

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра загального землеробства

# **ЕКОЛОГІЯ ЗА ФАХОВИМ СПРЯМУВАННЯМ**

Методичні рекомендації до проведення практичних робіт з дисципліни  
Екологія за фаховим спрямуванням згідно вимог кредитно-трансферної системи  
навчання для здобувачів ОПІ «Агрономія» спеціальності  
201 «Агрономія» першого ступеня вищої освіти

Кропивницький, 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Центральноукраїнський національний технічний університет

Кафедра загального землеробства

## **ЕКОЛОГІЯ ЗА ФАХОВИМ СПРЯМУВАННЯМ**

Методичні рекомендації до проведення практичних робіт з дисципліни  
Екологія за фаховим спрямуванням згідно вимог кредитно-трансферної системи  
навчання для здобувачів ОПП «Агрономія» спеціальності  
201 «Агрономія» першого ступеня вищої освіти

затверджено на засіданні  
кафедри загального землеробства  
протокол № 3 від 27.09. 2022 року

Кропивницький, 2022

Методичні рекомендації до проведення практичних робіт з дисципліни Екологія за фаховим спрямуванням згідно вимог кредитно-трансферної системи навчання для здобувачів ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» першого ступеня вищої освіти // В.П. Резніченко, Г.І. Корнічева – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – 62 с.

Методичні вказівки призначенні для здобувачів ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» першого ступеня вищої освіти денної та заочної форми навчання. Спрямовані на розвиток навичок з екології за фаховим спрямуванням. Практичні роботи доповнені схемами та табличним матеріалом, що сприятиме кращому засвоєнню матеріалу. Методичні вказівки будуть використані, як для аудиторної роботи під керівництвом викладача, так і для самостійної роботи здобувачів ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» першого ступеня вищої освіти.

Укладачі: В.П. Резніченко, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
Г.І. Корнічева, асистент

Рецензент: Коломієць Л.В.

Затверджено рішенням кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протокол № 3 від 27.09. 2022 року

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 Сільськогосподарська екологія: предмет, методи, завдання, структура	6
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 Біосфера, екосистеми та основні принципи їх організації.	14
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 Класифікація екологічних факторів їх вплив на організми.	17
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 Рослинні угруповання (фітоценози).	21
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 Основні поняття хімізації сільського господарства	23
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 Класифікація пестицидів і способи їх використання	25
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7 Негативні наслідки використання пестицидів для довкілля	30
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8 Мінеральні добрива в агроекосистемах та особливості їхнього впливу на довкілля	33
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9 Негативні наслідки використання мінеральних добрив та заходи попередження їх негативного впливу на довкілля	39
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10 Гранично допустимі концентрації нітратів у сільськогосподарській продукції	41
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11 Екологічні основи біологічного захисту рослин	44
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12 Проблеми відходів сільськогосподарського виробництва та їх переробка	47
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13 Альтернативні види екологічно безпечних органічних добрив	51
ПРАКТИЧНА РОБОТА №14 Роль агроекологічного моніторингу для діагностики стану агроекосистем	56
Теми рефератів	60
Література	62

## ВСТУП

В останні десятиріччя внаслідок інтенсивного впливу антропогенного фактору на агросферу все відчутнішим стає її забруднення і відбувається очевидний прояв деградаційних явищ, які проявляються у погіршенні водно-фізичних властивостей ґрунтів, дегуміфікації, деградації родючості, забрудненні педосфери і водних об'єктів. Досить помітною є дестабілізація нормального кругообігу речовини і енергії в біосфері, падіння продуктивності агрофітоценозів, постійно зменшується екологічна стійкість агроландшафтів, зникають малі річки, що призводить до збіднення біорізноманіття.

Ґрунтовий покрив планети і фітоценози відіграють велику роль в отриманні цінної, екологічно безпечної і життєво необхідної біологічної продукції. Через ґрунт і рослини в процесі фотосинтезу здійснюються акумуляція і розподіл космічної енергії, забезпечується оптимальний баланс кисню в атмосфері. Тому, в сучасних соціально-економічних умовах розвитку суспільства охорона агроландшафтів та їх раціональне використання набувають все більшого значення. У зв'язку з цим виникає необхідність постійного моніторингу та контролю за рівнем якості сільськогосподарської продукції і станом ґрунтів, водних акваторій та атмосферного повітря.

Практичні роботи із дисципліни «Екологія за фаховим спрямуванням» мають на меті розгляд і вирішення сучасних, найактуальніших проблем агросфери.

Практичні роботи складаються із теми, мети, теоретичної частини. Після кожного практичного заняття подано списки контрольних запитань для закріплення знань з вивченого матеріалу. Запропоновані в кінці практикуму літературні джерела можуть застосовуватись здобувачами вищої освіти першого бакалаврського рівня під час виконання самостійної роботи з метою закріплення теоретичних знань та засвоєння практичних навичок і вмій.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

**Тема: Сільськогосподарська екологія: предмет, методи, завдання, структура.**

*Мета: ознайомитися з сучасною структурою екологічних досліджень, цілями, предметом і завданнями екології, основними екологічними законами та проблемами екології.*

### ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Сільськогосподарська екологія – розділ екології, що вивчає взаємовідносини сільськогосподарських рослин, тварин і довкілля. Об'єктами вивчення сільськогосподарської екології можуть бути окремі види сільськогосподарських рослин і тварин, популяції, екосистеми (ландшафт культурний в цілому або певні площі сільськогосподарського призначення), певні види сільськогосподарських тварин на окремій території (тваринних комплексах, пасовищах тощо).

У зв'язку з тим, що основним завданням сільського господарства є вирощування сільськогосподарських культур і розведення сільськогосподарських тварин для отримання продуктів рослинництва і тваринництва, воно поділяється на дві основні галузі – рослинництво і тваринництво.

Наприкінці ХХ століття швидке зростання кількості населення Землі, розвиток промисловості, транспорту, енергетики, інтенсифікація сільськогосподарського виробництва та інші чинники призвели до різкого посилення впливу людини на природні процеси й, як наслідок цього, до порушення процесів функціонування екосистем.

Особливо небезпечним це виявилось для нестійких штучно створених екосистем – агробіоценозів, що займають величезні площі й залежать від діяльності людини. У рослинних агробіоценозах постійно змінюються взаємовідносини між культурними рослинами, їх шкідниками, збудниками хвороб, бур'янами. У зв'язку з концентрацією сільськогосподарських тварин на обмежених площах виникають складні й мінливі взаємовідносини між тваринами, збудниками хвороб, паразитами ті іншими шкідливими організмами.

Важливим завданням сільськогосподарської екології є розробка наукових засад природоохоронних заходів, спрямованих на надання гармонійного

характеру взаємовідносинам людини і біосфери (раціональне ведення мисливського й рибницького господарств, підвищення продуктивності різних природних угідь: лісів, луків, пасовищ тощо).

Практичне значення сільськогосподарської екології надзвичайно велике. Без знання екологічних зв'язків і закономірностей функціонування агроєкосистем неможливо передбачити негативні наслідки господарської діяльності людини у сільськогосподарському виробництві.

Вивчення сільськогосподарської екології є однією з головних передумов розробки наукових засад системи ведення сільського господарства.

У сільськогосподарській екології існують лише два напрями вивчення проблеми – функціонування агроценозів і екологія свійських тварин.

Оскільки основним завданням агроєкології є вивчення агробіоценозів – сукупності організмів, що мешкають на землях сільськогосподарського та лісогосподарського використання, які зайняті посівами або посадками сільськогосподарських рослин або дерев, слід ураховувати, що агробіоценоз завжди виникає на місці природних біоценозів під впливом людини. У будь-якому біоценозі комплекс живих організмів, що входять до його складу, характеризується різними взаємовідносинами, серед яких особливо чітко виражені трофічні зв'язки, що утворюють ланцюги живлення. Тоді як природним біоценозам притаманний складний рослинний покрив з видовим різноманіттям, у агробіоценозі (на полях, плантаціях, у садах) він представлений звичайно одним або небагатьма видами рослин, що утворюють агрофітоценоз. До складу агроценозів, крім культурних рослин, входять «дикі рослини», які за сприятливих умов здатні інтенсивно розмножуватися і ставати бур'янами. Після вилучення первинної продукції агробіоценози поновлюються за рахунок впровадження відповідної агротехніки. Комплекс організмів, пов'язаних з культурними рослинами, формується в агроценозі таким самим чином, як і у природних біоценозах – у результаті боротьби за існування та природного добору. Людина створює умови для існування культурного виду і пригнічення інших видів, тому діяльність людини в агроценозі постає додатковим чинником природного добору для інших видів, але послаблює здатність культурних рослин до конкурентної боротьби.

Основні екологічні закони:

1. *Закон біогенної міграції атомів* (закон Вернадського). Основою міграції є переважний вплив живої речовини організмів. Жива речовина або

бере участь у біохімічних процесах безпосередньо, або створює відповідним, збагаченим киснем, вуглекислим газом, воднем, азотом, фосфором і іншими речовинами середовище. Закон має велике теоретичне й практичне значення. Розуміння всіх хімічних процесів неможливо без обліку дії біогенних факторів, зокрема еволюційних. Зараз людина впливає на функціонування всього. Негативний вплив її стає глобальним, некерованим (опустелювання, деградація, вимирання).

Цей закон дозволяє «свідомо й активно попереджати розвиток негативних явищ, керувати біохімічними процесами, використовуючи м'які екологічні методи».

2. *Закон внутрішньої динамічної рівноваги.* Речовина, енергія, інформація тісно зв'язані між собою. Зміна одного викликає зміну всіх, але при цьому зберігаються загальні якості системи: матеріально-енергетичні, інформаційні й динамічні.

Наслідок чинності закону – після будь-яких змін обов'язково розвиваються ланцюгові реакції, які прагнуть нейтралізувати ці зміни. Необхідно пам'ятати, що незначна зміна одного показника може викликати сильне відхилення в інших і у всієї екосистеми. Вони можуть бути необоротними, перейти в глобальні. Зміни викликають відповідні реакції, які спричиняють відносну сталість еколого-економічного потенціалу. Штучний ріст еколого-економічного потенціалу обмежений термодинамічною стійкістю природних систем. Це відповідь на питання, чи кінцевий ріст еколого-економічного потенціалу, і один із самих головних законів у природокористуванні. Інакше кажучи, при дотриманні закону екологічного імперативу відбувається саморегулювання, відтворення. Перевищення вимог екологічного імперативу спричиняє непередбачені зміни на локальному, регіональному й глобальному рівнях.

3. *Закон генетичної розмаїтості.* Все живе генетично відрізняється й має стійку тенденцію до збільшення біологічної розмаїтості. Це важливо в сфері біотехнології (генна інженерія, біопрепарати) тому, що, завдяки цьому закону, завжди можна передбачати результат нововведень під час вирощування нових мікрокультур через виникаючі мутації або поширення дії на ті види організмів, на які вони були розраховані.

4. *Закон історичної необхідності.* Розвиток біосфери й людства як цілого – процес односпрямований і походить від початкових фаз до більш пізніх,

загальний процес розвитку односпрямований. Повторюються лише окремі елементи соціальних відносин (рабство) або типи господарювання. Цей закон найімовірніше соціальний, а не екологічний.

5. *Закон константності* (сформульований В. Вернадським). Кількість живої речовини біосфери (за певний біологічний час) є величиною постійної. Цей закон тісно пов'язаний із законом внутрішньої рівноваги. За законом константності будь-яка зміна кількості живої речовини в одному з регіонів біосфери неминуче приводить до таких же за обсягом змін речовини в іншому регіоні, але із протилежним знаком.

Наслідком чинності закону є правило обов'язкового заповнення екологічних ніш.

6. *Закон кореляції* (сформульований Ж. Кюв'є). В організмі, як у цілісній системі, всі частини відповідають одна іншій як по будові, так і по функціях. Зміни в одній частині неминуче викликають зміни в інших.

7. *Закон максимізації енергії* (сформульований Ю. Одумом і доповнений Н.Ф. Реймерсом). У змаганні систем зберігається та, котра найбільше сприяє надходженню енергії й інформації, використовує максимальну їхню кількість і найбільш ефективно. Максимізація – це підвищення шансів на виживання. За цим законом система створює сховища (накопичувачі) високоякісної енергії, що повинна: а) забезпечити надходження нової енергії; б) нормальний кругообіг; в) стійкість системи і її здатність пристосовуватися до змін; г) налагодження обміну з іншими системами; д) створює механізм регулювання, підтримки.

8. *Закон максимуму біогенної енергії* (закон Вернадського-Бауера). Будь-яка біологічна й «біоневдосконала» система з біотою, що перебуває в стані «стійкої нерівноваги» (динамічно рухливої рівноваги з навколишнім середовищем), збільшує, розвиваючись, свій вплив на середовище. За Вернадським, виживають ті, які збільшують біогенну геохімічну енергію. На думку Бауера, всі живі системи ніколи не бувають у стані рівноваги й виконують за рахунок своєї вільної енергії корисну роботу проти рівноваги, якого вимагають закони фізики й хімії при існуючих зовнішніх умовах. Цей закон є основою для розробки стратегії природокористування.

9. *Закон мінімуму* (сформульований Ю. Лібіхом). Стійкість організму визначається найбільш слабкою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб. При задоволенні мінімуму кількості й якості екологічних факторів організм

виживає, якщо мінімуму в недостатній кількості, система руйнується. Тому завжди потрібно шукати найбільш слабку ланку.

10. *Закон необмеженості прогресу.* Визначається необмеженим розвитком від простого до складного в межах біологічної форми руху матерії. Суть закону полягає в тому, що все живе у своєму вічному безперервному й абсолютному русі прагне до відносної незалежності від умов середовища перебування. Але при цьому ніщо не може звільнитися від цього середовища.

11. *Закон обмеженості природних ресурсів.* Всі ресурси вичерпні. Планета є природно-обмеженим тілом і на ній не можуть існувати нескінченні складові частини.

12. *Закон односпрямованості потоку енергії.* Енергія, що одержує екосистема і яка засвоюється продуцентами, розсіюється або з біомасою незворотно передається консументам I, II і III порядків, а потім редуцентам. На кожному трофічному рівні відбуваються більші втрати (приблизно 0,25% початкової енергії вертається у зворотний потік). Саме тому термін «кругообіг енергії» є досить умовним.

13. *Закон оптимальності.* Жодна система не може звужуватися або розширюватися нескінченно. Жоден організм не може перевищувати певні розміри, які забезпечують підтримування його енергетики. Розміри залежать від умов харчування й факторів існування. У природокористуванні – це розміри ділянок полів, вирощуваних тварин, рослин. Недотримання закону приводить до неприродної одноманітності на більших територіях (монокультурність), викликає порушення функціонування екосистем, екологічні кризи.

14. *Закон піраміди енергії* (сформульований Р. Ліндеманом). З одного трофічного рівня екологічної піраміди на іншій переходить в основному не більше 10 % енергії. Цей закон – основа планування забезпечення населення продовольчими й іншими ресурсами.

15. *Закон ґрунтовтоми* (зменшення родючості). Поступове зниження природної родючості ґрунтів відбувається через тривале їх використання й порушення природних процесів ґрунтоутворення, а також тривалого вирощування монокультур (накопичуються токсичні речовини, що виділяються рослинами, залишки пестицидів і мінеральних добрив).

16. *Закон рівнозначності умов життя.* Всі необхідні для життя природні умови середовища грають рівнозначні ролі. З цього випливає інший закон – закон спільної дії екологічних факторів, що часто ігнорується.

17. *Закон розвитку навколишнього середовища.* Будь-яка природна система розвивається лише за рахунок використання матеріально-енергетичних і інформаційних можливостей навколишнього середовища.

Абсолютно ізольований саморозвиток неможливий – такий висновок із закону термодинаміки. Наслідок закону: а) абсолютно безвідхідне виробництво неможливе; б) більш високоорганізована біотична система є постійною загрозою для менш організованих, тому в біосфері неможливе повторне зародження життя – вона буде знищена вже існуючими організмами; в) біосфера Землі як система розвивається за рахунок внутрішніх і космічних ресурсів.

18. *Закон спільної дії природних факторів* (закон Мітчерліха-Тінемана-Бауле). Обсяг урожаю залежить не від окремого, навіть лімітуючого фактора, а від всієї сукупності екологічних факторів одночасно.

19. *Закон зменшення енерговіддачі у природокористуванні.* У процесі одержання від природної системи корисної продукції (в історичному аспекті на її виготовлення в середньому витрачаються усе більше енергії) згодом збільшуються енергетичні витрати на одну людину. Зараз за добу витрачається енергії в 60 разів більше, ніж у часи наших далеких предків, тобто кілька тисяч років тому. Це варто враховувати, плануючи свої відносини із природою з метою їхньої гармонізації.

