

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



Ткачук О.П., Шкатула Ю.М., Тітаренко О.М.

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА
ЕКОЛОГІЯ**

Навчальний посібник

Вінниця – 2020

УДК 502:631(075.8)

Т-48

Рекомендовано Вченою радою Вінницького національного аграрного університету як навчальний посібник для студентів галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія» (протокол № 5 від 29.11.2019.).

Рецензенти:

Мудрак О. В., доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедрою екології, природничих та математичних наук Комунального вищого навчального закладу «Вінницька академія неперервної освіти»;

Гетман Н.Я., доктор с.-г. наук, головний науковий співробітник Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН;

Вдовенко С.А., доктор с.-г. наук, доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вінницького національного аграрного університету.

Ткачук О.П.

Т-48 Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник. / Ткачук О.П., Шкатула Ю.М., Тітаренко О.М. – Вінниця: ВНАУ, 2020. - 542 с.

Висвітлено головні напрями розвитку сільськогосподарської екології, її завдання, методи функціонування. Розглянуто концептуальні теоретичні основи екологізації агропромислового виробництва та їх практичне використання. Запропоновані заходи щодо збереження ґрунтового покриву, біологізації землеробства, екологічно обґрунтованого підходу до хімізації сільськогосподарського виробництва.

ISBN 978-617-7789-11-5

УДК 502:631(075.8)

Т-48

© Ткачук О.П., Шкатула Ю.М., Тітаренко О.М., 2020

© ВНАУ, 2020

ISBN 978-617-7789-11-5

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ПЕРЕДМОВА.....	10
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ ЕКОЛОГІЧНА І НАУКОВА ОСНОВА РОЗВИТКУ АПК.....	17
1.1. Сільськогосподарська екологія – розділ прикладної екології.....	17
1.2. Завдання, цілі та предмет вивчення сільськогосподарської екології.....	18
1.3. Підрозділи сільськогосподарської екології.....	20
1.4. Методи досліджень.....	23
2. АГРОСФЕРА. СТРАТЕГІЯ І ТАКТИКА ЕКОЛОГО- ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ АГРОСФЕРИ.....	27
2.1. Особливості агросфери.....	27
2.2. Сталий розвиток. Концепція розвитку збалансованого (сталого) розвитку агроєкосистем.....	29
2.3. Системи землеробства.....	33
3. АГРОЕКОСИСТЕМА.....	38
3.1. Агроєкосистеми. Історія розвитку.....	38
3.2. Основні елементи агробіоценозу.....	43
3.3. Заходи щодо підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.....	55
4. СИСТЕМА УДОБРЕННЯ ТА ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН.....	64
4.1. Хімічний склад рослин і їх потреба в елементах живлення.....	64
4.2. Теоретичні основи живлення рослин.....	66
4.3. Значення добрив у підвищенні врожайності та поліпшенні якості сільськогосподарської продукції.....	70
4.4. Органічні добрива.....	75
4.5. Мікробні біотехнології у сільському господарстві.....	84

4.6. Мінеральні добрива.....	91
4.7. Строки і способи внесення добрив.....	107
4.8. Агротехнічні вимоги до внесення добрив.....	109
4.9. Технологія зберігання і підготовки добрив.....	110
5. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ.....	113
5.1. Загальна характеристика земельних угідь України.....	120
5.2. Земельні угіддя як природний ресурс.....	121
5.3. Трансформація земельних угідь.....	121
5.4. Деградація ґрунтів.....	122
5.5. Дегуміфікація.....	124
5.6. Забруднення ґрунту токсичними речовинами.....	125
5.7. Ущільнення ґрунту.....	132
6. ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ АГРОЕКОСИСТЕМ.....	137
6.1. Сівозміни в інтенсивному землеробстві.....	137
6.2. Наукові основи чергування культур в сівозміні.....	139
6.3. Розміщення основних культур і парів у Сівозміні.....	144
6.4. Проміжні культури в сівозміні.....	153
6.5. Класифікація сівозмін.....	155
7. ХІМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ТА РАДІОНУКЛІДИ.....	162
7.1. Забруднення довкілля та екотоксиканти.....	162
7.2. Хімічні елементи першого класу токсичності.....	173
7.3. Хімічні елементи другого класу токсичності.....	199
7.4. Хімічні елементи третього класу токсичності.....	215
7.5. Токсичні сполуки сірки й азоту.....	226
7.6. Стійкі органічні забруднювачі.....	236
8. ПЕСТИЦИДИ-ЕКОТОКСИКАНТИ.....	239
8.1. Небезпека пестицидів.....	239
8.2. Екологічні аспекти використання пестицидів.....	245
8.3. Поліхлоровані біфеніли.....	251
8.4. Діоксини і діоксиноподібні сполуки.....	254
9. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ	

МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ	266
9.1. Основні фактори негативного впливу мінеральних добрив.....	266
9.2. Нітрати та нітроти, їх негативний вплив і шляхи їх запобігання.....	267
9.3. Альтернативні шляхи надходження елементів живлення для рослин.....	268
10. ЕКОЛОГІЧНЕ РОСЛИННИЦТВО	272
10.1. Екологічні проблеми с-г. виробництва.....	272
10.2. Основні ланки систем землеробства та їх Екологізація.....	274
10.3. Мінімізація негативного впливу техніки.....	277
11. ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТВАРИННИЦТВА	280
11.1. Екологічні основи тваринництва.....	280
11.2. Відходи тваринництва.....	280
11.3. Забруднення тваринницької продукції.....	281
11.4. Ветеринарна екологія.....	281
11.5. Еколого-гігієнічна оцінка довкілля в тваринництві.....	283
11.6. Екологічний вплив тваринницьких комплексів.....	284
11.7. Шляхи зниження негативного екологічного впливу тваринницьких комплексів.....	286
12. ОСНОВИ МЕЛІОРАЦІЇ ҐРУНТІВ. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ	290
12.1. Рекультивація порушених земель.....	290
12.2. Особливості рекультивації та підготовки ґрунтів на об'єктах зеленого будівництва.....	293
12.3. Підготовка ґрунтів, що раніше використовувались в землеробстві.....	299
12.4. Підготовка ґрунтів на території колишніх звалищ та смітників.....	302
12.5. Підготовка ґрунтів намивних територій.....	303
12.6. Меліорація порушених ґрунтів.....	304
12.7. Приготування родючих ґрунтових сумішей.....	305

12.8. Компости, їх види та методи приготування.....	312
13. АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ.....	316
Практична робота №1. Сільськогосподарські терміни, їх екологічний та технологічний зміст. Закони сільськогосподарської екології.....	327
Практична робота № 2. Особливості структури і функціонування агроєкосистем.....	334
Практична робота №3. Агрофітоценоз, як основний компонент агробіоценозу.....	340
Практична робота № 4. Визначення забур'яненості поля та вибір методу боротьби з бур'янами.....	346
Практична робота № 5. Еколого-агрохімічна оцінка ґрунту.....	356
Практична робота № 6. Агроєкологічна характеристика основних сільськогосподарських культур.....	367
Практична робота № 7. Екологічні основи сівозмін.....	377
Практична робота № 8. Мінеральні добрива та еколого-агрономічні принципи їх використання.....	387
Практична робота № 9. Живлення рослин і розрахунок доз мінеральних добрив під запланований урожай.....	394
Практична робота № 10. Мікробні біотехнології у сільському господарстві.....	404
Практична робота № 11. Поняття про пестициди та визначення залишкової токсичності ґрунту.....	411
Практична робота № 12. Оптимізація структури сільськогосподарських ландшафтів.....	421
Практична робота № 13. Проблеми і наукові основи екологобезпечного землекористування.....	428
Практична робота № 14. Рекультивація порушених земель та їх використання.....	435
Практична робота № 15. Концептуальні основи агроєкологічного моніторингу.....	442
Практична робота № 16. Мікробіологічний моніторинг стану ґрунтів агроєкосистеми.....	454

Практична робота № 17. Земельний кодекс України.....	461
Практична робота № 18. Закон України «Про тваринний світ».....	469
Практична робота № 19. Закон України «Про карантин рослин».....	479
Практична робота № 20. Місцеві екологічні плани дій.....	490
ПІСЛЯМОВА.....	500
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ.....	502
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	537
ІМЕННИЙ ПОКАЗЧИК.....	541

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АДФ – аденозиндифосфорна кислота
АМБ – автохтонна мікрофлора Б
АПК – агропромисловий комплекс
АТФ – аденозинтрифосфорна кислота
ВМ – важкі метали
ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
ВРХ – велика рогата худоба
Га – гектар
ГВК – ґрунтово-вбирний комплекс
ГДК – гранично-допустима концентрація
ГМО – генетично модифіковані організми
ГХБ – гексахлорбензол
ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота
ЕОМ – електронно-обчислювальна машина
ЄС – Європейський Союз
ІБДС – ізобутил ідендисечовина
ІМВ – Інститут мікробіології і вірусології
ІФА – імуноферментний аналіз
Кб – коефіцієнт біологічного поглинання
КДС – кротоніл і дендисечовина
Ккал – кілокалорії
ККД – коефіцієнт корисної дії
Л – літр
ЛПР – ланцюгово-полімеразна реакція
м² – квадратний метр
МАВР – Міжнародне агентство з вивчення раку
мг – міліграм
Млн – мільйон
Млрд – мільярд
Мм – міліметр
МТА – машинно-тракторний агрегат
НААН – Національна академія аграрних наук
НАНУ – Національна академія наук України

