Черников, Р.М.Алексахин, А.В.Голубев и др.; Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
5. Агроэкология. Методология, технология, экономика / В.А.Черников, И.Г.Грингоф, В.Т.Емцев и др.; Под ред. В.А.Черникова, А.И.Чекереса. – М.: Колос, 2004. – 400 с.
6. Білявський Г.О., Бутченко Л.І. Основи екології: теорія та практикум. Навч.посіб. – К.: Лібра, 2006. – 368 с.
7. Біологічне рослинництво: Навчальний посібник / Ред. О.І.Зінченко. – К.: Вища школа, 1996. – 239с.
8. Бровдій В.М., Гаца О.О. Закони екології: Навчальний посібник з екології. – К., 2003. – 180 с.
9. Булигін С.Ю., Барвінський А.В., Ачасова А.О. Оцінка і прогноз якості земель. – Харків: Харківський нац. аграрний університет, 2006. – 262 с.
10. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / За заг. ред. проф. М.К.Шикули. — Оранта, 1998. — 680 с.
11. Гаврилов А.М. Введение в агрономию. – М.: Колос, 1980. – 192 с.
12. Городній М.М., Олійниченко В.Г. Наукові концепції оптимального використання відходів сільськогосподарського виробництва, їх обґрунтування та виробництва нових видів добрив // Науковий вісник НАУ. – № 5. – К., 1998. – С. 269-274.
13. Грабак Н.Х. Шляхи покращення еколого-економічної та енергетичної ефективності ведення землеробства засобами обробітку ґрунту // Наукові праці. Наук-метод. журн. – Миколаїв: МДГУ ім П.Могили. – 2004. – Т. 30, Вип.17. – С. 198-202.
14. Грімко В.Д. Нові природоохоронні технології і підходи до вирішення екологічних проблем у сільському господарстві // Газета «Союз». – Дніпропетровськ. – 2003. – № 12. – С. 5.
15. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За заг. ред. проф. М.К. Шикули. — Оранта, 2000. — 390 с.
16. Гуцуляк В.М. Ландшафтознавство: теорія та практика. – Чернівці: Видавництво «Книги – XXI», 2008. – 168 с.
17. Дерій С.І., Ілюха В.О. Екологія. – К.: Вид-во фітосоціоцентру, 1998. – 196 с.
18. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього середовища. – Львів: Афіша, 2000. – 272 с.

19. Довідник з агролісомеліорації / За ред. П.С.Пастернака. – К.: Урожай, 1988. – 288 с.
20. Екологічні проблеми землеробства. Підручник / За ред. В.П.Гудзь. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2010. – 708 с.
21. Земельне право України: Підручник / М.В.Шульга, Г.В.Анісімова, Н.О.Багай, А.І.Гетьман та ін.; За ред. М.В.Шульги. – К.: Юрінком Інтер, 2004. – 368 с.
22. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. – К.: Аграрна освіта, 2003. – 591 с.
23. Інтегрована система захисту зернових культур від шкідників, хвороб та бур'янів / А.К.Ольховська-Буркова, Ж.П.Шевченко, Є.М.Лук'янова, Є.П.Ковальський / За ред. А.К.Ольховської-Буркової. – К.: Урожай, 1996. – 280 с.
24. Іщенко Т.Д., Копитко П.Г., Грицаєнко З.М., Господаренко Г.М., Єщенко В.О. Біолого-екологічні основи формування продуктивності сільськогосподарських культур при застосуванні хімічних і біологічних препаратів // Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування. / Зб. наук. праць Уманського держ. аграр. університету. – Умань, 2008. – С. 21-44.
25. Костенко В.І., Найдено К.А., Угнівенко А.М., Волощук В.М., Штомпель М.В., Гопка Б.М. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Лісостепу України: монографія у 2 т. / Д.О.Мельничук (відп.ред.) — К.: Алефа, 2003. — 351с.
Т. 2. — К.: Алефа, 2003 — 351с.
26. Кравченко М.С., Злобін Ю.А., Царенко О.М. Землеробство: Підручник. – К., 2002. – 496 с.
27. Кучерявенко О. Отримання біогазу – технологія раціональної переробки відходів тваринництва // Зб. тез II-ої міжнар. наук. конф. студентів та аспірантів «Молодь і поступ біології». – Львів, 2006. – С. 199-200.
28. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. – Львів: Світ, 2003. – 540 с.
29. Лістрова І.П. Перехід на біоорганічне землеробство – основа відновлення родючості земель // Проблеми екології та екологічної освіти / Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. – С. 108-112.
30. Моргун В.В., Яворська В.К., Драговоз І.В. Проблеми регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні / Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – Т. 34. – №5. – С. 371-375.
31. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия / Н.К.Шикула, Г.В.Назаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. — 320 с.
32. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Лісостепу України: монографія у 2 т. / Д.О. Мельничук (відп.ред.) — К.: Алефа, 2003. — 886 с.
Т. 1. — К.: Алефа, 2003. — 886 с.