20. *Закон толерантності* (закон Шелфорда). Обмежуючим фактором процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає ступінь стійкості (толерантності) організму до даного фактора. За цим законом будь-яка надмірна кількість речовини або енергії в екосистемі стає її ворогом, забруднювачем.

21. *Закон фізико-хімічної єдності живої речовини* (сформульований В. Вернадським). Усе живе на Землі має єдину фізико-хімічну природу, тому, що шкідливо для однієї живої речовини, шкідливо й для іншої, але в різному ступені. Тут проявляється стійкість видів до дії того або іншого агента. Стійкість до фізико-хімічного впливу, швидкість відбору по стійкості популяції до шкідливого агента прямо пропорційна швидкості розмноження організму й чергування поколінь. Це означає, що тривале вживання пестицидів недоцільно, оскільки шкідники швидко пристосовуються й виникає необхідність збільшувати дозу.

22. *Закон екологічної кореляції.* В екосистемі, як і в будь-якій іншій, всі види живої речовини і абіотичні екологічні компоненти функціонально відповідають один іншому. Випадання однієї частини системи (виду) неминуче приводить до виключення іншої частини й до функціональних змін.

Американський учений Б. Коммонер сформулював чотири закони екології: 1) усе зв'язано з усім; 2) все повинне куди-небудь подітися; 3) природа краще «знає»; 4) ніщо не проходить безслідно (за все потрібно платити).

Н.Ф. Реймерс указує, що перший закон Б. Коммонера близький по суті до закону внутрішньої динамічної рівноваги; другий – до цього ж закону й до закону розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища; третій застерігає нас від самовпевненості; проблему четвертого розглядає закон внутрішньої динамічної рівноваги, закони константності й розвитку природної системи. За четвертим законом Коммонера ми повинні повертати природі те, що беремо від неї, інакше катастрофа неминуча.

Таким чином, за останні 30-40 років екологія стала багатогранною комплексною наукою, головною метою якої є розробка наукових основ порятунку людства й середовища його існування – біосфери планети, раціонального природокористування й охорони природи. Зараз, коли екологічним вихованням охоплені всі маси населення на планеті, знання законів екології допоможе людству знайти правильні шляхи до виходу з екологічної кризи, дозволить виважено, осмислено передбачати далеку перспективу.

Правила в загальному вигляді можна трактувати як емпіричні наслідки з різних екологічних законів.

*Правило неминучості ланцюгових реакцій* – наслідок із закону внутрішньої динамічної рівноваги.

*Правило нелінійності внутрішніх взаємодій* – другий наслідок із закону внутрішньої динамічної рівноваги.

*Правило необоротності порушень* – третій наслідок із закону внутрішньої динамічної рівноваги.

*Правило сталості еколого-економічного потенціалу* – четвертий наслідок із закону внутрішньої динамічної рівноваги.

*Правило 10%* впливає із закону Ліндемана, або закону піраміди енергій.

*Правило «м'якого» керування* можна назвати правилом доцільного перетворення природи. М'яке, означає опосередковане, направляюче, що відновлює природний баланс, а жорстке – технологічне. Це відновлення колишньої природної продуктивності або її підвищення на основі об'єктивних законів.

*Правило 1%* – зміна енергетики природних систем у межах 1% виводить природні системи з рівноважного (квазістаціонарного) стану. Коли відбувається перехід величини сумарної енергії за 1% енергії сонячного випромінювання, це приводить до істотних змін – різким кліматичним аномаліям (потужним циклонам, виверженням вулканів і т.д.), змінам у характері рослинності, великим пожежам і т.д.

*Принципи спрямованості еволюції* (Л. Онсагер) випливають із закону мінімальної дисипації (розсіювання) енергії й інших еволюційних теорем екології. Еволюція завжди спрямована на зниження розсіювання енергії, на її нерівномірний розподіл. Цей принцип серед інших принципів екології й природокористування служить для розшифровки закону оптимальності.

*Принцип катастрофічного поштовху* проголошує, що різкі зміни середовища спочатку ведуть до зниження розмаїтості, а потім до вибуху формоутворення.

*Принцип Ле Шательє-Брауна* полягає в тому, що при зовнішньому впливі, що виводить систему зі стану стійкої рівноваги, рівновага зміщується в тому напрямку, де ефект впливу слабшає. Розглянутий принцип у числі інших значною мірою пояснює причини чинності закону зниження енергетичної ефективності природокористування: чим більше відхилення від стану екологічної рівноваги, тим значніше повинні бути енергетичні витрати для ослаблення протидії природних систем цьому відхиленню.

*Принцип Реді* — живе породжується тільки від живого, між живою й неживою речовиною існує нездоланна межа. Принцип був заново сформульований В.І. Вернадським у 1924 р.

### **Контрольні запитання.**

1. Об'єкти вивчення сільськогосподарської екології.
2. Охарактеризуйте роль людини у функціонуванні агробіоценозів .
3. Основні закони екології.
4. Сформулюйте закон розвитку системи за рахунок довкілля.
5. Про що говорить «Закон Б. Коммонера»?
6. У чому полягає сутність закону мінімуму?

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

**Тема: Біосфера, екосистеми та основні принципи їх організації.**  
**Мета: вивчити особливості й закономірності розвитку біосфери, формування біоценозів, їх структури, видового складу і трофічних зв'язків між продуцентами і консументами та редуцентами.**

### ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

**Біосфера** – простір, який є місцем проживання всієї сукупності живих організмів планети. Вона охоплює частину літосфери, атмосфери і гідросфери. Загальна протяжність біосфери може досягати 40 км. Від всіх інших геосфер біосфера відрізняється більш енергійними хімічними перетвореннями.

До основних характеристик біосфери можна віднести:

- 1) наявність води в рідкому стані;
- 2) проникання сонячної радіації, яка є єдиним джерелом енергії біосфери.

**Екосистема** – це угруповання різних видів рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, що взаємодіють між собою і з навколишнім середовищем таким чином, що може зберігатися тривалий час завдяки обміну речовин, енергії та інформації. Екосистема є основною функціональною одиницею у природі, яка складається з біоценозу і її біотопу. Основу функціонування екосистеми, як і біосфери, становить кругообіг речовин.

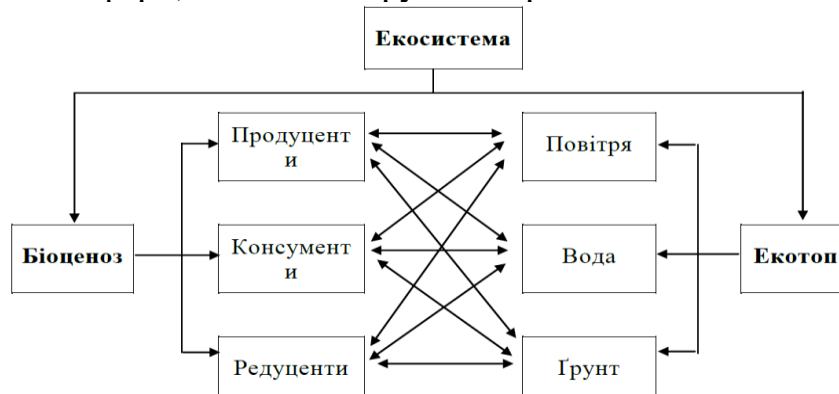


Рисунок 1. Структура екосистеми

Поняття «екосистема» є більш загальним, понятійним, запропоноване англійським ученим Тенслі в 1935 році. Терміни «екосистема» і «біогеоценоз» майже однозначні. Відмінність полягає в тому, що біогеоценоз – це конкретна ділянка території, зайнята певним рослинним угрупованням із відповідним тваринним світом та мікроорганізмів, певним типом ґрунтів і відповідними іншими умовами середовища. Кожен біоценоз відокремлений від інших. Межі біогеоценозу визначає рослинне угруповання. Поняття про біогеоценози сформулював академік В.М. Сукачов. Він визначив біогеоценози як ділянки земної поверхні з більш-менш однорідними умовами, складом рослинності, тваринного світу й мікроорганізмів. Структурними групами їх є біотоп і біоценоз.

*Біотоп* – це середовище існування з певним комплексом абіотичних факторів.

Біоценоз складається з *фітоценозу* (сукупності певних видів рослин), *зооценозу* (пов'язані з рослинами відповідні види тварин) та *мікробіоценозу* (види водоростей, ґрунтових безхребетних тварин, грибів, бактерій). Біоценоз активно взаємодіє з біотопом.

Організми, що входять у склад біоценозу (чи іншої екосистеми) зв'язані між собою ланцюгом живлення. За типом живлення виділяють такі групи.

1. *Продуценти* (автотрофи) – зелені рослини, які в процесі фотосинтезу синтезують органічні речовини, використовуючи як енергетичне джерело сонячну (світлову) енергію.

2. *Консументи* – гетеротрофи, живуть за рахунок готових органічних речовин та енергії, що створені зеленими рослинами; це всі тварини.

3. *Редуценти* – живуть за рахунок енергії, яку отримують при перегниванні рослинних і тваринних решток. До цієї групи належать бактерії, інші мікроорганізми та гриби.

*Трофічний ланцюг* складається з таких ланок: *рослини – продуценти – рослиноїдні тварини – консументи 1-го порядку – хижаки (консументи 2-го порядку)*. У довгих ланцюгах живлення можуть бути хижаки другого і навіть третього порядку. Хижаки живляться рослиноїдними тваринами. У природі найдовші ланцюги живлення складаються переважно з п'яти ланок.

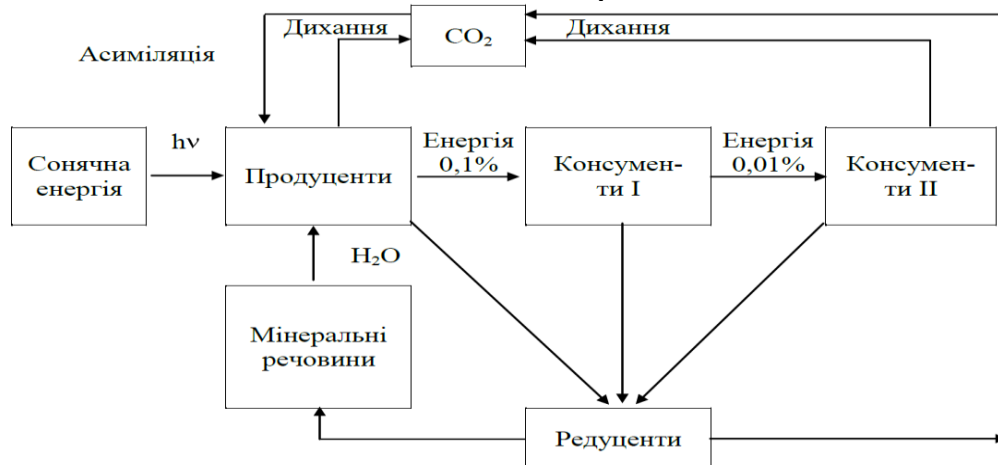


Рисунок 2. Структура трофічного ланцюга

Трофічні зв'язки між структурними групами біоценозу можна зобразити у вигляді екологічної піраміди біомаси, в якій кожна ланка розташується на відповідному трофічному рівні.

Розподіл тварин на різних трофічних рівнях залежить від спеціалізації живлення консументів. Є тварини монофаги, поліфаги та всеїдні. Отже, ланцюги живлення тісно переплітаються, розгалужуються, утворюючи трофічну сітку. Види з широким спектром живлення можуть виступати консументами різних трофічних рівнів.

Є два ланцюги живлення:

- *Ланцюг виїдання або пасовищний* – починається з живих рослин, які поїдаються рослиноїдними тваринами (капуста – заєць – лисиця).

- *Детритний ланцюг* – починається з відмерлих рослинних рештків – детриту (трупи тварин або екскременти – муха – жаба – вуж – яструб).

Дуже довгі ланцюги живлення не вигідні, тому що на кожному трофічному рівні засвоюється лише близько 10% енергії, отриманої з їжею від попереднього рівня.

Видова структура визначається кількістю видів рослин і тварин у біоценозі. Чим багатший видовий склад, тим складніші трофічні зв'язки, їх вираховують за формулою:

$$A = N(N - 1) / 2$$

де:  $A$  – кількість трофічних зв'язків,

$N$  – кількість видів живих організмів у біогеоценозі (екосистемі).

Основною групою в біоценозі є *фітоценоз*. За відношенням до абіотичних факторів середовища рослини у біоценозі розміщуються ярусами.

До кожного фітоценозу і його ярусів належать типові види рослин. У лісах розрізняють деревний, чагарниковий, трав'янистий і моховий або лишайниковий яруси.

В агробіоценозах, створених людиною, основними є культурні рослини, їх супутниками є бур'яни. У ґрунті, що обробляється, багато мікроорганізмів та ґрунтових тварин. Агроценози створюються для задоволення потреб людини в харчах, а тварин – у кормах. Їх видовий склад небагатий, період життя короткий, продуктивність, у значній мірі, програмується людиною.

**Екологічна піраміда** – графічне зображення (модель у вигляді прямокутників, поставлених один на одне) співвідношення між продуцентами, консументами й редуцентами в біогеоценозі.

**Жива речовина** – невід'ємна складова біосфери, що об'єднує всі її компоненти в єдине ціле, є її функцією і одночасно «однією з наймогутніших геохімічних сил на нашій планеті» (В. Вернадський). Кількісною оцінкою живої речовини є біомаса.

**Біомаса** – виражена в одиницях маси чи енергії кількість живої речовини тих чи інших організмів (популяцій, видів, окремих живих організмів, угруповань в цілому), яка припадає на одиницю площі чи об'єму.

Щороку продукція живої речовини досягає  $3,8 \times 10^{11}$  т, тобто 1/8 частини існуючої.

Життєво важливим процесом біосфери є кругообіг речовин (біологічні, геологічні).

**Ноосфера** – це сфера взаємодії суспільства й природи, у межах якої розумна діяльність є головною, визначальним чинником розвитку. У понятті ноосфера підкреслюється необхідність доцільності взаємодії людства та природи.

### Контрольні запитання

1. Біосфера, її компонентний склад та властивості.
2. Рівні організації біосфери.
3. Роль продуцентів у екосистемі.
4. Роль консументів у біосфері

5. Основні типи живлення.
6. Принципи організації екосистеми.

### ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

**Тема: Класифікація екологічних факторів та їх вплив на організми.**

**Мета: ознайомитися з основними факторами навколишнього природного середовища, принципами їх дії на організми, з основними ознаками популяції, які визначають її ріст, динаміку і перспективи розвитку.**

#### ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Вивчаючи взаємодію живих організмів і оточуючого середовища, насамперед, варто мати на увазі, що живі організми, які населяють планету, освоїли чотири основні середовища, кожне з яких має свій склад і особливості, свої екологічні чинники (абіотичні й біотичні, а також антропогенні): водне середовище, водно-повітряне, ґрунт, власне організми.

Екологічні чинники за ставленням до них організмів поділяють на:

- життєво необхідні (вода, температура);
- не необхідні, але впливові (вітер, радіаційний фон);
- нейтральні – байдужі для організмів (інертні гази).

**Первинними чинниками** середовища є *вода, світло, температура, хімічні та механічні фактори*; **комплексні групи чинників** – *кліматичні, орографічні (рельєф), едафічні (ґрунти), біотичні*.

**Абіотичні чинники середовища.** Абіотичні фактори – екологічні фактори неживої природи, які здійснюють вплив на живі організми. Абіотичні фактори представляють собою сукупність кліматичних і ґрунтових факторів, що складаються з багатьох динамічних елементів, діючих один на одного і на живі організми. До них належать: сонячна енергія, світло, температура, вологість, хімічний склад, орографія, едафічний фактор, течії, пожежі, фізичні поля тощо. Для розуміння даних факторів необхідно розглянути їх дію на живі організми.

**Біотичні фактори.** Це сукупний вплив життєдіяльності одних організмів на інші. При цьому, варто розрізняти прямий і опосередкований вплив одних організмів на інші, який проявляється в тому, що одні живі організми своєю присутністю змінюють режим абіотичних факторів для інших. Пряма взаємодія живих організмів називається *гомотиповою* для особин одного виду і *гетеротиповою* – яка виникає між індивідами різних видів.

**Екологічні групи живих організмів за відношенням до дії основних екологічних факторів.**

**Температура.** Залежно від того, наскільки *рослинам* необхідне тепло, їх поділяють на наступні *кліматоморфи*:

- термофільні (теплолюбні) – пальма, фікус, цитрусові;
- кріофільні (холодостійкі) – рослини тундри та альпійських зон;
- мезотермні – рослини помірного клімату.