Нм – нанометр
ООН – організація об'єднаних націй
ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні
ПХБ – поліхлорбіфеніли
ПХК – поліхлоркамфен
РКД – рідкі комплексні добрива
рр. – роки
с.-г. – сільське господарство
См – сантиметр
СНД – Співдружність Незалежних Держав
СОЗ – стійкі органічні забруднювачі
СРКД – суспендовані рідкі комплексні добрива
Ст. – століття
США – Сполучені Штати Америки
Т – тонна
ТЕ – токсичний еквівалент
ТХАН – трихлорацитал натрію
ФАО – Міжнародна продовольча організація
ФАР – фотосинтетична активна радіація
ХЗЗР – хімічні засоби захисту рослин
Ц – центнер
ЦНС – центральна нервова система
ЧАЕС – Чорнобильська атомна електростанція
Шт. – штук
СО₂ – вуглекислий газ
Нг – гідролітична кислотність ґрунту
Кі – Кюрі
К₂О – поживний калій
LD – токсична доза
No-till – система землеробства, що передбачає нульовий обробіток ґрунту
NPK – азот-фосфор-калій
Р₂О₅ – поживний фосфор
рН – реакція середовища

ПЕРЕДМОВА

Виникнення і розвиток сільськогосподарської екології обумовлені всім соціально-економічним розвитком людства, необхідністю розробки науково-обґрунтованих методів екологічного управління сільськогосподарською діяльністю, яка стає одним з найпотужніших факторів впливу на функціонування біосфери, необхідністю екологізації всіх галузей АПК (землеробства, тваринництва, лісівництва, екологічного і інформативного забезпечення АПК, рибного господарства, переробної промисловості, сфери утилізації відходів АПК, сфери управління АПК).

Під екологізацією необхідно розуміти ціленаправлений процес перетворення (реформування) у сфері АПК, направлений на зменшення інтегрального негативного екологічного впливу сільськогосподарської діяльності у розрахунку на одиницю сукупного суспільного продукту.

Екологізація здійснюється через складну систему розробки й впровадження екологічних інновацій в усіх галузях АПК. Це поняття є значно ширшим від поняття «охорона природи в сільськогосподарській діяльності», і означає процес постійного екологічного вдосконалення, направлений на мінімізацію негативного впливу різних екологічних факторів на функціонування агроєкосистем.

Мета дисципліни «Сільськогосподарська екологія» – дати студентам уяву про сутність, мету, завдання, складові елементи і значення цієї науки для розвитку агросфери і суспільства, навчити їх новим підходам і методам еколого-безпечного сільсько-господарського виробництва, методам екологізації АПК, ознайомити із засобами відтворення продуктивності сучасних агроландшафтів і забезпечення виробництва достатньої

для суспільства кількості екологічно безпечної продукції.

Компетенції, які мають набути студенти, після вивчення дисципліни:

- уміння використовувати результати наукових досліджень щодо забезпечення екологічнобезпечних технологій, враховуючи їх особливості та користуючись передовим досвідом їх впровадження;

- розробляти наукові основи збалансованих технологій вирощування сільськогосподарських культур;

- здатність використовувати інноваційні процеси в агропромисловому комплексі при проектуванні та реалізації екологічно-безпечних, економічно-ефективних технологій виробництва продукції рослинництва та відтворення родючості ґрунтів різних агроландшафтів;

- здатність розробляти адаптивні системи землеробства для сільськогосподарських установ;

- здатність забезпечити екологічну безпечність агроландшафтів та економічну ефективність при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Після закінчення курсу студенти повинні знати:

- особливості будови і функціонування, типи сучасних агроекосистем, причини і наслідки їх дестабілізації, зміни енергетики й витривалості, фактори й перспективи стабілізації;

- основи агроекологічного моніторингу, менеджменту і бізнесу;

- основи агроекологічного заповідання;

- стратегічні напрямки розвитку агросфери на межі ХХІ століття;

- особливості розвитку альтернативного землеробства, біотехнологій і сучасної інформаційної екологічної бази в АПК світу й України.