33. Носко Б.С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. – К.: Аграрна наука, 1999. – 109 с.
34. Охорона ґрунтів: Підручник. / М.К.Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капштик. – 2-ге вид., випр. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2004. – 398 с.
35. Охорона і раціональне використання природних ресурсів та рекультивація земель: Навчальний посібник / За заг. ред. Надточія П.П., Мисливої Т. М. – Житомир, 2006. – 410 с.
36. Панас Р.М. Раціональне використання та охорона земель: Навчальний посібник для ВНЗ. – Л.: Новий світ 2000. – 2008. – 352 с.
37. Панас Р.М. Рекультивація земель: Навчальний посібник. – Л.: Новий світ 2000. – 2005. – 224 с.
38. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні. Навч. пос. / Відп. ред. В.П.Патика, В.А.Соломаха. – К.: Хімджест, 2003. – 256 с.
39. Пилипенко О.І., Юхновський В.Ю., Ведмідь М.М. Системи захисту ґрунтів від ерозії. – К.: Златояр, 2004. – 435 с.
40. Питання та відповіді: №2. Сільське господарство та біорозмаїття. / переклад з англ. – Національний екологічний центр України. – К., 1999. – 36 с.
41. Пономаренко С.П. Біостимуляція в рослинництві – Український прорив // Зб.наук.праць Уманського держ.аграр.університету «Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування». – Умань, 2008. – С. 44-51.
42. Рекультивація та фітомеліорація / В.П.Кучерявий, Я.В.Геник, А.П.Дида, М.М.Колодко. – Л.: Вид-во "ГАФСА", 2006. – 116 с.
43. Сільськогосподарська екологія / За ред. В.К.М'якушка. – К.: Урожай, 1992. – 264 с.
44. Сологуб Ю., Андрюшко А. Перспективи альтернативного землеробства в Україні // Агробізнес сьогодні. – № 11(13). – 2002. – С. 16-17.
45. Ткаченко Г.М., Гудков І.М. Сільськогосподарська радіобіологія і радіоекологія. – К.: Вища школа, 1999. – 63 с.
46. Чапланова Т.И. Схема перехода на выращивание экологически безопасной сельскохозяйственной продукции // Агрехимический вестник. – 2002. – №3. – С. 6.
47. Чорний І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства: Навч.посібник. – К.: Вища шк., 1995. – 240 с.
48. Шевчук В.Я., Чеботько К.О., Разгуляев В.М. Біотехнологія одержання органо-мінеральних добрив із вторинної сировини. – К.: УАННП «Фенікс», 2001. – 204 с.
49. Шерстобоева Е. Биопрепараты – рывок в ресурсосберегающем и экологически безопасном земледелии // Новини агротехніки. – 2003. – №1. – С. 32.
50. Шилов И.А. Экология: Учеб. для вузов. – 7-е изд. – М.: ЮРАЙТ, 2011. – 512 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ПЕРЕДМОВА	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ I. АГРОЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА	6
1.1. Поняття про агроекологію як наукову дисципліну	6
1.2. Основні екологічні та агрономічні закони, що застосовуються в агроекології	10
Запитання для самоконтролю	13
РОЗДІЛ II. АГРОЕКОСИСТЕМА ТА АГРОЦЕНОЗ	14
2.1. Агроecosистема та агроценоз – основні структурно-функціональні одиниці в агроекології	14
2.2. Структура агроценозу	17
2.3. Екологічні особливості культурних рослин	21
2.4. Умови стабільного існування та функціонування агроecosистем	29
Запитання для самоконтролю	30
РОЗДІЛ III. АГРОЛАНДШАФТИ	31
3.1. Поняття про ландшафт та антропогенні зміни ландшафтів	31
3.2. Поняття агроландшафту. Типи і підтипи агроландшафтів	32
3.3. Основні принципи створення екологічно стійких агроландшафтів	33
Запитання для самоконтролю	36
РОЗДІЛ IV. АГРОБІОРІЗНОМАНІТТЯ	37
4.1. Поняття про агробіорізноманіття. Формування агробіорізноманіття	37
4.2. Деградація агробіорізноманіття. Біологічні інвазії як загроза агробіорізноманіттю	39
4.3. Збереження агробіорізноманіття	45
Запитання для самоконтролю	47
РОЗДІЛ V. ҐРУНТ ЯК СТАБІЛІЗУЮЧИЙ ФАКТОР АГРОЕКОСИСТЕМ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАНУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ	48
5.1. Поняття про ґрунт та його властивості. Екологічна роль та значення ґрунту в агроecosистемах	48
5.2. Деградаційні процеси у ґрунтах. Види деградації	54
5.3. Типи та підтипи водної ерозії ґрунтів. Фактори розвитку водної ерозії	64
5.4. Підтипи вітрової ерозії. Фактори розвитку вітрової ерозії ґрунтів	69
Запитання для самоконтролю	73
РОЗДІЛ VI. ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ТА ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ	74
6.1. Наслідки та шляхи запобігання забрудненості повітря	74
6.2. Джерела та шляхи зменшення забруднення водного басейну	75
6.3. Методи очищення стічних вод. Застосування стічних вод для зрошення	77
Запитання для самоконтролю	79
РОЗДІЛ VII. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ДОБРИВ У ЗЕМЛЕРОБСТВІ	80