За *водним режимом* усі організми поділяють на:

- пойкилогідричні, в яких немає вакуолей і вміст води змінюється відповідно до зовнішнього середовища (водорості, лишайники);
- гомойогідричні, що мають вакуолі і підтримують сталий вміст води (судинні рослини і тварини).

За потребою у **воді** рослини поділяють на наступні *гідроморфи*:

- ксерофіти – рослини, що ростуть в умовах посушливого клімату (кактуси, ковила).

Існує ще одна група рослин, пристосованих до виживання за посушливих умов – сукуленти. Є ряд рослин, мезофітних за своєю будовою, але гідрофільних за способом існування – ефемери та ефемероїди – з'являються, наприклад, ранньою весною, коли у ґрунті ще достатньо вологи:

- мезофіти – потребують середнього вмісту води (бук, граб);
- гігрофіти – ростуть у вологих місцях (сусак зонтичний, рогіз);
- гідрофіти – водяні рослини (рдест, латаття біле).

За **необхідністю світла** рослини поділяють на наступні *геліоморфи*:

- світлолюбні (геліофіти) – рослини, які ростуть на освітлених місцях: трави степів і лісів, лишайники на голих скелях, водяні рослини з плаваючим на поверхні листям;

- тіневитривалі (факультативні геліофіти) – мають широку екологічну амплітуду щодо освітлення;
- тінелюбні (сциофіти) – люблять незначну освітленість і ростуть у нижніх ярусах (зелені мохи, плавуні).

Виділяють також **екологічні групи живих організмів, зокрема рослин, і за відношенням до дії інших екологічних факторів**. Так, згідно міжнародної класифікації основна маса природних водоймищ – морські – евгалінні (середня солоність – 35‰), серед континентальних переважають прісноводні – агалінні (не вище 0,5‰). Мінералізовані континентальні водоймища підрозділяють на солонуваті чи міксогалінні, евгалінні (30-40‰) та ультрагалінні (не менше 40‰). Міксогалінні підрозділяють на олігогалінні (0,5-5‰), мезогалінні (5-18‰) та полігалінні (18-30‰). Серед ультрагалінних виділяють гіпергалінні (концентрація солей наближена до межової).

Відповідно до класифікації водойм за ступенем мінералізації водойм, виділяють наступні типи водоростей: олігогалінні, мезогалінні, евгалінні, ультрагалінні, агалінні та ін.

За стійкістю до змін кислотності виділяють:

- алкаліфіли – мешканці водойм із лужним середовищем (переважно Харові, відділ Зелені водорості);
- ацидофіли – кислим середовищем (Десмідієві, відділ Зелені водорості). Найбільше їх у евротрофних та мезотрофних болотах.

Вищі рослини поділяють на екологічні групи залежно від, наприклад, ступеню кислотності ґрунтів (ацидофільні – мешкають на кислих ґрунтах, базфільні – лужних, нейтрофільні - нейтральних).

Важливе значення у житті живих організмів відіграє вітер. Загальновідоме явище анемофілії (запилення за допомогою вітру) та анемохорії (транспорт насіння за допомогою вітру).

В останні десятиріччя деякі вчені відокремлюють ще одну групу екологічних факторів, які можуть і змінюють умови існування та функціонування екосистем – антропогенні фактори. До антропогенних факторів належать усі види створюваних технікою і безпосередньо людиною впливів, які пригнічують природу: забруднення, технічні перетворення та руйнування природних систем ландшафтів, вичерпання природних ресурсів, глобальні кліматичні впливи, естетичні впливи.

**Популяція.** Це сукупність особин одного виду, здатна до самовідновлення і відмежована від інших аналогічних сукупностей цього самого виду екологічними чи біологічними бар'єрами, що ускладнює обмін генетичною інформацією. Популяція характеризується рядом особливостей: щільністю, народжуваністю, смертністю, статевою та віковою структурою, характером розповсюдження в просторі.

Популяції є структурною одиницею виду, входять в склад біоценозів і функціонують лише в межах екосистем у поєднанні з популяціями інших видів. Чим різноманітніше середовище ареалу виду, тим більшою кількістю популяцій він представлений, тим багатший його генофонд.

Особливістю популяцій тварин є те, що:

- межі окремих особин чітко виражені;
- щільність змінюється за рахунок міграції й народження нових особин;
- розселення проходить шляхом міграції, з метою пошуків корму й уникнення несприятливих умов;
- численність відтворюється за рахунок статевого розмноження й надходження особин з інших популяцій;
- внутрішньопопуляційні зв'язки складні;
- різні форми піклування про потомство.

Стан популяції на даний момент відображає адаптацію до умов середовища.

Чисельність популяції – це загальна кількість особин, які населяють її територію.

Оптимальна чисельність популяції визначається *ємністю середовища*. Вона відповідає тій кількості особин, яку дане середовище може забезпечити життєво необхідними умовами, насамперед, кормовими й територіальними ресурсами, протягом тривалого періоду. Підтримування оптимальної чисельності є важливим фактором існування і прогресуючого розвитку популяції.

Сукупність лімітуючих факторів, які обмежують ріст популяції називають *опором середовища*.

Чисельність і структура популяцій свійських тварин регулюється людиною.

При аналізі чисельності популяції важливо врахувати насичення території особинами певного виду та наявність резервної території для розселення нових особин.

*Щільність* (густота) – це кількість особин популяції, що припадає на одиницю площі чи об'єму. Розрізняють середню й екологічну щільності.

*Середня щільність* – це кількість особин на одиницю території, зайнятої популяцією. *Екологічна щільність* – кількість особин, що припадає на одиницю площі, яка може бути заселена популяцією.

Максимальна й мінімальна щільність популяції не дає можливостей для її існування в межах екосистеми.

*Швидкість росту чисельності популяції* – це кількість організмів, на яку вона збільшується за певний проміжок часу.

Середній приріст числа особин за певний проміжок часу називають *темпом* росту популяції.

*Біотичний потенціал* – це максимально можлива кількість нащадків від однієї пари (або однієї особини) за одиницю часу.

*Плодючість* – це кількість особин, яку здатна дати особина за одне народження або за сезон. Від плодючості в значній мірі залежить збільшення чисельності популяції.

Ріст популяції характеризується народжуваністю й смертністю.

*Народжуваність* – кількість нових особин, що з'явилися за певну одиницю часу в результаті розмноження. *Максимальна* народжуваність можлива за ідеальних умов. *Реальна (екологічна)* народжуваність визначається кількістю особин популяції у реальних умовах середовища.

*Смертність* – визначає кількість особин популяції, які загинули за певну одиницю часу. Різниця між народжуваністю й смертністю називається *приростом популяції*. Він може бути позитивним і негативним. Не може бути прогресуючого розвитку у тих популяцій, в яких переважає смертність.

Народжуваність і смертність регулюють віковий склад і чисельність популяції. У стабільній популяції народжуваність і смертність майже однакові, її чисельність змінюється дуже мало, а різновікові групи знаходяться приблизно в однаковому співвідношенні. У прогресуючих популяціях народжуваність перевищує смертність і чисельність особин збільшується.

Значний вплив на ріст популяції має її вікова структура, яка відбиває віковий розподіл особин у ній. Якщо умови середовища сприятливі, то у популяції присутні всі вікові групи, які забезпечують відносно стабільний рівень її чисельності.

У популяціях тварин виділяють *молоді статевонезрілі особини, статевозрілі молоді, статевозрілі дорослі та старі особини*. У стабільних сформованих популяціях розподіл вікових груп більш-менш рівний. Якщо переважаючими є старі особини, популяція характеризується спадом чисельності, її ріст загальмовується. У популяціях, чисельність яких швидко росте, переважають молоді особини, що знайшли сприятливі умови для реалізації біотичного потенціалу.

Отже, для оцінки екологічного стану популяції, визначення напрямів її розвитку та обсягу ресурсного використання визначають:

- чисельність особин популяції на даний час;
- щільність населення території, характер розподілу особин, наявність вільного простору для розселення нових особин та кормові ресурси;
- збільшення чи зменшення чисельності особин за певний відрізок часу;

- співвідношення вікових груп.

Динаміка популяції, характер зміни притаманних їй ознак залежить від внутрішньовидової і міжвидової конкуренції, харчових ресурсів, клімату й інших факторів, тобто визначається екологічною нішею даного виду та відповідними умовами місцезнаходження щодо вимог організмів, що складають популяцію. Знання динаміки популяції дозволяє планувати обсяги вилову риби, відстрілу промислових тварин, зберігати необхідну чисельність та статевовіковий склад порід свійських тварин, а також прогнозувати небажані явища і запобігати їх виникненню.

### **Контрольні запитання**

1. Основи біологічної організації довкілля: організми, популяції, екосистеми, біосфера.
2. Які екологічні чинники є життєво необхідні, не є необхідні, але впливові для життя організмів, а які є нейтральні для організмів?
3. Аналіз факторів середовища, їх взаємодії та адаптації організмів.
4. Популяція, властивості популяції, популяційна структура виду.
5. Динаміка і гомеостаз популяцій.
6. Наведіть приклади впливу екологічних чинників середовища на популяцію.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4**

**Тема: Рослинні угруповання (фітоценози).**

**Мета: розглянути структуру різних фітоценозів.**

### **ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

На основі фізичних чи інших особливостей цієї території вирізняють різновиди екологічних систем. За будь-яких обставин, екосистема, обмежена певними територіальними аспектами, відноситься до категорії біогеоценозів.

**Біогеоценоз** – це та конкретна екосистема, просторові розміри якої співпадатимуть з межами ділянки земної поверхні з більш-менш однаковими ґрунтово-гідрологічними і кліматичними умовами, вкритої спорідненим за генезисом, складом, структурою рослинним покривом, який характеризується більш-менш однотипними взаємовідношеннями між усіма живими організмами та між ними й зовнішнім середовищем.

Окрім окремої категорії екологічних систем, що розглядаються як біогеоценозичні, виділяють інші біогеоценози, незначні за географічними розмірами. Це *біотопи* – невеликі ділянки земної поверхні з одноманітними фізико-хімічними параметрами та іншими факторами екологічного впливу (едафічними, орографічними, гідрологічними, фізичними). Прикладом біотопу може бути луки, заболочена місцина, водойма тощо. Наступна категорія біогеоценозів – *біохори*. Це сукупність біотопів. Наприклад, ліс. Сукупність біохорів – *біом* (тундра, тайга).

Рослинні угруповання, що мешкають на тих чи інших біогеоценозах мають назву **фітоценози** (більш-менш стійке природне угруповання

(спільнота) видів рослин на відносно однорідній ділянці – *біотоні*, що знаходяться у складних функціональних взаєминах між собою та умовами навколишнього середовища (абіотичного чи біотичного походження)). Фітоценоз відокремлений від інших подібних угруповань умовно самостійним кругообігом речовин та утворює власне внутрішнє середовище (фітоклімат та ін.). Він може бути утворений рослинами багатьох чи не багатьох видів, так само, як і їх поколінь. Фітоценоз невід’ємний від біоценозу чи біогеоценозу та характеризується тими ж підрозділами, що й біоценоз: шарами, ярусами тощо. Сукупність усієї біоти (рослини, тварини, мікроорганізми) – *біоценоз*.

### **Будова фітоценозів, їх формування й основні ознаки.**

Роль окремих видів у житті рослинної спільноти неоднакова. Залежно від цієї ролі їх об’єднують у різні групи (ценотипи), кожна з яких має відповідне значення для фітоценозу. За Б. Биковим виділяють наступні ценотипи:

1. домінанти – види рослин, що одноосібно господарюють у фітоценозі;
2. субдомінанти – одноосібно домінують у другорядних ярусах фітоценозу;
3. кондомінанти – содомінуючі у тому чи іншому ярусі види рослин;
4. інгредієнти – види, що мають меншу чисельність та продуктивність.

Близькими до понять «домінант» та «інгредієнт», але не співпадають з ними, є поняття «едифікатор» та «асектатор». *Едифікатор* – вид, що завдяки своїй чисельності і продуктивності виконує провідну роль у створенні фітосередовища у спільноті. Едифікатор завжди домінант, домінант не завжди едифікатор. *Асектатори* – види, що присутні у фітоценозах, але при цьому відіграють другорядну роль у їх структурі та функціонуванні.

Межі між фітоценозами – *екотони* – досить умовні.

Видовий (флористичний) склад фітоценозів визначається числом видів, представлених у ньому. Зазвичай, для його визначення вивчається декілька ділянок спільноти. Число видів, що зустрічаються у даній спільноті на певній одиниці площі називають *видовою насиченістю*. Розрізняють види – *компоненти* (постійно присутні у даній спільноті) та види – *інгредієнти* (присутні не щороку і щоразу змінюють чисельність – це, переважно, однорічні рослини). Ступінь сталості присутності виду у спільноті – *константність*. До константних видів відносять ті, що зустрічались у 91-100% випадків на усіх обстежених ділянках.

Видовий склад фітоценозу може слугувати *об’єктом екологічного та флористичного вивчення*. У першому випадку визначають групи видів, різних за своєю екологією чи життєвими формами. У іншому – за належністю до різних флор (європейських степів – понтичної, широколистяних лісів – неморальної тощо). Видовий список може бути поділено на господарчі групи, що мають різну цінність, наприклад кормову: злаки, осоки, бобові, різнотрав’я.

Особини одного виду у межах певного фітоценозу об’єднуються у ценопопуляції. Вивчення ценопопуляцій відіграє важливу роль при оцінці організації і динаміки фітоценозів. Властивості ценопопуляцій визначаються числом, віковим та життєвим станом особин, їх генетичною та екологічною неоднорідністю. Характер наявності тих чи інших вікових груп у популяції

дозволяє свідчити про стан останніх, про напрямок і темп їх розвитку чи регресії. Ценопопуляції розділяють на інвазійні (перша стадія надходження виду до фітоценозу. Ценопопуляція представлена життєздатним насінням та віргінільними особинами), гомеостатичні (властиві видам зі збалансованим віковим складом, здатним розмножуватись, давно присутнім у фітоценозі) та регресивні (види, що втратили здатність до репродуктивного відновлення).

### **Контрольні запитання**

1. Дайте визначення поняттю біоценоз
2. Охарактеризуйте фітоценозів
3. Дайте характеристику ценопопуляції.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5**

**Тема: Основні поняття хімізації сільського господарства**

*Мета: ознайомитися з сучасними методами хімізації сільськогосподарського виробництва.*

### **ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Хімізація сільського господарства - комплекс заходів, який спирається на результати та висновки хімічної промисловості та агрохімічної науки. Він полягає в планомірному і широкому використанні хімічних методів і засобів.

Дані заходи використовуються для збільшення врожаю, а також для поліпшення якості сільськогосподарської продукції та властивостей ґрунту. При застосуванні отрутохімікатів у сільському господарстві відбувається підвищення продуктивності тваринництва і захист корисних організмів від несприятливих умов навколишнього середовища, а також різноманітних хвороб і шкідників.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва полягає у збалансованій хімізації землеробства.

Хімізація сільського землеробства – це застосування мінеральних добрив та пестицидів. Мінеральні добрива підвищують врожайність сільськогосподарських культур. Пестициди застосовуються для боротьби з хворобами і шкідниками рослин, а також для боротьби з сеgetальною та рудеральною рослинністю. Дані заходи дозволяють підвищувати урожайність сільськогосподарських культур та його якість.

Наразі актуальним є питання вирощування спецсортів сільськогосподарських культур, які мають стійкість проти бур'янів, шкідників та хвороб.

За рахунок збору урожаю, з ґрунту щорічно, виноситься поживні речовини, серед яких основні макроелементи такі (N, P, K). Задля відновлення та збалансування поживних елементів у ґрунті вносяться мінеральні добрива, що дозволяють регулювати процеси обміну речовин в рослинах, сприяють накопиченню в них білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, а також сприяють активному проходженню вегетативного періоду у посівах сільськогосподарських культур.

Використання мінеральних добрив мають як позитивний так і негативні, як для навколишнього середовища, так і для живих організмів. До негативних наслідків за нераціонального використання застосування мінеральних добрив можна віднести наступні: зміна рН ґрунтового середовища, накопичення нітратів та токсинів, як в ґрунті так і в живих організмах, евтрофікація водойм, кислотні дощі тощо.

Разом з тим сільськогосподарські посіви повинні бути захищеними від різноманітних шкочинних організмів. На сьогоднішній день існує велика кількість біологічних захистів, але вони при перетені порогу шкочинності нажалі не ефективні, тому приходиться використовувати хімічні методи боротьби, що забезпечують надійний захист врожаю і є високо економічним.