Студенти повинні вміти:

- виконувати загальну екологічну оцінку

агрolandшафту;

- визначати шляхи екологізації діяльності різних сільськогосподарських об'єктів;

- добре орієнтуватись у правових аспектах агроєкології;

- користуватися науковою і довідковою агроєкологічною літературою;

- складати й використовувати агроєкологічні карти і моделі;

- виконувати відбір і аналіз зразків ґрунтів, природних вод, повітря, продукції і відходів сільськогосподарського виробництва для агроєкологічних цілей;

- користуватись сучасними ЕОМ і базами екологічних даних для виконання агроєкологічних узагальнень і прийняття конструктивних рішень.

Для успішного засвоєння дисципліни студенти повинні освоїти курси таких фундаментальних і спеціальних дисциплін, як основи екології, економіка природокористування, екологічний моніторинг, екологічний менеджмент, екологічна (агроєкологічна) експертиза, загальне ґрунтознавство, землеробство, екотоксикологія, система удобрення, система захисту рослин, сільськогосподарські машини, картографія агрolandшафтів, охорона ґрунтів, агрохімія та ін.

Взаємодія суспільства з навколишнім природним середовищем призвела до розвитку кризових явищ в біосфері, що обумовлює необхідність послідовного впровадження сталого природокористування. Тільки при цій умові може бути досягнуто балансу у взаємодії людини й природи, забезпечене грамотне використання природного базису розвитку продуктивних сил.

Діяльність людини спрямована на оволодіння речовиною, енергією і інформацією – основними

елементами матеріальної й духовної бази будь-якої суспільної формації. Рівень технологічних і технічних систем, характер соціально-економічних відносин, з однієї сторони, визначають масштаби цих процесів, а з іншої – ступінь і спрямованість впливу на біосферу.

Останнім часом антропогенний тиск на довкілля значно підсилюється, природні системи переважно перебувають в аномальному (порушеному) стані, мають місце кризові явища й навіть руйнування природних систем. Поширюються протиріччя між досягненнями науково-технічного прогресу, що визначає функціональні особливості сучасної біотехносфери і екологічним станом територій. Не випадково, що в наш час пильна увага повинна приділятися проблемі «безпеки прогресу».

Багатопланова проблема безпеки прогресу, наукове обґрунтування й цілеспрямоване рішення якої визначає можливості сталого розвитку цивілізації, поряд із системою технологічних, технічних, економічних та інших рішень вимагає також всебічного аналізу й оцінки взаємодії людини з навколишнім природним середовищем для запобігання виникнення екстремальних ситуацій, зон постійного ризику, а в остаточному підсумку для реального досягнення безпеки життєдіяльності.

Відповідно до чинного законодавства України про охорону навколишньої природного середовища, істотно зростають вимоги до грамотності фахівців в області охорони природи й раціонального використання природних ресурсів. Фахівець будь-якої сфери діяльності повинен розуміти природу сучасних проблем взаємодії суспільства й біосфери, розбиратися в причинній обумовленості можливих екологічних ризиків сільськогосподарського виробництва, уміти кваліфіковано оцінювати характер, спрямованість і наслідки впливу конкретної господарської діяльності на природу,

обґрунтувати оптимальні шляхи вирішення екологічних проблем.

Сільськогосподарська екологія – це розділ прикладної екології, що вивчає вплив чинників середовища (біотичних і абіотичних) на продуктивність культурних рослин, а також структуру і динаміку спільнот організмів, які мешкають на сільськогосподарських полях, угіддях, фермах, вплив агробіоценозів на життєдіяльність рослин і тварин, що культивуються.

Головна мета сільськогосподарської екології – збільшення продуктивності і стійкості агроєкосистем при мінімальних витратах антропогенної енергії, природних ресурсів, збереженні і відновленні останніх і одночасному максимальному використанні сонячної енергії та зростанні обсягів високоякісної екологічно безпечної сільськогосподарської продукції і сировини.

Головним завданням сільськогосподарської екології є розвиток агроєкологічної свідомості і культури населення, розробка наукових основ відтворення і розвитку агроландшафтів шляхом екологізації, розробка методів екологічного контролю всіх видів сільськогосподарської діяльності, методів екологічного управління агропромисловим виробництвом, створення ефективних моделей продуктивних агроєкосистем, розробка методів екологічно безпечної утилізації відходів АПК.

У сферу завдань сільськогосподарської екології входять такі питання, як формування концепції екологічно-збалансованого розвитку агросфери, розвитку агроєкологічної освіти, управління енерго- і ресурсоспоживанням в агросфері, комплексний і спеціальний агроєкологічний моніторинг різних рівнів, розробка теоретичних основ агроєкологічного аудиту, контролю, менеджменту і бізнесу, формування наукових

основ екологічної політики в сфері агропромислового комплексу України.