7.1. Агрохімічна та екологічна характеристика добрив	80
7.2. Мінеральні добрива та екологічні проблеми, пов'язані з їх використанням	84
7.3. Органічні добрива та екологічні наслідки їх нераціонального використання	91
7.4. Застосування біопрепаратів азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних бактерій	95
7.5. Проблема якості сільськогосподарської продукції у зв'язку із використанням добрив	97
Запитання для самоконтролю	102
РОЗДІЛ VIII. ПЕСТИЦИДИ ЯК ФАКТОР ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	103
8.1. Класифікація та агроекологічна характеристика пестицидів	103
8.2. Забруднення біосфери пестицидами. Негативна дія пестицидів на довкілля і здоров'я людей	105
8.3. Шляхи зменшення надходження пестицидів у навколишнє середовище	109
Запитання для самоконтролю	113
РОЗДІЛ IX. ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР В АГРОСФЕРІ	114
9.1. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Надходження та нагромадження радіонуклідів в рослинних і тваринних організмах	114
9.2. Зменшення надходження радіонуклідів та дезактивація продукції сільськогосподарського виробництва	118
9.3. Особливості вирощування польових культур на територіях, забруднених радіонуклідами	120
Запитання для самоконтролю	122
РОЗДІЛ X. ПЕРСПЕКТИВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	123
10.1. Суть та основні напрямки екологічної конверсії сільськогосподарського виробництва	123
10.2. Екологічна конверсія в землеробстві. Вермикомпостування та перспективи використання біогумусу	125
10.3. Екологічна конверсія у тваринництві. Технологія отримання біогазу	129
Запитання для самоконтролю	131
РОЗДІЛ XI. АЛЬТЕРНАТИВНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО	132
11.1. Давні та сучасні системи землеробства	132
11.2. Альтернативне землеробство та його напрями	136
11.3. Проблеми та перспективи альтернативного землеробства	141
Запитання для самоконтролю	144
РОЗДІЛ XII. ГРУНТОЗАХИСНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО	145
12.1. Історія та основні принципи ґрунтозахисного землеробства	145
12.2. Ґрунтозахисна системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території	148
12.3. Агролісомеліоративна система ґрунтозахисного землеробства	150

Запитання для самоконтролю	155
РОЗДІЛ XIII. ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	156
13.1. Загальні положення охорони земель сільськогосподарського призначення	156
13.2. Рекультивація земель	159
13.3. Меліорація ґрунтів	162
Запитання для самоконтролю	170
РОЗДІЛ XIV. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ	171
14.1. Класифікація та екологічна характеристика методів захисту рослин	171
14.2. Агротехнологічний метод захисту рослин	174
14.3. Біологічний метод захисту рослин	177
Запитання для самоконтролю	180
ПРИКЛАДИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ	181
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК ТЕРМІНІВ	198
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	201

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

*Лагутенко Оксана Тарасівна,
кандидат сільськогосподарських наук*

АГРОЕКОЛОГІЯ