До таких хімічних речовин відносяться пестициди. Пестицид (грецької мови “*pestis*” - зараза і “*cido*” – вбивати) - це хімічні сполуки, що володіють високою біологічною активністю і здатні знищувати або пригнічувати життєдіяльність живих різноманітних живих організмів - комах, гризунів, спор грибів, бактерій, рослин тощо. Пестициди це загальна назва біологічних і хімічних засобів, які широко використовуються для боротьби з хворобами рослин та шкідниками зерна, деревини, шкіри, вовни, виробів з бавовни, з небажаною рослинністю, з переносниками захворювань тварин і людини, з ектопаразитами домашніх тварин, а також їх використовують у сільському господарстві для поліпшення зовнішнього вигляду зерна, овочів і фруктів, та подовжують термін зберігання різноманітних рослин.

До основних пестицидів відносяться наступні групи: фунгіциди, гербіциди, дефоліанти, інсектициди і так далі.

До основних негативних факторів, при застосуванні пестицидів можна назвати наступні: при надходженні до людського організму з продуктами харчування, змінюють проходження біологічних процесів, унаслідок чого відбуваються необоротні процеси, що викликають різноманітні захворювання з

різними ускладненнями, а також летальні наслідки. Ці речовини чинять на організм токсичну дію, та мають фактор накопичення, який з часом має лише негативні наслідки, що викликає вражають внутрішні органи, центральну нервову систему, мутагенний та онкогенний ефект. Важливо зазначити, що пестициди мають високу міграційну здатність та здатність накопичуватися в живих організмах, а також їхні продукти розпаду іноді бувають набагато токсичнішими та небезпечнішими ніж початкова сполука.

Нажаль, висока біологічна активність більшості пестицидів зумовлює і їх згубний вплив на навколишнє природне середовище, тому проблема захисту довкілля від пестицидів є актуальною.

### **Контрольні запитання.**

1. Що ви розумієте під поняттям хімізація сільського господарства?
2. Що таке мінеральні добрива і їх основні напрямки використання у сільськогосподарському виробництві?
3. Пестициди, як засоби боротьби з шкочинними організмами?
4. Наслідки застосування пестицидів для навколишнього середовища та живих організмів?
5. Перерахуйте відомі вам групи пестицидів?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6**

**Тема: Класифікація пестицидів і способи їх використання**

***Мета: ознайомитися з сучасною класифікацією пестицидів, їх призначенням, хімічним складом та формами застосування***

### **ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Класифікація пестицидів проводять задля їх ефективного використання, а також для можливості контролю їх залишкового вмісту в об'єктах довкілля, в тому числі і в продуктах рослинного та тваринного походження. Розрізняють наступні види класифікацій пестицидів: гігієнічна, хімічна, за способом дії (і надходження в живі організми) та за призначенням.

Гігієнічна класифікація пестицидів заснована на ступіні їх токсичності (отруйності) для біологічних об'єктів, здатності до кумуляції та стійкості до зовнішніх факторів довкілля з урахуванням можливої міграції та метаболізму. Різні класи пестицидів мають різну ступінь токсичності, яку оцінюють в першу чергу по дії на теплокровні організми. Ступінь токсичності пестицидів оцінюють або через величину дози речовини, що сприяє відхиленню в

організмах у нормальному стані (мг/кг ваги), або через величину концентрації пестициду у об'єктах навколишнього середовища (мг/м<sup>3</sup> - у повітрі, мг/дм<sup>3</sup> - у воді, мг/кг - у ґрунті). Однією з важливих характеристик пестицидів є їх стійкість до дії факторів навколишнього середовища. Також, пестициди для різних класів хімічних препаратів поділяються за швидкістю метаболізму:

- дуже стійкі (період метаболізму на нетоксичні компоненти більше 2 років);
- стійкі (період метаболізму від 6 місяців до 2 років);
- помірно-стійкі (період метаболізму 1-6 місяців);
- малостійкі (період метаболізму менше 1 місяця).



Рис.6.1 Загальна характеристика перетворення пестицидів у навколишньому середовищі

З екологічної точки зору, пестициди, що використовуються в сільськогосподарській практиці, повинні бути малостійкі до дії факторів довкілля, за рахунок чого знизиться ризик їх накопичення у біологічних об'єктах в результаті руху по трофічних ланцюгах, а також попередить їх накопичення в об'єктах навколишнього середовища.

Також важливо відмітити, що продукти розпаду пестицидів інколи можуть бути більш токсичними, ніж сам початковий хімікат і цей необхідно враховувати при визначенні дози для використання на практиці.

За способом надходження в організми, пестициди поділяють на кишкові, контактні, фумігантні та системні. Так, пестициди кишкової дії проникають в організми через систему травлення.

Тоді як, пестициди контактної дії проникають в організми за рахунок того, що руйнують зовнішні покриви організмів, і часто вражають органи дихання.

Препарати фумігативної дії вражають організми через дихальну систему і часто використовуються в замкненому середовищі, оскільки потребують постійної концентрації фуміганта, яку важко забезпечити на відкритих ділянках.

Системні препарати (використовують для боротьби з бур'янами або шкідниками рослин) проникають в організми рослин через кореневу систему і отруюють їх клітинний сік. Такі препарати, які базується на вибіркового поглинанні пестициду рослинами, використовуються для боротьби з бур'янами. Також, за рахунок отруєного соку можлива боротьба з шкідливими видами комах, але дія препарату не матиме негативного впливу на саму рослину.

За рахунок способів проникнення пестициді в організми, можливо зменшувати негативну дію пестицидів на навколишнє середовище.

На практиці, в промисловій та сільськогосподарській токсикології, виділяють наступні групи речовин за їх застосуванням. За виробничим призначенням пестициди поділяють на:

1. Акарициди - засоби для боротьби з кліщами;
2. Арборициди - засоби, що використовуються для знищення бур'янів, небажаної деревної та чагарникової рослинності;
3. Альгіциди - засоби для знищення водоростей;
4. Афіциди - засоби для боротьби з попелицями;
5. Бактерициди - препарати для боротьби з бактеріями та бактеріальними захворюваннями;
6. Гербіциди - препарати для боротьби з бур'янами.

Також, пестициди можуть бути вибіркової та суцільної дії:

1. Зооциди і родентициди - засоби для боротьби з гризунами;
2. Інсектициди - засоби для боротьби зі шкідливими комахами;
3. Молюскіциди і лімациди - засоби для боротьби з моллюсками і слимаками;
4. Ларвіциди - засоби для знищення личинок і гусениць комах;

5. Нематоциди - засоби для боротьби з круглими хробаками;
6. Овіциди - засоби для знищення яєць комах;
7. Фунгіциди - препарати для боротьби з паразитуючими грибами, що є збудниками різноманітних хвороб.

Крім того, до пестицидів відносять ряд інших препаратів, що використовуються в наступних напрямках: відлякування комах, гризунів та інших тварин - репеленти; речовини для приваблення комах, з метою їх подальшого знищення -атрактанти; стерилізації комах та тварин - статеві стерилізатори; висушування рослин на кореню - десиканти; засоби для знищення листя з технічних культур при збиранні врожаю, наприклад, при зборі бавовни - дефоліанти; видалення надлишкових квітів і зав'язі рослин - дефлоранти; регулювання росту та розвитку рослин - ретарданти (регулятори росту).

На практиці, найпопулярнішими препаратами є інсектициди, фунгіциди і гербіциди.

За хімічним складом пестициди бувають органічного і неорганічного походження.

Пестициди органічного походження, що широко використовують у сільськогосподарській практиці, найбільш поширеними є ті сполуки, що містять фосфорорганічні, хлорорганічні, а також похідні сечовини, гуанідину, карбамінової, тіокарбамінової, оцтової і масляної кислот.

До перших, синтезованих органічних пестицидів відносяться хлорорганічні, які одержують, переважно, хлоруванням ароматичних або гетероциклічних вуглеводнів. Свого часу вони широкого застосування в сільському господарстві, в напрямках захисту рослин, в ветеринарії та медицині. Переважна більшість цих препаратів відносяться групи помірно токсичних сполук, хоча деякі речовини, є високо отруйні речовини. Хлорорганічні пестициди надзвичайно стійкі до дії факторів довкілля і, для переважної більшості період метаболізму перевищує 25-30 років, а також внаслідок малої розчинності у воді ці речовини, володіють низькою здатністю до міграції в довкіллі, але внаслідок високої розчинності в жирах – здатні до біокумуляції та накопичуються переважно в жировій масі живих організмів.

Що стосується фосфорорганічних пестицидів, то вони володіють високою біологічною активністю, контактною і системною дією, і за рахунок цього вони високотоксичні речовини. Також, важливим, є те, що свою активність ця група

пестицидів зберігає протягом обмеженого проміжку часу (2-6 тижнів), після чого проходить їх розпад з утворенням нешкідливих компонентів, за рахунок чого не відбувається накопичення метаболітів у об'єктах навколишнього середовища.

В той же час, у переважної більшості препаратів цієї групи відмічається висока токсична дія на теплокровні організми, в тому числі людину.

Пестициди мають різну токсичність, оскільки їх механізм дії достатньо складний і залежить від хімічного складу, фізико-хімічних властивостей та біологічних особливостей клітин організмів, з якими буде контактувати препарат. Внаслідок біологічної активності, пестициди впливають не тільки на конкретні шкідливі організми, також вони можуть негативно впливати і на корисні організми, тому важливо знати поширення пестицидів у довкіллі. Цей фактор, перед усім, залежить від способу використання пестицидів. Спосіб використання пестицидів залежить від форми пестициду та його призначення. Пестициди можуть бути в наступних формах:

- дуети тонкі порошковидні препарати, які складаються із основної діючої речовини і наповнювача (тальк, каолін, гіпс, крейда);

- гранульовані препарати являють собою гранули (діаметром 0, 25-5,0 мм) пористого інертного носія (каолін, бентоніт тощо або мінеральні добрива), який просочений основним діючим препаратом.

- емульсії це механічна суміш, яка складається із мікроскопічних крапель олій пестициду, що завислі у воді;

- суспензії - це завислі тверді частинки пестициду у воді, що виготовляються із порошків, які змочуються;

- аерозолі являють собою суміш повітря з дрібними краплями розчину пестициду або твердими частинками пестициду.

Норми витрат пестицидів визначають необхідною кількістю отрути на одиницю площі, а також в процесі застосування можливе поєднання декількох препаратів, що дозволить проводити боротьбу з кількома шкідниками одночасно. Під час проведення, таких заходів, необхідно враховувати можливість підсилення дії препаратів та розраховувати коректну дозу і методи захисту навколишнього середовища.

### **Контрольні запитання.**

- 1 Що таке пестициди і які вони бувають за призначенням?
- 2 Охарактеризуйте хлорорганічні пестициди, напрямки їх застосування?

- 3 Охарактеризуйте фосфорорганічні пестициди, та їх здатність впливати на живі організми?
- 4 Перерахуйте та охарактеризуйте відомі вам за виробничим призначенням пестициди?
- 5 В яких формах випускаються пестициди для сільськогосподарської практики, назвіть їх?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7**

**Тема: Негативні наслідки використання пестицидів для довкілля**

**Мета: вивчити особливості міграції пестицидів у біосфері та ознайомлення з основними наслідками впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини.**

### **ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Застосування хімічних препаратів у сільськогосподарській практиці, можна охарактеризувати двома напрямками як економічно вигідним і як екологічно небезпечним для навколишнього середовища і для людини.

Пестициди це такі хімічні сполуки, які впливають на пригнічення розвитку певної групи рослин або інших шкідливих організмів, при цьому вони не мають завдавати шкоди корисним культурам.

Важливо відзначити, що пестициди надають лише тимчасову допомогу, оскільки з часом з'являються організми які мають стійкість до даних препаратів. Тому, виникає необхідність застосування нових, ще більш сильніших препаратів, які паралельно посилюють негативний вплив на ґрунт, воду, повітря, якість продукції, на корисну флору і фауну, тим самим прискорюючи процес порушення біологічної рівноваги в природному середовищі.

До основних методів розповсюдження пестицидів у навколишньому середовищі можна віднести такі як фізичний та біологічний.

Фізичний спосіб відбувається за рахунок розсіювання при допомозі вітру в атмосфері та поширення через водотоки.

Другий, біологічний відбувається через перенесення живими організмами по трофічним ланцюгам. Важливо відзначити, що з просування по харчовій піраміді на вищих щаблях концентрація поллютантів зростає.

Як зазначалося раніше великої шкоди завдають вторинні речовини, які утворюються після розпадання пестицидів, виникає так звана вторинна

токсикація, що за своїми хімічними властивостями та впливом на навколишнє середовище можуть бути більш небезпечними у порівнянні до початкових продуктів.

Усі пестициди з часом викликають мутагенну, бластомерну, канцерогенну, тератогенну, ембіогенність та алергічну дію на людину.

Напрямки переміщення пестицидів у навколишньому середовищі наведено на рис. 7.1

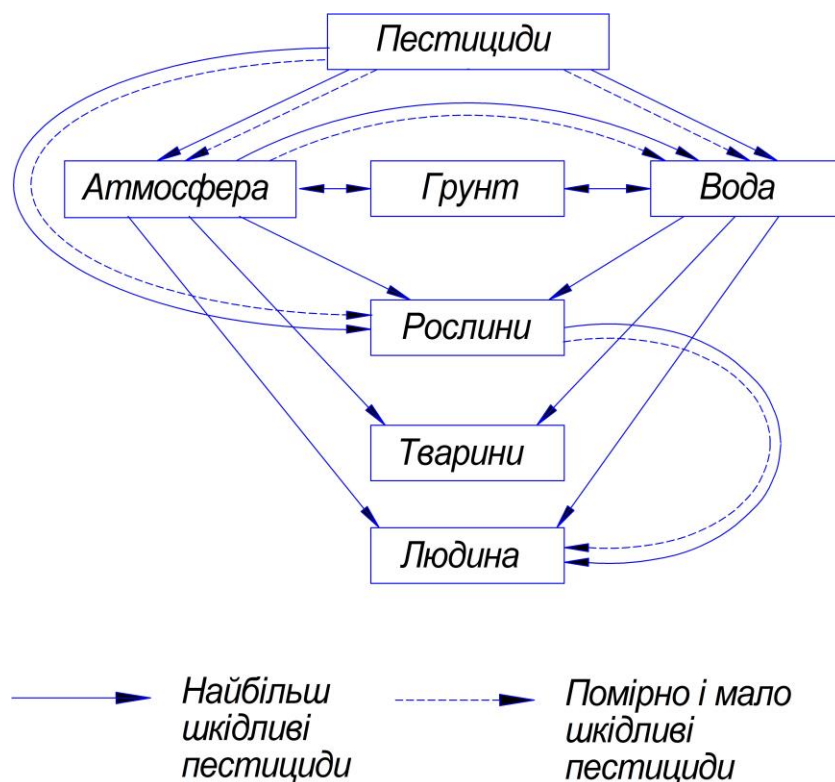


Рис. 7.1. Циркуляція пестицидів в навколишньому середовищі

Вплив сучасних орґанофосфатних пестицидів, які швидко розкладаються, загрожує розвитком депресій, роздратування, розладом пам'яті, іншими нейропсихологічними порушеннями.

Близько 90% усіх фунгіцидів, 60% гербіцидів і 30% інсектицидів є канцерогенними.

В наслідок застосування пестицидів відбувається пригнічення біологічної активності ґрунтів та знижується його здатність до самовідновлення, знижується харчова цінність та смакові якості сільськогосподарської продукції, збільшуються втрати і скорочує термін збереження продукції, знижується урожайність багатьох культур внаслідок загибелі комах-опилювачів.

Очевидними є негативні наслідки застосування пестицидів для здоров'я людини, причому спостерігається тенденція до їх зростання, водночас у об'єктів, які пригнічуються пестицидами, спостерігається певна пристосованість до них. Так, на сьогодні відомо близько 500 видів комах, які мають стійкі до інсектицидів.

Внаслідок високої біологічної активності пестициди можуть надавати негативного впливу і на корисні організми, в тому числі і на людей.

Потрапляючи тим чи іншим шляхом в організм людей, пестициди можуть викликати гострі, негострі та хронічні отруєння людей.

Гострі отруєння пестицидами спостерігаються при потраплянні в організм у великих концентраціях, що мають високу токсичність.

Хронічні отруєння пов'язані з тривалим потраплянням в організм пестицидів у невеликій їх кількості, як правило значно нижчою за ГДК, якщо пестициди володіють здатністю до біокумуляції і є стійкими до дії факторів довкілля.

Розглядаючи вплив пестицидів на екосистеми, важливо відзначити, що особливого негативного впливу зазнають комахи-обпилювачі, ентомофаги, а також інші чутливі видів.

Внаслідок звільнення екологічних ніш, в межах цієї екосистеми можуть розмножуватись нехарактерні представники флори та фауни, які з часом стають причиною порушення стабілізації і навіть переродження екосистем.