На основі новітніх досягнень сільськогосподарської екології, використовуючи правові документи щодо охорони навколишнього природного середовища в умовах дослідницької або виробничої діяльності *студенти повинні встановлювати:*

- типи агроєкосистем і специфіку їх формування та функціонування;

- ключові антропогенні чинники, які впливають на екологічну стійкість агроландшафтів;

- продуктивність агроєкосистем та шляхи її підвищення на екологічній основі;

- враховуючи наукові здобутки з сільськогосподарської екології, на підставі показників нормування антропогенного навантаження на агроландшафти забезпечити впорядкування структури землекористування;

- враховуючи сучасну наукову інформацію щодо характеристики екологічних інновацій забезпечувати екологізацію основних технологічних ланок отримання сільсько-господарської продукції;

- на основі досягнень сільськогосподарської екології, використовуючи державні та галузеві стандарти щодо охорони навколишнього природного середовища, результати агроєкологічного моніторингу, аналізувати екологічний стан агроландшафтів та приймати управлінські рішення щодо їх впорядкування;

- використовуючи знання екологічних ризиків антропогенного навантаження, на основі законів екології, забезпечувати дотримання екологічно обґрунтованих нормативів основних технологічних ланок отримання сільсько-господарської продукції;

- на основі науково-технічної інформації,

використовуючи рекомендації щодо оптимальних методів аналізу, запровадити агроекологічний моніторинг земель сільськогосподарського призначення;

- на основі законів екології, досягнень агроекологічної науки, на підставі результатів агроекологічного моніторингу прогнозувати екологічні ризики, пов'язані із сільськогосподарським виробництвом;

- на основі науково-технічної інформації, використовуючи рекомендації щодо технологічних процесів, забезпечувати впровадження заходів із зменшення техногенного навантаження на довкілля.

Навчальний посібник «Сільськогосподарська екологія» написаний для студентів галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 101 Екологія. Вказана дисципліна вивчається на другому курсі в обсязі 120 год. (30 год. лекційних занять, 28 год. практичних і 62 год. самостійного вивчення дисципліни). Посібник відповідає навчальній програмі з дисципліни «Сільськогосподарська екологія».

Практичні роботи мають на меті надання студентам первинних знань з сільськогосподарської екології. Дати студентам уяву про сутність, мету, завдання, складові елементи і значення цієї науки для розвитку агросфери і суспільства, навчити їх новим підходам і методам еколого-безпечного сільськогосподарського виробництва, методам екологізації АПК, ознайомити із засобами відтворення продуктивності сучасних агроландшафтів і забезпечення виробництва достатньої для суспільства кількості екологічно безпечної продукції.

1. СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ – ЕКОЛОГІЧНА І НАУКОВА ОСНОВА РОЗВИТКУ АПК

1.1. Сільськогосподарська екологія – розділ прикладної екології

Сільськогосподарська екологія (агроекологія) це:

- самостійна галузь знань та сформований науковий напрямок наукових досліджень, що вийшов з прикладної екології й агрономії; вивчає вплив факторів середовища на продуктивність культивованих рослин, а також структуру й динаміку угруповань організмів, що існують на сільськогосподарських землях;

- наука, що досліджує можливості раціонального використання сільськогосподарських земель для одержання рослинницької і тваринницької продукції при одночасному збереженні природних ресурсів (грунтів, природних вод, атмосферного повітря тощо), біологічного різноманіття і захисту середовища існування людини та виробленої продукції від сільськогосподарського забруднення;

- наукова дисципліна про агроценози, яка розглядає в якості центрального об'єкта вид або сорт, заради якого створюється агроценоз;

- розділ екології, що досліджує аутоекологію сільськогосподарських рослин і тварин, а також культуру екосистеми;

- розділ екології, що вивчає взаємовідносини сільськогосподарських рослин і тварин із навколишнім природним середовищем.

Сільськогосподарська екологія є розділом загальної екології, який відзначається своїми багатозначністю та тлумаченнями. В широкому розумінні сільськогосподарська екологія окреслює явища та процеси, в які

залучені організми різних царств живої природи та їхні угруповання, що формуються на постійно або періодично оброблюваних землях і в спорудах, в яких людина культивує рослини.

Сільськогосподарська екологія – включає комплекс наук, який досліджує можливості сільськогосподарського використання земель для виробництва рослинної і тваринницької продукції при одночасному збереженні сільськогосподарських ресурсів (грунтів, природних кормових угідь, гідрологічних характеристик агроландшафтів), біологічної різноманітності і захисту екологічного місця існування людини і вироблюваної продукції від сільськогосподарського забруднення. Сільськогосподарська екологія сформувалась як розділ екології в другій половині ХХ століття. Особливо швидко сільськогосподарська екологія розвивається в останні два десятиліття у зв'язку з різким погіршенням екологічної ситуації в агросфері.

1.2. Завдання, цілі та предмет вивчення сільськогосподарської екології

Головне завдання сільськогосподарської екології - активізація біологічного потенціалу агроєкосистем і їх складових елементів на всіх рівнях (від окремої рослини і тварини до всієї агроєкосистеми) та заміна значної частини антропогенної енергії внутрішньою енергією біологічних процесів.

Цілі агроєкосистем: забезпечення стійкого виробництва якісної продукції, максимальне використання природного біоенергетичного потенціалу агроєкосистем, збереження і відтворення природно-ресурсної бази аграрного сектору, виключення і мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище.

Предметом вивчення сільськогосподарської екології

є штучні фітоекосистеми (посіви і насадження сільськогосподарських культур, тваринницькі ферми та комплекси, а також аграрні ландшафти у взаємозв'язку з середовищем проживання). Сільськогосподарська екологія розглядає системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур, виробництва продукції тваринництва з погляду витрачання і відтворення природних ресурсів, оцінює обґрунтованість екологічних рішень. Вона має розробляти теоретичні основи для екологічно безвідходного і нешкідливого виробництва продукції рослинництва і тваринництва, таке формування агроландшафтів, щоб вони зберігали гармонійну рівновагу з біосферою.

Теоретичними проблемами сільськогосподарської екології є:

1. Системна організованість посівів і насаджень культурних рослин та її використання для підвищення ефективності землеробства і рослинництва.

2. Умови реалізації генетичного потенціалу продуктивності, стійкості та якості продукції культурних рослин.

3. Шляхи нейтралізації та компенсації негативних впливів дикої біоти в агробіогеоценозах.

4. Напрями підвищення біорізноманіття агробіогеоценозів для забезпечення їхньої стійкості та оптимізації стану культурних рослин.

5. Управління продукційними процесами в агробіогеоценозах на користь людини.

Сільськогосподарська екологія орієнтує на:

- селекцію адаптивних сортів рослин і порід тварин;
- створення гетерогенних сортових агропопуляцій і сортосумішей рослин та змішаних вікових і порідних груп худоби;

- використання сівозмін, полікультур;

- формування системи корисних симбіотичних зв'язків за рахунок підвищення біологічної різноманітності агроєкосистеми;

- екологічну оптимізацію структури агроєкосистем.

Важливий аспект сільськогосподарської екології - розробка методів дії на ґрунти і їх мешканців (фауну, мікроорганізми) з метою активізації процесів біологічної азотфіксації, гуміфікації, деструкції залишків пестицидів і управління процесами мінералізації органічної речовини та нітрифікації. Весь комплекс екологічно обґрунтованих дій людини на ґрунт об'єднується адаптивною системою землеробства

1.3. Підрозділи сільськогосподарської екології

Більш вузько сільськогосподарська екологія визначається по різному:

1) теорія та практика аут- і синекології культурних рослин, спрямована на таку оптимізацію умов їхнього вирощування, що забезпечує максимальну реалізацію їхнього генетичного потенціалу росту, розвитку, продуктивності, адаптивності, встановлення зв'язків між собою, з організмами різних царств живої природи та проявів максимально можливої родючості ґрунтів у певних умовах;

2) екологія культурних рослин і угруповань, які формуються ними разом з іншими видами;

3) відповідно етимологічному змісту (агро-поле, логос-наука) агроєкологію можна пояснювати як науку про поля, де культивуються рослини і таким чином вона захоплює теорію ґрунтознавства, землеробства, рослинництва. Сільськогосподарська екологія є теоретичною та експериментальною основою землеробства та рослинництва в усіх їхніх складових і напрямках, вона лежить в обґрунтуванні адаптивної діяльності людини в

агрolandшафтах, пов'язана з ґрунтознавством в усіх його розділах: аналітичному (в якому зосереджена увага на якісних характеристиках ґрунтів); екологічному (відповідно окресленню екологічних явищ і процесів у ґрунтах); експериментальному (де створюються відповідні умови для з'ясування суті і явищ процесів у ґрунтах); еволюційному (в якому з'ясовується стан ґрунтів в історичному часі) і на агроґрунтознавстві тощо.

Сільськогосподарська екологія може бути логічно-диференційованою на такі крупні частини:

I. Теоретичну та математичну, сферу якої складають теорія, методологія, математичне моделювання екологічних явищ і процесів, які характеризують культурні рослини та їхні угруповання з організмами інших царств живої природи та ґрунти.