До основних шляхів зниження шкідливого впливу пестицидів на навколишнє середовище можна назвати наступні:

- висока ефективність пестицидів, мати селективну дію і бути малотоксичними для теплокровних організмів;
- пестициди повинні швидко мінералізуватись з утворенням нетоксичних сполук;
- відсутність до біокумуляції;
- низька міграційна здатність.

Також, при роботі з пестицидами важливо дотримуватися правил з охорони праці та охороною довкілля.

### **Контрольні запитання.**

1. Яка способи надходження пестицидів до навколишнього середовища?
2. Перерахуйте відомі вам наслідки впливу пестицидів на довкілля?
3. Як впливають пестициди на організм людини?

4. Які наслідки хронічного отруєння пестицидами?
5. Перерахуйте основні напрямки зниження токсичності пестицидів.

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8**

**Тема: Мінеральні добрива в агроекосистемах та особливості їхнього впливу на довкілля**

*Мета: ознайомитися з класифікацією мінеральних добрив, їх агроекологічною характеристикою та особливостями впливу на агроекосистему.*

### **ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Добриво – це речовина, призначена для покращення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту. Мінеральні добрива надають безпосереднього впливу на врожайність с/г культур, адже здебільшого безпосередньо містять основні діючі компоненти (N, P, K) або мікроелементи, які приймають участь у фізіологічних процесах. Тому, використання мінеральних добрив дає значний економічний ефект - зростання врожайності, покращання якості врожаю тощо. Основні діючі компоненти по-різному і в різних кількостях споживаються рослинами в різні вегетативні періоди. Як правило, в період проростання і виходу в трубку рослин найбільш інтенсивно споживається сполуки Фосфору і в цей період рослини вимагають особливого водного режиму - систематичний полив. На стадіях формування рослин, найбільш інтенсивно споживаються сполуки Нітрогену, а в періоди дозрівання - сполуки Калію. Ці факти слід враховувати при внесенні добрив. Крім того, кожна культура споживає різну кількість макро- та мікроелементів.

В якості добрив застосовують найрізноманітніші речовини, які відрізняються за походженням, характером дії на рослини та ґрунт, хімічним складом та структурою. У зв'язку з великою різноманітністю сучасних добрив існують різні підходи до їх класифікації.

Класифікація добрив (рис.8.1):

1. За складом:

- прості (односторонні) - містять один елемент живлення (азотні, фосфорні, калійні і мікродобрива);
- комплексні - містять не менше двох елементів живлення (складні, складнозмішані, змішані).

## 2. За походженням

- органічні - які своїм походженням зобов'язані рослинам або тваринам і є залишками перших або виділеннями других (гній, торф, пташиний послід, фекальна маса, компости, сидерати);

- мінеральні - які отримуються промислово-заводським способом, шляхом хімічної або механічної обробки сировини (азотні, фосфорні, калійні тощо);

- бактеріальні - препарати, які містять мікроорганізми, що здатні підвищувати вміст поживних речовин (азотфіксуючі, бульбочкові бактерії) і мобілізувати їх, тобто переводити важкодоступні речовини у доступні форми (фосфобактерин, силікатні бактерії і т.д.);

- хімічні меліоранти – мінеральні сполуки, що містять  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$  - використовуються для вапнування чи гіпсування.

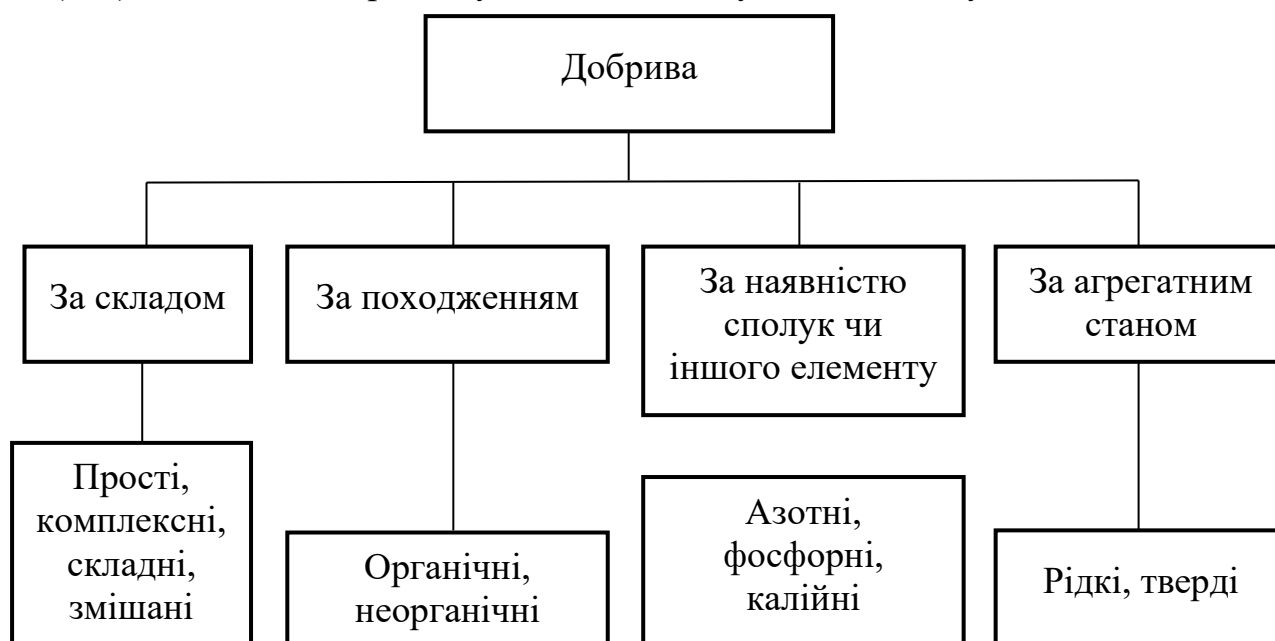


Рис. 8.1. - Класифікація добрив

## 3. За наявністю сполук того чи іншого елемента:

Мінеральні добрива із врахуванням вмісту поживних речовин, поділяються на такі види - азотні, фосфорні, калійні, комплексні (складні, складнозмішані), вапнякові, борні, марганцеві, молібденові і т.д. Форма добрива - група добрив одного виду, виділена залежно від елементів, що входять до її складу (нітрати, сульфати, фосфати), катіонного та аніонного складу чи інших властивостей (ступеню розчинності, способу виробництва).

Азотні добрива, залежно від форм сполуки азоту, поділяються на наступні форми:

- амонійні, які містять катіон амонію ( $\text{NH}_4^+$ ), зв'язані з кислотним залишком. До них відносяться сульфат амонію і хлористий амоній;

- нітратні, які містять азот в окисленій формі ( $\text{NO}_3^-$ ). Їх представниками є кальцієва і натрієва селітри; -

- амідні, до складу яких входить амідна група ( $\text{NH}_2$ ). До них відносяться карбамід (сечовина) і цианамід кальцію;

- амонійно-нітратні містять азот одночасно в амонійній ( $\text{NH}_4^+$ ) і нітратній ( $\text{NO}_3^-$ ) формі. Представником є аміачна селітра;

- аміачні (рідкі азотні добрива), у яких азот міститься у вигляді вільного аміаку ( $\text{NH}_3$ ). До них відноситься аміак рідкий (безводний), аміак водний, аміакати (амонійно-аміачно-нітратні, амонійно-аміачно-амідно-нітратні).

Фосфорні добрива за ступенем засвоюваності та розчинності діляться на:

- водорозчинні - суперфосфат простий і подвійний гранульований і порошковидний. Застосовується на всіх типах ґрунтів під усі культури;

- цитратно-розчинні, які розчиняються у 50% розчині лимоннокислого амонію. До них відноситься преципітат; лимонно-розчинні, які розчиняються у 2% розчині лимонної кислоти - томасшлак, фосфатшлак. Ці добрива застосовується під усі сільськогосподарські культури, особливо на кислих ґрунтах під зяблеву оранку;

- важкорозчинні, які розчиняються у сильних кислотах - фосфоритне борошно. Це добриво застосовується, в основному, на кислих ґрунтах під зяблеву оранку. Фосфор важкорозчинних фосфатів краще використовується рослинами за тонкого помелу, а також при внесенні з фізіологічно кислими солями та у складі компостів. Водорозчинні фосфорні добрива виробляються у вигляді гранул і порошків. Сировиною для виробництва фосфорних добрив є апатит і фосфоритне борошно.

Калійні добрива за способом виробництва діляться на такі форми:

- концентровані, які виготовляються шляхом заводської переробки сирих калійних солей. До них відносяться хлористий калій, сульфат калію, калімагнезія, калімагта ін.;

- змішані, які отримуються шляхом змішування концентрованих і сирих калійних добрив. До них відносяться 40% калійна сіль, хлористий калійелектроліт;

- сирі калійні солі, які отримуються шляхом розмелу природних калійних солей, характеризуються низьким вмістом калію і великою кількістю домішок.

До них відносяться сільвініт, каїніт, карналіт та ін. При виборі форм калійних добрив слід ураховувати реакцію рослин на хлор. Хлористий калій є основним добривом для більшості сільськогосподарських культур. Цукрові та кормові буряки поглинають багато натрію, тому для них кращими формами є сирі і змішані калійні добрива. Під культури, чутливі до хлору (картоплю, гречку, тютюн, овочі), краще застосовувати сульфат калію, калімагnezію та калімаг.

Комплексні добрива за числом основних поживних речовин поділяються на подвійні (амофос, діамфос, нітрофос, нітроамфос, калійна селітра) і потрійні (нітрофоска, нітроамфоска, карбоамфоска). За способом виробництва їх ділять на складні, складнозмішані, змішані та рідкі. Складні добрива отримують шляхом хімічної переробки сировини у єдиному технологічному процесі. Як вихідні компоненти використовуються аміак, фосфорна, азотна і сірчана кислоти, апатит, фосфорит. До них відносяться амофос, діамфос, нітрофос, нітроамфос, нітроамфоска і т.д. Складнозмішані добрива отримують шляхом змішування готових односторонніх добрив із наступною обробкою їх аміаком, аміакатами, фосфорною і сірчаною кислотами.

Змішані добрива отримують шляхом механічного змішування односторонніх гранульованих або кристалічних простих добрив. Суміші повинні мати добрі фізичні властивості, придатні для механізованого внесення. Ці добрива готують безпосередньо у господарствах.

Рідкі комплексні добрива (РКД) - це водні розчини або суспензії, які містять не менше двох елементів. Отримуються шляхом нейтралізації аміаком фосфорної і полі-фосфорної кислот із додаванням сечовини, аміачної селітри і т.д.

Мікродобрива - добрива, які містять бор, марганець, молібден, цинк, мідь та інші мікроелементи, необхідні рослинам у невеликій кількості. До них відносяться, відповідно, борні, молібденові, мідні тощо. Ці елементи виконують важливі фізіологічні функції, беруть участь у окисно-відновних процесах, активізують асимілюючу здатність рослин.

*Агроекологічна характеристика основних видів мінеральних добрив.* З агроекологічної точки зору, важливими для оцінки можливої негативної дії мінеральних добрив на довкілля є: кількісний та якісний склад мінеральних добрив, у тому числі домішок; особливості впливу на ґрунтовий комплекс і, в тому числі на кислотно-основні властивості ґрунтового розчину; процеси вилуговування та міграції біогенних елементів та токсикантів; активність

мікробіологічних та біохімічних процесів у ґрунті; вплив на якість сільськогосподарської продукції.

Мінеральні добрива – це екзогенні хімічні сполуки, для оцінки їхнього впливу на природне середовище та людину використовують загальноприйняті методи. Вивчення можливої негативної дії хімічних сполук, у тому числі мінеральних добрив, входить до завдань токсикології – науки про шкідливу дію на людину, тварини й рослини хімічних сполук, що надходять із різних об'єктів навколишнього середовища. Алгоритм проведення агроекологічної оцінки мінеральних добрив за впливом на ґрунтову систему.

Рівень небезпечного впливу мінерального добрива на ґрунтову систему визначають такі основні фактори:

- якісний склад добрива – вміст біохімічно активних речовин, які здатні негативно впливати на агроєкосистему;
- кількість потенційно небезпечних речовин, що буде надходити з добривом до ґрунтової системи. Цей показник буде залежати, як від вмісту небезпечних речовин у добриві, так і від дози та періодичності застосування добрива;
- ґрунтово-кліматичні умови застосування добрива, які можуть сприяти проявленню негативних властивостей добрива або, навпаки, зменшувати його негативний вплив на агроєкосистему.

Оскільки до складу мінеральних добрив входять хімічні речовини з певним кумулятивним ефектом, доцільно, крім максимально рекомендованих доз внесення мінеральних добрив, враховувати можливість сумарного нагромадження речовин у ґрунті і досліджувати дози у кілька разів вищі за рекомендовані. Ступінь стійкості агроєкосистеми щодо хімічних речовин-забруднювачів оцінюють для конкретної речовини, джерелом якої може виступати мінеральне добриво.

При цьому розрізняють:

- педохімічно активні речовини, які створюють кислотно-основні та окисновідновні умови в ґрунті і впливають таким чином на загальний стан ґрунтової системи;
- біохімічно активні речовини, які передусім впливають на живі організми – мікрофлору, рослини, тварини (As, Cd, Pb, Cr, Zn, Ni, Cu, Sn, Hg, F<sup>-</sup>);

– речовини, здатні перебувати в ґрунті у таких формах, що призводить до їхньої міграції в поверхневі, ґрунтові та підземні води ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Zn}$ ).

### ***Характеристика мінеральних добрив залежно від особливостей впливу на агроecosистему***

Для врахування особливостей впливу мінеральних добрив на агроecosистему, зосередження уваги на їхніх головних негативних властивостях та розробки подальших алгоритмів дослідження, застосовують наступний поділ мінеральних добрив:

- директивної (прямої) дії – негативний вплив на природне середовище спричинений токсичними домішками мінеральних добрив, серед яких найнебезпечнішими є галогени, радіонукліди тощо, які і є безпосередніми забруднювачами. До цієї групи за вмістом токсичних домішок, насамперед належать фосфорні добрива, що пояснюється геологічним походженням, хімічною будовою сировини, з якої їх виготовляють, та особливостями технологій виробництва;

- індирективної (непрямої) дії – негативний вплив на природне середовище відбувається внаслідок фізико-хімічних властивостей мінеральних добрив, які в ґрунті проявляють себе як хімічно, фізіологічно, біологічно кислі (лужні) і певним чином впливають на стан ґрунтового комплексу.

При цьому змінюється реакція ґрунтового розчину, направленість процесів синтезу та розпаду гумусових сполук, активність біохімічних, мікробіологічних та інших процесів. Тим самим, зазначені добрива змінюють рухомість біогенів та токсикантів і можуть активізувати процеси міграції останніх у системах «добриво–ґрунт–рослина», «добриво–ґрунт– природні води». До таких добрив, передусім, належать азотні, які здебільшого є фізіологічно кислими або лужними.

#### **Контрольні запитання.**

1. Назвіть класифікацію мінеральних добрив
2. Які види добрив ви можете назвати за походженням
3. Що розуміють під агрегатним станом мінеральних добрив
4. Які добрива відносяться до мікродобрив
5. Що розуміють під поняттям директивний вплив мінеральних добрив на навколишнє середовище

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9

**Тема: Негативні наслідки використання мінеральних добрив та заходи попередження їх негативного впливу на довкілля**

***Мета: ознайомитися з екологічними наслідками не раціонального застосування мінеральних добрив та з шляхами зниження їх впливу на довкілля.***

### ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

З кожним роком застосування мінеральних добрив у сільському господарстві зростає, а також гострішими стають питання можливих негативних наслідків їх застосування.

Як показують більшість досліджень, негативні наслідки використання мінеральних добрив зумовлені лише недотриманням науково обґрунтованих принципів їх виробництва, транспортування та використання.

Так, наприклад, систематичне використання кислих добрив, переважно азотних, може призводити до підвищення кислотності ґрунтів, а довготривале використання добрив одного класу може призводити до накопичення в ґрунтах аніонних залишків, зокрема сульфатів, хлоридів тощо, що є причиною засолення ґрунтів.

Але є і інші негативні наслідки при застосуванні мінеральних добрив.

Вразі застосування мінеральних добрив рослинами засвоюється в межах 50% діючих речовин, а решта виноситься за межі орних земель і забруднює об'єкти довкілля, передусім поверхневі водойми. Наслідки цих процесів залежать від виду мінеральних добрив.

Забруднення довкілля фосфорними добривами є незначним, внаслідок їх малої рухливості в природному середовищі. Проте, фосфорні добрива вносяться на ранніх вегетативних періодах рослин, навіть на замерзлий ґрунт, тому внаслідок ерозії ґрунтів можливе потрапляння фосфорних добрив у природні водойми та водосховища. Наслідком чого буде масове розмноження одноклітинних водоростей - "цвітіння" і, як наслідок, евтрофікація водойм. В придонних шарах можуть створюватись анаеробні умови і, як наслідок, проходить формування сірководневої зони. Крім того, фосфорні добрива є основним джерелом потрапляння на орні землі сполук важких металів та радіонуклідів.