II. Загальну сільськогосподарську екологію, що окреслює загальні закономірності агроекологічних явищ і процесів на фоні різних рівнів організованості, різних факторів, просторово-часових масштабів і підходів з виділенням:

- факторіальної (з дробними характеристиками абіотичних, біотичних, біокосних факторів);

- аут- і синекології організмів, які складають угруповання;

- динамічної;

- популяційної;

- агробіогеоценології;

- ландшафтної агроекології тощо.

В загальній сільськогосподарській екології цілком доцільно, відповідно такій логіці, можна виділити агрофізику, агрохімію, агрокліматологію, агрогідрологію.

III. Спеціальну або часткову сільськогосподарську екологію, що включає таксономічні підходи царств живої природи, окремих таксономічних груп або таксонів, з

виділенням агроєкології вірусів і, зокрема, агроєкології вірусів мозаїк, агроєкології бактерій, включаючи агроєкологію окремих видів нітрогенфіксаторів, агроєкологію грибів, в тому числі мікориз, сажкових тощо; агроєкологію бур'янів загалом і окремих видів; агроєкологію культурних рослин, як наприклад загальну та зональну агроєкологію пшениць, картоплі, цукрових буряків, соняшнику, ріпаку тощо; агроентомологію, агроєкологію дощових черв'яків, агроєкологію землерійних тварин і т.д.

Об'єктами сільськогосподарської екології можуть бути абіотичні, біотичні, біокосні умови (грунт), приземна атмосфера та окремі популяції, види, їхні групи, угруповання, що формуються людиною в процесі землеробської та рослинницької практики виробництва рослинницької продукції, підтримання родючості ґрунтів. Культурні рослини разом з іншими рослинними видами, насамперед з бур'яновими, які є едифікаторами, (за участю водоростей, мохів) формують агрофітоценози, яким, в різній мірі, властиві аналітичні та синтетичні ознаки природних фітоценозів. Агрофітоценоз є відчленованою сукупністю культурних рослин з бур'яною флорою та мікроорганізмами. В межах цієї сукупності проявляються взаємозв'язки всіх рослинних видів між собою та з оточуючим середовищем, формується своє специфічне середовище. Як відчленовані сукупності взаємодіючих елементів, агрофітоценози є своєрідними системами, які регулює людина в міру оптимізації стану культурних рослин і розуміння в кожний даний момент суті агрофітоценотичних процесів. Агрофітоценози приурочені до певних більш менш однорідних за умовами ділянок оброблюваних людиною земель (агрокотопів), для яких характерними є одна нероз'ємна рельєфна відмінність, однорідні ґрунтові, гідрологічні та кліматичні умови,

просторова орієнтація, подібність меж і комплекс землеробських заходів. Агрофітоценоз не завжди можна ототожнювати з сільськогосподарським полем, тому що поле є одиницею землеустрою, а не екологічної диференційованості земель.

1.4. Методи досліджень

Сільськогосподарська екологія як розділ екології вивчає специфіку різних середовищ життя і взаємозв'язки організмів та середовища з метою керування чисельністю популяцій як в умовах природних, так і культурних біоценозів (агробіоценозів). Для вирішення своїх завдань вона використовує методи і досягнення багатьох суміжних наук, що дало їй змогу розв'язати специфічні проблеми і стати теоретичною основою охорони сільськогосподарських угідь.

Методи екології умовно поділяють на три основні групи: спостереження в природі, експеримент і моделювання.

Агроекологічні дослідження зазвичай є польовими (стаціонарними або маршрутними) і лабораторними.

Під час проведення *польових досліджень* агроеколог має змогу не тільки спостерігати за життєдіяльністю організмів у реальних умовах, а й широко використовувати природний і штучний експеримент, за якого організм завжди потрапляє в незвичні умови, виявляє окремі боки своєї життєдіяльності. У польових дослідках поєднані різні типи і методики досліджень. Наприклад, визначають видовий склад об'єктів живлення, ворогів, паразитів та інших організмів, з якими вид, що вивчається, знаходиться в тих чи інших взаємовідносинах.

У *лабораторних умовах* часто застосовують фізіологічні й агрохімічні методи (здебільшого для вивчення відношення організму, який досліджується, до

абіотичних чинників). Проте основою сільсько-господарської екології є кількісні методи досліджень.