Що стосується азотних добрив, внаслідок їх високої рухливості в довкіллі здатні проникати в ґрунтові води і далі в природні водойми. Потрапляння азотних добрив у водойми, як і фосфорних, викликає евтрофікацію водойм. Але, необхідно пам'ятати, що нітрати є токсичними для всіх теплокровних тварин та риб, тому вода з підвищеним вмістом нітратів являє певну небезпеку.

Надмірне використання калійних добрив також має ряд негативних наслідків.

Калій в природних водоймах викликає зміну катіонного складу води, за рахунок чого вона набуває гіркої присмаку. При зростанні концентрації Калію в ґрунтах може викликати порушення балансу співвідношення Калію і Натрію до Кальцію і Магнію, за рахунок порушення балансу цих елементів викликає зміну катіонного складу рослин і у тварин, що живляться такими рослинами, спостерігається захворювання - "пасовищна титанія".

За допомогою наступних заходів можливо знизити негативний вплив мінеральних добрив на навколишнє природне середовище:

- вносити науково-обґрунтовані дози добрив, на запланований урожай з урахуванням даних агрохімічного аналізу та біологічні особливості с/г культур, в тому числі і вегетативний період;
- для запобігання процесів нітрифікації азотних добрив, слід використовувати інгібітори, а азотні добрива не слід застосовувати без їх покриття ґрунтом - запобігання перетворенню на повітрі;
- правильний підбір препаративної форми добрив з продовженням терміну їх використання, зокрема капсулювання. Це дозволить зменшити міграцію мінеральних добрив в природне середовище.
- застосування високочистих концентрованих добрив, що дозволить попередити процеси засолювання ґрунтів та накопичення в них сполук важких металів і радіонуклідів;
- чергування різних видів мінеральних добрив, які використовуються на одних орних площах;
- боротьба з ерозією ґрунтів, що дозволить зменшити міграцію мінеральних добрив в навколишнє середовище.

#### **Контрольні запитання.**

1. Які негативні наслідки викликає нераціональне застосування азотних добрив?
2. В наслідок чого виникає явище евтрофікації?

3. Чому в придонному шарі водойми може утворюватися сірководневий прошарок?
4. Чому природні водойми змінюють смак на гіркий?
5. Перерахуйте відомі вам методи зниження негативного впливу мінеральних добрив на довкілля?

### **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10**

#### **ТЕМА: Гранично допустимі концентрації нітратів у сільськогосподарській продукції**

***Мета: ознайомлення із нормативами вмісту нітратів у харчових продуктах і продовольчій сировині***

#### **ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Нітрати – це солі азотної, а нітрити – азотистої кислот. Нітрати та молекулярний азот  $N_2$  присутні у навколишньому природному середовищі (повітрі, воді, ґрунті) і в продуктах харчування в результаті кругообігу азоту в природі. У ґрунті нітратів більше, ніж в інших об'єктах середовища, у зв'язку з внесенням у нього мінеральних та органічних добрив, потраплянням відходів переробки сировини різними підприємствами. З ґрунтів нітрати проникають у воду й рослини, а з водою та продуктами рослинництва – в організм людини.

У випадку, коли у ґрунті незначна кількість азоту, і рослини встигають перетворити його на органічні азотні сполуки, в них накопичується дуже мало нітратів. За надмірної кількості у ґрунті добрив тільки 30-50% нітратів перетворюється на інші сполуки в корінні, а решта надходить у стебло, листя, плоди і там накопичується.

Надмірна кількість нітратів у харчових продуктах становить велику небезпеку для здоров'я людини. Останнім часом доведено канцерогенну дію нітратів, особливо у разі тривалого і систематичного надходження їх в організм людини.

За даними ВООЗ, добова норма нітратів становить 5 мг на 1 кг маси людини.

Самі нітрати не токсичні. Потенційна токсичність їх зумовлена тим, що в надмірних кількостях в організмі людини вони перетворюються в нітрити, що спричиняють зміну стану здоров'я (нітрити діють на гемоглобін крові).

Нітрати у високих концентраціях діють також на засвоєння вітаміну А, порушують діяльність ендокринної системи, серця тощо.

Міністерством охорони здоров'я України 21 квітня 1988 р. затверджено максимально допустимі рівні нітратів (МДР) у плодоовочевій продукції (табл.10.1).

Таблиця 10.1

**Максимально допустимі рівні нітратів у плодоовочевій продукції**

	Продукція		Норма нітратів мг/кг сирого продукту, за нітрат-йонем
1	Картопля	рання (до 1 вересня)	240
		пізня (після 1 вересня)	120
2	Капуста білоголова:	рання	800
		пізня	400
3	Морква	рання	600
		пізня	300
Продовження таблиці 10.1			
4	Томати у ґрунті	відкритому	100
		захищеному	200
5	Огірки у ґрунті	відкритому	200
		захищеному	400
6	Буряки столові		1400
7	Цибуля ріпчаста		80
8	Цибуля на перо у ґрунті	відкритому	400
		захищеному	800
9	Зелені овочеві культури у ґрунті (салат, шпинат, щавель, капуста салатна, петрушка, селера, кінза, кріп)	відкритому	1500
		захищеному	3000
10	Перець солодкий у відкритому ґрунті		200
11	Кабачки у захищеному ґрунті		400
12	Кавуни		60
13	Дині		60
14	Гарбузи		90
15	Виноград столових сортів, яблука, груші		60
16	Продукти дитячого харчування	консерви на фруктовій основі	50
		консерви на овочевій основі	100

**Прилади та матеріали:** маленькі ступки з товкачками, предметне скло, марлеві серветки, білий папір, медичні серветки, піпетки на 1 і 5 мл, мірні колби на 50 мл, скальпель, різні частини овочів з великим вмістом нітратів і з безбарвним соком (гарбуз, диня, огірки, капуста, картопля, буряк, та інші).

**Реактиви:** дистильована вода, 1-% розчин дифеніламіну (ДФА) в концентрованій сірчаній кислоті. Стандартний розчин  $\text{NaNO}_3$  для приготування калібрувальної кривої. Для цього розчиняють у мірній колбі на 100 мл 4,9 г  $\text{KNO}_3$  або 4,1 г  $\text{NaNO}_3$  і доводять об'ємно до риски дистильованою водою. Концентрація одержаного розчину 3000 мг/кг, що вдесятеро перевищує максимальний вміст нітратів у овочах. З цього розчину розбавленням готують серію стандарт розчинів з масовою часткою нітратів від 60 до 3000 мг/кг,

відбираючи в пронумеровані мірні колби на 50 мл об'єми стандартного розчину і доводячи до риски водою (табл. 10.2).

Таблиця 10.2

**Об'єми для приготування стандартних розчинів з відповідною масовою часткою NO<sub>3</sub>**

№ колби	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масова частка NO <sub>3</sub> , мг/кг	0	60	150	300	600	900	1500	1800	2400	3000
Об'єм стандартного розчину, мл	0	0,1	0,25	0,5	1,0	1,5	2,5	3,0	4,0	5,0

**Хід роботи:**

Заздалегідь миють, висушують овочі та фрукти для аналізу. Подрібнюють ножем і швидко розтирають у ступці. З утвореної маси через марлю віджимають сік, 2-3 краплі соку наносять на предметне скло, що лежить на білому папері, добавляють 2 краплі ДФА і швидко описують реакцію, порівнюючи одержані дані з таблицею 10.3.

Таблиця 10.3

**Характер зміни кольору забарвлення соку рослин при визначенні вмісту NO<sub>3</sub>, у балах**

Бал	Характер забарвлення	Масова частка NO <sub>3</sub> , в мг/кг
6	Сік забарвлюється швидко й інтенсивно в синьо-чорний колір. Забарвлення стійке і не зникає	більше 3000
5	Сік забарвлюється в темно-синій колір. Забарвлення зберігається не довго.	3000
4	Сік забарвлюється в синій колір. Забарвлення з'являється через деякий проміжок часу	1000
3	Забарвлення світло-синє, зникає через 2-3 хв	500
2	Забарвлення зникає швидко, залишаючись переважно по зовнішньому контуру плями	250
1	Сік має блакитне забарвлення, що швидко зникає	100
0	Забарвлення немає. Можуть бути рожеві плями внаслідок обвуглення тканин сірчаною кислотою	0

У цілих рослинах нітрати визначають таким чином: у свіжо зібраних рослин відрізають частини стебла, плоду тощо; розміщують їх на смугах воскового паперу, наносять ДФА і відмічають забарвлення та вміст нітратів згідно шкали таблиці 3.

Даний метод дає змогу оцінити вміст нітратів у сільськогосподарській продукції безпосередньо в польових умовах.

**Контрольні запитання:**

1. Перерахуйте чинники, які сприяють накопиченню нітратів у рослинній продукції?
2. За допомогою яких методів можна визначити вміст нітратів у рослинах та їх плодах?

3. Як саме нітрати шкодять здоров'ю людини та тварини?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11**

**Тема: Екологічні основи біологічного захисту рослин.**

***Мета: вивчити особливості інтегрованого захисту рослин, як одного із шляхів зниження хімізованого тиску на довкілля***

### **ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Враховуючи кількість хімічних препаратів, які використовувалися і використовуються під час вирощування сільськогосподарських культур, а також їх нагромадження в навколишньому середовищі потребують наукового пошуку і розробки підходів до організації захисних заходів.

Одним із таких заходів є інтегровані системи захисту рослин, які мають природоохоронний напрям, їх проводять і планують з урахуванням особливостей розвитку шкідливих організмів і рослин, що ними пошкоджуються, а також зональних особливостей застосування. Комплексом профілактичних заходів, які входять до системи, треба створювати умови, що пригнічують популяції шкідників та збудників хвороб і позбавляють їх можливості зберігатися в резерваціях у несприятливі сезони року.

До інтегрованих систем захисту входять наступні методи боротьби з шкідниками: агротехнічний, біологічний, хімічний, фізичний, механічний, карантин рослин. Агротехнічний метод, будучи одним з основних в інтегрованих системах захисту, раціонально поєднує вимоги захисту рослин і охорони навколишнього середовища. Застосування цього методу ґрунтується на взаємовідносинах між рослинами, шкідниками і зовнішнім середовищем. За допомогою агротехнічних заходів можна створити несприятливі умови для розвитку і розмноження шкідливих видів і сприятливі умови для росту й розвитку пошкоджених ними рослин, а також для корисних видів тварин. За допомогою селекції виводять форми рослин, стійкі до шкідників, або такі, що не пошкоджуються ними. Більшість агротехнічних заходів мають профілактичний характер, запобігають розмноженню шкідливих комах. Інтенсивність розмноження шкідливих комах та їх шкідливість у значній мірі залежать від багатьох факторів навколишнього середовища, серед яких найбільш суттєвими є наявність їжі (кормових рослин) і кліматичні, особливо мікрокліматичні, умови проживання. За допомогою відповідних прийомів агротехніки та селекції можна змінити умови живлення і мікроклімату, місця

проживання комах у несприятливий для них бік. Раціонально побудований комплекс агротехнічних заходів на тривалий строк запобігає масовому розмноженню багатьох шкідливих комах і різко зменшує їх шкідливість. Найбільше значення з точки зору захисту рослин мають такі заходи: сівозміна, система обробітку ґрунту, система добрив, очищення і сортування насіння, строки і способи сівби, боротьба з бур'янами, а також строки і способи збирання врожаю.

Біологічний метод боротьби з шкідниками і хворобами – один із найбільш ефективних шляхів скорочення кількості застосування хімічних речовин у рослинництві.

Біологічна боротьба - означає використання живих організмів для запобігання втратам, які завдаються шкідливими організмами, а також використання біологічно активних речовин, які керують поведінкою шкідливих організмів, з метою регулювання чисельності їх популяції.

Застосування різних біологічних засобів, поряд з охороною навколишнього середовища і здоров'я людей, забезпечує високу технічну та економічну ефективність. Особливо високий економічний ефект дають біометоди в умовах закритого ґрунту, де є можливість повного виключення хімічних засобів захисту рослин, а окупність витрат – 4 – 7 разова. Крім того, широке застосування біометоду дає можливість підвищити якість сільськогосподарської продукції. Біологічний метод регулювання чисельності шкідливих організмів розвивається в двох напрямках. Перший пов'язаний з розробкою прийомів, що враховують і підвищують активність природних ресурсів корисних організмів. До нього належить визначення рівнів ефективності ентомофагів з метою скорочення обсягів застосування пестицидів, розробка окремих агротехнічних прийомів, які сприяють активізації корисних організмів, застосування токсичних речовин з мінімальним негативним впливом на ентомофагів тощо (табл. 11.1). Другий напрям пов'язаний з утворенням і застосуванням активних засобів біологічної боротьби з шкідниками та хворобами. До нього належать біологічно активні речовини (статеві феромони, гормони, речовини антифідантної, атракційної, репелентної дії тощо), мікробіологічні препарати, хижі й паразитичні членистоногі, яких розводять у промислових масштабах, тощо. Практична зацікавленість біологічним методом зумовлена тим, що він безпечний для людини і теплокровних тварин. Агенти біологічного захисту не забруднюють

навколишнє середовище, проявляють високу селективність, зручні для масового виробництва та мають невичерпні ресурси для цього. Ось чому такого важливого значення біологічному захисту рослин надають екологічно розвинені країни. Великі потенційні можливості має мікробіологічний напрям, який передбачає використання різних груп мікроорганізмів та продуктів їхньої життєдіяльності для масового появи збудників хвороб і регуляції чисельності шкідників. Особливе значення має біологічний метод захисту рослин у теплицях, де створюються оптимальні умови для розвитку багатьох видів шкідників і хвороб. Так, за рахунок біологічного методу можливе стримування усіх основні шкідників та хвороб овочевих і зеленних культур закритого ґрунту.

Таблиця 11.1

**Основні прийоми і методи біологічного захисту  
сільськогосподарських культур**

Основні прийоми і методи біологічного захисту	Метод використання паразитичних і хижих комах (ентомофагів)
	Мікробіологічний метод (використання патогенних мікроорганізмів, які вражають шкідливі для сільського господарства організми)
	Селекційно-генетичний метод (культивування створених генетиками-селекціонерами стійких до пошкодження шкідниками сортів сільськогосподарських культур)
	Генетичні методи захисту рослин (введення в популяцію шкідника нежиттєздатних або безплідних особин, переважання в популяції самців, використання цитоплазматичної несумісності, отримання бездіапаузних популяцій)
	Біотехнічний метод (регуляція поведінки комах та порушення процесів їх росту і розвитку)
	Методи молекулярної біології та генної інженерії (отримання генетично модифікованих (трансгенних) рослин, стійких до шкідливих організмів, гербіцидів)
	Біологічна боротьба з бур'янами (використання комах-фітофагів для боротьби з бур'янами)

Наведені принципи екологічно безпечного ведення сільськогосподарського виробництва дозволять отримати високі врожаї, зберегти стабільність сільськогосподарських ландшафтів та поступово перейти на шлях сталого розвитку агроecosystem.

Слід відзначити, що в нинішніх умовах застосування самого лише біологічного методу ще не дає змоги повною мірою захистити рослини від шкідників та хвороб. Тут відіграють певну роль матеріально-технічні труднощі в реалізації біометоду і безпідставний скепсис щодо його ефективності. Сьогодні лише інтегрований захист рослин, який є ідеальною комбінацією біологічних, агротехнічних, селекційно-генетичних, хімічних та інших методів, спрямованих проти комплексу шкідників та хвороб у конкретній еколого-географічній зоні на певній культурі, ставить надійний заслін перед шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур.

### **Контрольні запитання.**

1. Перерахуйте основні причини, що спонукають сільгоспвиробника застосовувати альтернативні методи захисту?
2. Що під собою розуміє термін інтегрований захист рослин?
3. В чому переваги біологічного захисту рослин?
4. Перерахуйте основні прийоми і методи біологічного захисту
5. Охарактеризуйте принципи біологічного захисту за методів молекулярної біології та генної інженерії?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12**

**Тема: Проблеми відходів сільськогосподарського виробництва та їх переробка**

**Мета: ознайомитися з відходами рослинництва та тваринництва та основними шляхами їх утилізації**

### **ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Раціональне природокористування передбачає не лише зменшення шкідливих викидів у природне середовище, а й комплексне використання природних ресурсів, утилізацію відходів виробництва.

Відходи виробництва - це матеріальні залишки виробничого процесу (сировини, матеріалів, засобів виробництва), які втратили свою споживну вартість, не є метою даного виробництва і не можуть бути використані за прямим призначенням через технологічні особливості підприємства.

Відходи класифікують:

- за сферою утворення;
- за напрямом використання;
- за способом залучення до утилізації.

Проблема утилізації відходів виробництва пов'язана з проблемою охорони навколишнього середовища від забруднення. Кінцевою метою раціонального природокористування повинно бути максимальне залучення у виробництво сировини. Чим менша кількість відходів від виробництва, тим вищий рівень розвитку продуктивних сил, тим виробництво економічно вигідніше.

Відходи і побічні продукти виробництва і переробки сільськогосподарської продукції є величезним резервом ресурсозбереження, який поки що використовується вкрай недостатньо. Нераціональне використання вихідної сировини, її біомаса, на одержання якої вже було витрачено значну кількість суспільної праці, знижують ефективність функціонування АПК. Крім того, відходи виробництва, потрапляючи в природне середовище, забруднюють його, що в кінцевому підсумку знижує ефективність не лише АПК, а й всього суспільного виробництва через значні екологічні збитки.

Інтенсифікація аграрного сектору різко посилила кількість відходів від сільського господарства. Низька культура обробітку ґрунту, застосування неефективних сільськогосподарських технологій, мінеральних добрив та отрутохімікатів, незахищеність землі від промислових і транспортних забруднень, споживацьке ставлення до неї призводить до забруднення та деградації компонентів природного середовища.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва та збільшення розораності призвели до зростання кількості відходів і їх впливу на компоненти природи.

Природне середовище забруднює декілька типів сільськогосподарських відходів:

- органічні відходи рослинництва;
- залишкова кількість добрив;
- залишкова кількість пестицидів;
- гній та рідкі стоки тваринницьких комплексів;
- викиди забруднюючих речовин сільськогосподарською технікою.

Відходи агропромислового комплексу є цінною сировиною, але не завжди знаходять застосування.

Напрямки використання відходів агропромислового комплексу:

- використання рослинних решток у якості органічних добрив;

- використання рослинних решток для відгодівлі свійських тварин;
- переробляти на біопаливо (біогаз);
- застосовуватись як ресурс для різних видів виробництва.
- отриманні кормових білків.

Тваринництво є однією із складових сільського господарства, і теж призводить до появи певного ряду екологічних проблем, до яких можна віднести: евтрофікація водойм, нагромадження патогенної мікрофлори та забруднення атмосфери сірководнем, аміаком, молекулярним азотом.

Ступінь загального забруднення значно залежить від кількісної та якісної характеристики гнойових стоків, до складу яких, як правило, входять: екскременти тварин, залишки кормів, вовна та щетина, і технологічна вода. Добовий вихід екскрементів може досягати 30 кг на одну тварину. На забруднення атмосфери суттєво впливає неправильне зберігання і використання безпідстилкового гною. При відкритому способі зберігання випаровується аміак, молекулярний азот та інші його сполуки. Газоподібні продукти розпаду зумовлюють неприємний запах. Рідкий гній містить значну кількість патогенних організмів, наявність яких є причиною поширення інфекційних захворювань, при його анаеробному розкладі утворюються шкідливі гази (сірководень, аміак), жирні кислоти, аміни та інші сполуки з неприємним запахом. Попадання безпідстилкового гною і стоків у ґрунт призводить до його бактеріального зараження. Патогенні бактерії зберігаються в ґрунті полів зрошення протягом 4-6 місяців. Сільськогосподарські культури, які вирощують на таких полях, заражуються патогенними бактеріями, а також створюються сприятливі умови для розповсюдження яєць гельмінтів.

Тваринницькі комплекси сильно забруднюють поверхневі водойми та підземні води. Велика кількість біогенних елементів, яка надходить у ці джерела викликає масове отруєння водних організмів, різко зростає кількість аміаку і зменшується вміст кисню. При розміщенні комплексів необхідно враховувати відстань до населених пунктів та наявність достатньої землеробської площі для використання гною, витримувати обґрунтовані норми навантажень поголів'я на 1 га, використовувати стоки, розбавлені поливною водою при дощуванні, застосовувати зелені насадження. Важлива і просторова ізоляція. Для великих комплексів санітарна зона повинна бути достатньою: птахофабрики – 2,5 км, комплекси ВРХ – 3 км, свинарські – 10-15 км і більше.

Що стосується стоків від тваринницьких комплексів, то вони підлягають обов'язковій утилізації. Ряд технологічних схем передбачає розподіл рідкого гною на тверду й рідку фракції. Тверду фракцію окремо нагромаджують, вона проходить карантин, біотермічно знезаражується і вивозиться на поля під заорювання. Додатковим способом очищення стоків є використання їх для поливу сільськогосподарських культур. При зрошуванні стічними водами відбувається ґрунтове доочищення, підвищується вміст у ґрунті органічної речовини, зменшується його кислотність і поліпшуються фізико-хімічні властивості. При цьому необхідно враховувати, що компоненти стоків можуть виявитися факторами передачі збудників інфекцій, у тому числі загальних для тварин і людини. Тому, для використання гнойових стоків необхідно обирати земельні ділянки рівнинним рельєфом, що буде запобігати надходженню стоків у водойми та підґрунтові води, а також витримувати 30-денну перерву між останнім зрошенням кормових угідь і початком їх використання.

У теплий період року ефективною є безвідходна технологія, яка включає гравітаційний розподіл стоків на фракції. Тверду фракцію компостують, біотермічно знезаражують і використовують як добриво. Для знезараження твердої фракції гною вологістю не вище 70% використовують біотермічний метод, оснований на утворенні високої (60°C) температури і витримуванні протягом одного місяця в теплий період року і двох місяців у холодний. Якщо вологість перевищує 70%, термін збільшують до 5-6 місяців.

Альтернативною концепцією утилізації гною є його використання у якості джерела енергії. Високий енергетичний потенціал дає можливість використовувати гній в якості субстрату для інших організмів, палива та обігрівання приміщень. Одним із шляхів раціонального використання енергії рідкого гною є його метанове зброджування, при якому знешкоджуються стоки, утворюється метан і зберігається органічне добриво. Біологічна переробка гною дозволяє одержувати велику кількість біодобрив.

Ще один вид відходів у сільському господарстві - це відходи виробництва, пов'язані з використанням сільськогосподарської техніки і тракторів, тобто - нафтопродукти. Основною причиною утворення цих відходів є заміна масел і змазок при технічному обслуговуванні і ремонті машин. Значна частка припадає на нафтопродукти, які збираються внаслідок відстою з резервуарів нафтоскладів, а також баків автомашин і тракторів, що передбачено правилами їх технічного обслуговування. Сільськогосподарська продукція, як

правило, містить у собі дуже велику кількість різних компонентів, а переробна промисловість традиційно орієнтована на одержання з неї лише основного продукту: цукру - з цукрових буряків, крохмалю - з картоплі і зерна, олії - з олійних культур тощо. При цьому обсяг перероблюваної сировини в кілька разів перевищує вихід готової продукції. Так, на 1 т цукру-піску витрачається близько 8 т цукрових буряків, на 1 т спирту-сирцю потрібно 10-11 т картоплі або 3,0-3,5 т зерна, на 1 т сухого крохмалю потрібно 8-9 т картоплі або близько 2 т кукурудзи, для одержання 1 т рослинної соняшникової олії потрібно переробити екстракційним способом близько 2 т і пресовим - 2,1-2,2 т насіння соняшника. В середньому вихід готової продукції становить 15-30% маси перероблюваної сільськогосподарської сировини. Решта переходить у відходи і побічні продукти. З розвитком науки і техніки, з підвищенням рівня концентрації виробництва промислова утилізація відходів стає економічно доцільною, оскільки зі збільшенням масштабів виробництва зростає також кількість відходів і вартість речовин, що в них містяться. Іноді вартість цих речовин перевищує вартість продукту, при виготовленні якого одержані ці відходи.

#### **Контрольні запитання.**

1. Перерахуйте основні типи забруднень навколишнього середовища
2. Охарактеризуйте основні шляхи утилізації рослинних рештків
3. Перерахуйте основні компоненти (відходи), що можуть бути використанні для виробництва біогазу
4. Яким чином можна здійснювати утилізацію гноєвих мас від тваринницьких комплексів?
5. Які негативні наслідки виникають при внесенні безпідстилкового та не обеззараженого гною на сільськогосподарські угіддя?

### **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13**

**ТЕМА:** Альтернативні вид екологічно безпечних видів органічних добрив

*Мета: ознайомлення з основними видами альтернативного органічного добрива для удобрення полів за вирощування екологічно-безпечної рослинницької продукції.*

#### **ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Біогумус, вермикомпост – органічне добриво, продукт переробки органічних відходів сільського господарства дощовими черв'яками.

Виробництво біогумусу проводиться у неглибоких лотках, обкладених цеглою з висотою стінок 25-30 см. Свіжий гній укладають у бурти на 3-4 місяці для ферментування. Після закінчення ферментації гній укладають у лотки, додають землі, солом'яної січки, листя, а також (за необхідності) вапняне борошно, для забезпечення кислотності суміші у межах  $pH=6,5-7,0$ . Субстрат зволожують до оптимальної вологості (70-80%) і заселяють черв'яками із щільністю близько 3-5 тисяч особин на  $1\text{ м}^2$ . Температура субстрату повинна становити  $20-25^{\circ}\text{C}$ . Для збереження вологості вміст лотків періодично поливають (один раз на сім-десять днів дозою  $4-6\text{ л/м}^2$ ), а при усіданні додають нові порції субстрату. Щоб зменшити випаровування та створити сприятливіші умови для діяльності вермикультури, необхідно лотки вкривати матами із соломи. Про готовність виробленого біогумусу можна стверджувати, якщо після відбору певної частини органічної маси та черв'яків, останні протягом доби проникли з поверхні до середини маси субстрату. По мірі переробки органічних відходів у біогумус на поверхню «старого» шару накладають новий. Таким чином можна створити висоту бурта до 1 м.



Рис. 13.1 Процес утворення біогумусу за допомогою каліфорнійських черв'яків

Щоб переробити 10 т гною протягом 5-6 місяців необхідно 150-200 тис. особин каліфорнійського черв'яка. Вихід біогумусу може становити до 50%. Вцілому, за сезон можна отримувати від  $0,8$  до  $1\text{ т/м}^2$  вермикомпосту.

Одну тону органічного субстрату вермикультура перетворює на 400-600 кг біогумусу. За сезон кількість каліфорнійських черв'яків на  $1\text{ м}^2$  може досягати 40-50 кг. З метою отримання значної маси біогумусу необхідно адаптувати черв'яка до екологічних умов регіону і дотримуватися заходів для швидкого їх розмноження.

Отриманий біогумус необхідно підсушити за температури не більше  $40^{\circ}\text{C}$  та просіяти крізь сито, оскільки найцінніша фракція біогумусу за мікробіологічними та хімічними показниками має розміри 1-3 мм. Лише за такої умови буде збережено найголовнішу перевагу цього органічного добрива, що полягає у його високій мікробіологічній активності, яка стимулює процеси ґрунтоутворення.

Унаслідок внесення біогумусу перед посівом, урожайність зернових культур збільшується на 10-15 ц/га.

**Переваги використання вермикомпосту (біогумусу) на добриво порівняно з гноєм:**

1. Мікрофлора біогумусу близька до ґрунтової і після внесення його у ґрунт не виникає конкуренції між мікроорганізмами вермикомпосту та мікроорганізмами ґрунту, що має місце із гноєм.

2. Поживні речовини у біогумусі перебувають у доступному для рослин мінералізованому стані. Тому рослини краще засвоюють макро- і мікроелементи живлення, ніж із гною.

3. У біогумусі знижується кількість насіння бур'янів.

### **Екологічне значення соломи як органічного добрива у сучасному землеробстві**

Значення органічних добрив у сучасному землеробстві зросло у зв'язку з посиленням процесів мінералізації органічної речовини ґрунту, що зумовлено зростанням у сівозміні частки просапних культур, негативним впливом на ґрунт важкої сільськогосподарської техніки та механізмів, підвищенням доз застосування засобів хімізації за одночасного зменшення внесення гною, а також ерозійними процесами ґрунтів. Необхідність застосування органічних добрив пов'язана із внесенням певної кількості поживних речовин, що міститься у їх складі, а також меліоруючою дією, оскільки органічні добрива є одним із основних джерел відтворення гумусу у ґрунті. До агротехнічних заходів, що дають можливість збільшити надходження органічної речовини у ґрунт, належить розширення посівів багаторічних трав, особливо бобових, зменшення площ просапних культур, а також заміна чистих парів зайнятими.

Альтернативним, **екологічно-безпечним органічним добривом** у сучасному землеробстві, є **застосування соломи** у зерно-просапній сівозміні. Вважається, що внесення 1 т соломи еквівалентно внесенню 2,5 т гною (за енергетичною складовою вуглецю). Целюлоза, пентозани, геміцелюлоза і лігнін є вуглецевим матеріалом для ґрунтової мікрофлори. Широке співвідношення вуглецю і азоту в соломі є причиною зниження урожаю тих культур, під які в ґрунт безпосередньо заорюють солому, оскільки азот, який міститься у ґрунті споживається мікроорганізмами, що беруть участь у її розкладі. Оптимальне співвідношення C:N ~ 30, за якого гуміфікація свіжої органічної речовини знаходиться на максимальному рівні, а втрати вуглецю у вигляді емісії CO<sub>2</sub> у повітря мінімізуються, що має особливе екологічне значення з огляду на необхідність зменшення його надходження в атмосферу.

Солома містить 15% води і близько 85% органічної речовини, дуже цінної для підвищення потенційної родючості ґрунту. Органічна речовина соломи із високим вмістом вуглецю за внесення її в ґрунт сприяє інтенсифікації ґрунтової азотфіксації та зменшенню газоподібних втрат азоту (табл. 13.1). У ґрунті вона частково гуміфікується, що сприяє зростанню вмісту запасів гумусу та вмісту колоїдної фракції, а також підвищенню вбирної здатності, вологоємності, покращанню структурного стану, теплового та повітряного режимів. Між целюлозорозкладаючими мікроорганізмами і культурними рослинами відбувається постійна конкуренція відносно споживання поживних речовин. Тому при загортанні соломи у ґрунт рекомендується одночасно вносити 8-10 кг діючої речовини азоту на кожен тонну соломи (перевагу віддають аміачним, а не нітратним формам азотних добрив).

Приблизний вміст макро- і мікроелементів у 50 ц соломи

Макроелементи	Вміст, мг	Мікроелементи	Вміст, мг
азот (N)	20-35	бор (B)	25
фосфор (P)	5-7	мідь (Cu)	15
калій (K)	60-90	марганець (Mn)	150
кальцій (Ca)	10-15	молібден (Mo)	2
магній (Mg)	4-6	цинк (Zn)	200
сірка (S)	5-8	кобальт (Co)	0,5

На ґрунтах легкого гранулометричного складу **внесення у ґрунт соломи** запобігає втратам **поживних речовин (особливо азоту) на вимивання**, а отже, і **забрудненню ґрунтових вод нітратами**.

Використання поживних решток (зокрема соломи), як органічного добрива, сприяє оптимізації умов існування ґрунтової мезофауни та мікроорганізмів, поліпшуючи агрофізичні властивості ґрунтів. Відмічено також високу агроекономічну і енергетичну ефективність використання соломи як органічного добрива. Порівняно із скиртуванням скорочується кількість проходів сільськогосподарської техніки по полю і відповідно знижується переуцільнення ґрунту, зменшуються витрати пального на 15-30%, оскільки не потрібно збирати солому із поля, а загальна енергоємність агротехнологій скорочується майже на 15%.

#### **Переваги використання соломи на добриво порівняно із гноєм:**

1. Екологічно-безпечне добриво, яке не створює негативного впливу на навколишнє природне середовище.
2. Забезпечує відтворення родючості ґрунту і підвищення урожайності сільськогосподарських культур.
3. Відбувається скорочення виробничих затрат та економія людських ресурсів, пов'язаних із скиртуванням соломи, а також видаленням гною із стійл, його перевезенням, навантаженням і розвантаженням у гноєсховища та подальшим вивозом на поля.
4. Розміщення подрібненої соломи (довжиною 15-20 см) у верхніх шарах сприяє зменшенню глибини промерзання ґрунту, покращанню водного режиму, структурного складу ґрунту (25-30% належить пектинам та пектозанам, які склеюють і цементують ґрунтові агрегати), а на схилах скорочуються втрати вологи на поверхневий стік, насамперед, в період весняного сніготанення.

#### **Недоліки від застосування соломи:**

1. Швидкість та ступінь переміщення соломи з ґрунтом (тривалість періоду мінералізації соломи та її впливу на поживний режим рослин).
2. Низький вміст азоту і деяких зольних елементів, що за початкової переробки її мікрофлорою призводить до іммобілізації доступних рослинам мінеральних речовин ґрунту та закономірного зниження урожайності безпосередньо удобрюваних соломною агрокультури.
3. Тривалість вегетаційного періоду, сприятливого для початкового інтенсивного мікробіологічного розкладу соломи у ґрунті, що визначає

швидкість мінералізації і доступність рослинам її поживних речовин.

4. Реакція сільськогосподарських культур на застосування різних видів соломи, що призводить до неоднакової її ефективності.

5. Нерівномірність у сівозмінах насичення зерновими культурами і ступенем використання соломи на добриво від чого залежить інтенсивність прямої дії і післядії.

6. Доволі низька норма одноразового внесення у ґрунт, порівняно із використанням інших видів органічних добрив, що навіть за систематичного застосування призводить до повільного покращення гумусного стану ґрунту.

**Негативні екологічні наслідки для агросфери від спалювання соломи:**

1. Відбувається відчутне забруднення атмосфери та лісосмуг димом від згорання соломи.

2. Знищується цінна органічна речовина, наявна у соломі, із вмістом вуглецю до 50%, яка забезпечує енергетику ґрунтоутворних процесів.

3. Відмічається вигорання гумусу у шарі ґрунту 0-5 см. На 1 м<sup>2</sup> солома згорає за 30-40 с, температура на поверхні ґрунту становить 360°C, а на глибині 5 см – близько 50°C. Це є причиною зниження біологічної активності, зменшення кількості водостійких агрегатів, погіршення протиерозійної стійкості ґрунту.

**Спалювання стерні з екологічної точки зору** допускається лише в екстремальних випадках – за масового ураження зернових культур гнилями і фузаріозною хворобою за умови перевищення порогових значень.

**Зеленим добривом (сидератами)** є зелена маса рослин, яку заорюють у ґрунт для підвищення його родючості. Це добриво сприяє також і покращенню екологічної обстановки у ґрунті, оскільки ґрунт не перегрівається, не пересихає, у ньому відбувається активізація мікроорганізмів, дощових черв'яків, які збагачують орний шар ґрунту органічними речовинами. Сидерати є не лише органічним добривом, вони також виконують санітарну функцію, бо є додатковими культурами у сівозміні, знижуючи тим самим шкідливість монокультури. На полях, де застосовували сидерати, значно менше бур'янів, тому що їх маса пригнічує ріст цих небажаних культур. Велика також і фітосанітарна роль сидератів. Вони нейтралізують ґрунтовому, несумісність рослин, захищають їх від шкідників і хвороб.

**Ґрунтозахисна та екологічна роль зеленого добрива.** Воно позитивно впливає на структуру ґрунту, водостійкість структурних агрегатів. Вважається, що, якщо поле вільне від культури впродовж 40 днів, то необхідно висівати сидерати, оскільки переведення поживних речовин мінеральних добрив в органічну форму є важливим чинником екологічного рільництва. Встановлено, що під просапну культуру, яку розміщують у сівозміні після удобрених сидератів, можна взагалі не вносити мінеральні добрива. Загорнута в ґрунт сидеральна маса, мінералізуючись, поступово вивільняє елементи живлення для просапної культури, запобігаючи забрудненню навколишнього середовища внаслідок зменшення втрат азоту через вимивання і денітрифікацію.

**Перелік культур, які найкраще підходять для сидерації:**

1. Культури, які придатні для проміжного висівання та вирощування (озимі проміжні, післяукісні, післяжнивні та підсівні).
2. Культури з коротким вегетаційним періодом та високою біомасою.
3. Дрібнонасінні культури, що мають невелику норму висіву.
4. Культури, які не потребують внесення добрив, засобів захисту, з можливістю застосування мінімального обробітку ґрунту.
5. Культури, які не погіршують фітосанітарний стан ґрунту і посівів.

**Завдяки використанню зелених добрив відбувається:**

- на 30-40% зменшується вимивання поживних речовин у підорні горизонти;
- на 12-15% підвищується вміст агрономічно-цінних агрегатів ґрунту;
- поліпшується водо- та повітропроникність ґрунту;
- на 10-20% зростає мікробіологічна активність ґрунту;
- створюються передумови запобігання ерозійним процесам;
- на 40-50% знижується забур'яненість наступних у сівозміні культур;
- на 15-25% зменшується ураженість культур кореневими гнилями;
- застосування як сидерату рослин родини капустяних підвищує продуктивність зернових культур на 4-8 ц/га, картоплі на 25-40 ц/га, коренеплодів – на 3560 ц/га.

**Контрольні запитання.**

1. Опишіть процес виробництва біогумусу.
2. Назвіть переваги використання вермикомпосту на добриво порівняно із гноєм.
3. Які екологічні вимоги ставляться до виробництва вермикультури?
4. Назвіть альтернативні (екологічно-безпечні) види органічних добрив.
5. Скільки органічної речовини, макро- та мікроелементів міститься в 1 ц соломи?
6. Який позитивний екологічний ефект відбувається внаслідок застосування соломи?
7. Розкажіть про переваги використання соломи на добриво порівняно з гноєм. Назвіть основні негативні наслідки від застосування соломи в якості добрива.
8. Який негативний вплив на агросферу має спалювання соломи?
9. Які культури необхідно використовувати як сидеральні?
10. У чому полягає ґрунтозахисна та екологічна роль зеленого добрива?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №14**

**ТЕМА: Роль агроекологічного моніторингу для діагностики стану агроєкосистем.**

**Мета: вивчення структури та основних видів робіт при проведенні моніторингу ґрунтів.**

### **ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Моніторинг ґрунтів України проводять шляхом обстеження землеволодінь із використанням комплексу наземних пересувних, стаціонарних і дистанційних (аерокосмічних) методів спостереження за проявом процесів ерозії, дегуміфікації, засолення, підкислення, заболочення, перезволоження.

**Метою агроекологічного моніторингу** є збереження і відтворення природно-ресурсної бази в аграрному секторі, ефективна екологізація всіх галузей сільськогосподарського виробництва, забезпечення сталого виробництва якісної біологічної продукції.

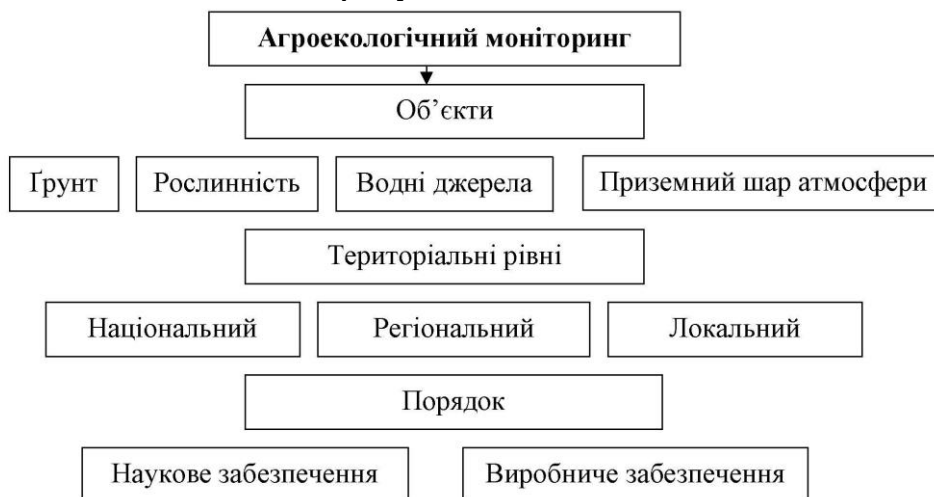


Рисунок 14.1. Структурна схема агроекологічного моніторингу.

**Завданням агроекологічного моніторингу** є спостереження за станом агроєкосистем, отримання систематичної об'єктивної інформації щодо їх функціонування, оцінка отриманої інформації та прогноз можливих змін стану агроценозів на перспективу, розробка рішень і рекомендацій, спрямованих на ефективне керування агроєкосистемами. Агроекологічний моніторинг ґрунтується на принципах комплексності та систематичності спостережень за компонентами агроєкосистеми: атмосфера - вода - ґрунт - рослина - тварина - людина.

**Завданням моніторингу ґрунтового покриття** є забезпечення систематичного нагляду за використанням земель згідно з їх природним і виробничим потенціалами, ерозійними процесами, заболоченням, засоленням та іншими негативними процесами. До завдань входить також періодичний контроль за динамікою основних ґрунтоутворних процесів (фізичних, хімічних, біологічних) у природних умовах і за антропогенного навантаження (табл. 14.1).

Таблиця 14.1

Основні види робіт при проведенні моніторингу ґрунтів

Контрольований процес	Показник
Зміна структури ґрунтового покриття і контроль землекористування	зміна структури ґрунтового покриття
	трансформування земельних угідь
	контроль оптимальності землекористування
	контроль оптимальності технологій
	контроль комплексної охорони ґрунтів

продовження таблиці 14.1	
Оцінка темпів зміни основних процесів ґрунтоутворення	гумусний стан
	реакція ґрунтового розчину
	ємність вбирання
	водний режим
	поживний режим
	забрудненість ґрунтових вод
	агрофізичні властивості
Оцінка інтенсивності виявлення процесів ерозії	біологічна активність
	площі угідь, пошкоджених водною і вітровою ерозією
	кількість та інтенсивність зливових опадів
	швидкість вітру
	площі вкриті рослинністю чи її рештками, %
	зміна глибини гумусових горизонтів
	зміна властивостей ґрунтів, що зазнають ерозії
Додаткові показники контролю якості ґрунтів меліоративного	іригаційна ерозія
	якість зрошуваних вод
	рівень і склад підґрунтових вод
	засоленість ґрунтів у зоні аерації
	оцінка темпів спрацювання осушених торфовищ
	трансформування органічної речовини
Оцінка ефективної родючості ґрунтів	вторинне озалізнєння
	якість рослинницької продукції

Для вірогідної діагностики стану агроєкосистем необхідна інформація про зміну структури ґрунтового покриву, трансформацію земельних угідь, основні види забруднень навколишнього середовища, інтенсивність прояву процесів ерозії.

**Методологічна база агроєкологічного моніторингу агроєкосистем має включати:**

1. Методику визначення ґрунтового районування (крупномасштабне картографування).
2. Методику визначення основних показників якості ґрунтів (вологозабезпечення, уміст гумусу та ін.).
3. Методику визначення деградаційних ґрунтових процесів (ерозія, дефляція, забруднення).
4. Методику визначення площ під культурами та їх ідентифікацію.
5. Методику оцінки стану сільськогосподарських культур у процесі вегетації.
6. Методику оцінки площ сільськогосподарських культур, пошкоджених весняними приморозками.
7. Методику оцінки прогнозування ураження культур шкідниками.
8. Методику прогнозування урожайності основних сільськогосподарських культур.

**Агроєкологічний моніторинг, що здійснюють за допомогою аерокосмічних методів стану агроландшафтів повинен відображати:**

1. Результати гідрологічних досліджень (гідрологічне моделювання, прогноз талого стоку, контроль за ходом весняної повені).

2. Результати геоморфологічних досліджень – екзогенні процеси (зсуви, карстоутворення), берегові процеси (бокову ерозію річок).

3. Результати ґрунтознавчих досліджень – вміст гумусу, вологість ґрунтів, їх структурний стан, весняне просихання ґрунтів та готовність їх до обробітку, ґрунтове районування, деградаційні процеси (еродованість, засоленість, заболоченість).

4. Результати геоботанічних досліджень – антропогенний вплив на рослинність, сучасний стан і структура рослинності, оцінка біомаси («зелена» і «коричнева» хвилі).

5. Стан сільського господарства – організацію сільськогосподарських територій, стан посівів, ідентифікацію культур, визначення площ під культурами, прогноз урожаю, оцінку ураження культур шкідниками, оцінку стану озимих посівів після перезимівлі.

Таким чином, можливості використання космічної інформації з метою здійснення моніторингу агроландшафтів, ґрунтового та агроекологічного обстеження досить широкі. Але для їх реалізації потрібно мати відповідно відпрацьовану методологію та матеріально-технічне забезпечення.

#### **Контрольні запитання**

1. Назвіть мету та завдання агроекологічного моніторингу.
2. Які заходи необхідно виконати для проведення моніторингу ґрунтів?
3. Що повинна включати методологічна база агроекологічного моніторингу?
4. Які показники необхідно відображати при здійсненні агроекологічного моніторингу за допомогою аерокосмічних методів?

## ТЕМИ РЕФЕРАТІВ

1. Абіотичні фактори середовища та адаптації до них організмів.
2. Форми біотичних взаємовідносин організмів.
3. Основні екологічні закони, принципи і правила.
4. Принципи екологічної класифікації організмів.
5. Популяції та їх структура.
6. Біоценози та їх структура.
7. Екосистема та її функції.
8. Екологічні піраміди.
9. Біосфера – глобальна екосистема. Кругообіг речовин в біосфері як умова їх стійкості.
10. Баланс біогенних елементів і продуктивність гумусу.
11. Основні шляхи забруднення довкілля добривами.
12. Втрати мінеральних добрив при їх транспортуванні та зберіганні.
13. Порушення науково обґрунтованої системи застосування добрив, негативний вплив хімізації землеробства на довкілля, якість рослинницької продукції, природних вод.
14. Вплив хімізації землеробства на стійкість рослин до хвороб та шкідників, на забруднення ґрунтів та атмосфери азотом.
15. Пестициди. Їх класифікація та використання для хімічного захисту рослин.
16. Особливості міграції пестицидів в агроекосистемах, проблеми детоксикації біоцидів, контроль їх кількості.
17. Пестициди і корисна ґрунтова біота.
18. Інтегрований захист культурних рослин.
19. Вплив продуктів техногенезу на агроекосистеми, важкі метали та деградація агросистеми.
20. Джерела забруднення довкілля важкими металами.
21. Токсичність важких металів, їх міграція в агроекосистемах.
22. Радіоактивність та її вплив на агроекосистеми, радіоактивне забруднення України.
23. Сільськогосподарська радіоекологія.
24. Джерела радіонуклідів в агросфері.
25. Міграція радіонуклідів по с/г ланцюгах.

26. Вплив іонізуючого випромінювання на рослини, тварин і агробіоценози.
27. Радіаційний моніторинг сфери с/г виробництва.
28. Принципи ведення с/г виробництва і комплекс захисних заходів на територіях з підвищеним вмістом радіонуклідів.
29. Ерозія і функціонування агроєкосистем.
30. Розвиток тваринництва та його екологічні наслідки.
31. Пасовищна дигресія та її діагностика.
32. Негативний вплив відходів тваринництва на довкілля, методи їх утилізації та знешкодження; використання біотехнологій для їх переробки.
33. Вплив утилізації та ліквідації твердих відходів на агроєкосистеми.
34. Оптимізація екологічного стану сільських угідь.
35. Оптимізація агроландшафтів і організація стійких агроєкосистем.
36. Збалансованість процесів мінералізації і гуміфікації – інтегральний показник екологічної стійкості ґрунтів в агроєкосистемах.
37. Критерії оцінки забруднення і деградація ґрунтів.
38. Критерії оцінки зміни геологічного середовища.
39. Екологічне (альтернативне) землеробство.
40. Виробництво екологічно безпечної продукції.
41. Основні принципи біодинамічного землеробства.
42. Основні принципи ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства.
43. Основні напрямки відтворення родючості ґрунтів.
44. Охорона ґрунтів від забруднення.
45. Суть вчення В.І. Вернадського.

## Література

1. Адаменко О. М. Соціальна екологія: Підруч. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл. / Ін-т менеджменту та економіки. – Івано-Франківськ: Сіверсія, 1999. – 192 с.
2. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології: теорія та практикум. Навчальний посібник. – К.: Лібра, 2002. – 352 с.
3. Моргун Ф.Т., Шикуча М.К., Тарарико О.Г., Грунтозахисне землеробство. – К: Урожай, 1988. – 256 с.
4. Созінов О.О., Агроекологія – філософія сільського господарства ХХІ століття. Вісник аграрної науки, 1997, № 9, с. 61-67.
5. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. за ред. акад. Б.С. Носка, – К: Аграрна наука, 1999, 110 с.
6. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Практикум з загальної екології, – К: Либідь, 1997, 158 с.
7. Довідник з агроекологічного стану ґрунтів України. за ред. акад. Б.С. Носко. – К: Урожай, 1994, 333 с.
8. Патица В.П., Тихонович І.А. та ін. Мікроорганізми та альтернативне землеробство. – К: Урожай, 1993, 174 с.
9. Фурдичко О.І та ін. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: Навч. посіб / Київ: Основа, 2008. – 360 с.
10. Кучерявий В.О. Екологія. – Львів: Світ, 2000. – 493 с.