Еколог вивчає організми в біоценозі: досліджує середовище проживання – біотопи, кормові ресурси, живлення і розмноження організмів, їх добове і сезонне життя, що визначає міграцію. Сільськогосподарська екологія організмів виявляється в чисельності (щільності) популяцій, яка підлягає складній сезонній і багаторічній динаміці. Методи кількісного обліку організмів різноманітні і залежать від середовища проживання та характеру об'єкта – його розміру, рухливості, способу життя тощо. Розрізняють суб'єктивний і об'єктивний облік. Суб'єктивний облік є приблизною оцінкою чисельності організмів, виражений у невизначених термінах «багато», «середньо», «мало», або в одиницях різних шкал, балах тощо. За такою методикою результати обліку, проведеного різними дослідниками, можуть певною мірою не збігатись, а іноді виявляються непорівнюваними через суб'єктивні погляди спостерігачів на характер щільності організмів.

На відміну від суб'єктивного, об'єктивний облік характеризується максимальним наближенням до справжнього положення. Облік організмів може бути візуальним (окомірним) та інструментальним (за допомогою приладів різних ступенів складності й точності).

Розрізняють повний і вибірковий облік організмів, а також лінійний, ділянковий і об'ємний. Лінійний облік застосовують для реєстрування особин, що трапляються на маршруті, яких спостерігач визначив у межах видимості. Ділянковий - для підрахунку всіх організмів, які проживають на земній поверхні, дні водойм, паразитують на тваринах і рослинах, тощо. Об'ємний - залежно від товщини шару води і ґрунту.

В останні роки для вирішення агроекологічних

проблем часто вдаються до методу моделювання. Як модель, матеріальна копія об'єкта екології зазвичай до певної міри спрощена. Наприклад, акваріум можна розглядати як модель ставка. На таких моделях отримують чимало корисної інформації, але загалом їх значення в екології порівняно обмежене. Реальні екосистеми – багатовидові, комплексні об'єкти, тоді як їхні моделі – значно спрощені, часто виявляються досить дорогими і потребують багато часу. Інший рід матеріальних моделей – реальні об'єкти природи, спеціально виділені для вивчення – «модель особини», «модель популяції» та ін.

Ширше в екології використовують абстрактні моделі. Залежно від апарату дослідження *абстрактні моделі поділяють* на вербальні, графічні і математичні.

Вербальні моделі є суто словесними описами елементів і процесів екосистеми. Вони непридатні для дослідження й прогнозування систем, але в самому процесі моделювання відіграють важливу роль. Чим ближча вербальна модель до реальної, тим точніше вона відбиває суть екологічної системи, тим правильнішими виявляються створені на її основі матеріальні та інші моделі. Успіх конструювання вербальних моделей безпосередньо залежить від рівня екологічної освіти дослідника, точності використання ним термінів і понять екології.

Графічні моделі - це схематичні зображення компонентів системи і зв'язків між ними. Для дослідження екологічних і агроекологічних процесів досить широко застосовують абстрактні моделі. Основними видами моделей, які застосовують у дослідженнях, аналого-матеріальні, абстрактно-вербальні, абстрактно-математичні.

Математичні моделі описують екологічну систему одним чи кількома математичними виразами. Математичні моделі є потужним інструментом сучасної екології, однак

метод абстрактного моделювання має і свої вади. Складні математичні моделі вкрай важко вирішуються, а прості – надто спрощують реалії природи і дають тривіальні результати.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Поняття сільськогосподарської екології.
2. Розділи сільськогосподарської екології.
3. Сільськогосподарська екологія і агроекологія.
4. Завдання сільськогосподарської екології.
5. Цілі сільськогосподарської екології.
6. Предмет вивчення сільськогосподарської екології.
7. Теоретичні проблеми сільськогосподарської екології.
8. Підрозділи сільськогосподарської екології.
9. Об'єкти сільськогосподарської екології.
10. Методи екології.

2. АГРОСФЕРА. СТРАТЕГІЯ І ТАКТИКА ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ АГРОСФЕРИ УКРАЇНИ

2.1. Особливості агросфери

Поняття «агросфера» трактується як частина біосфери, залучена до сільськогосподарського використання (тобто зайнята агроєкосистемами). Нині на агросферу припадає 30% суші, в тому числі близько 10% зайнято орними землями, а решту – природними кормовими угіддями.

Ширше агросфера трактується як така, що включає усі види агроландшафтів, агробіоценозів і агроєкосистем. Вона великою мірою визначає не тільки рівень забезпечення населення продовольством і промисловості сировиною, але й загальний стан навколишнього природного середовища на всій території України.

Академік Созінов О. подає загальне визначення агросфери – як сукупності територій, де внаслідок дії антропогенного фактора функціонують переважно модифіковані людиною форми живої речовини, спеціалізовані для ефективної трансформації сонячної енергії у необхідну для існування людства продукцію [38].

Внаслідок цілеспрямованих дій людей протягом багатьох поколінь утворилася нова складова біосфери – агросфера. В ній домінують культурні рослини, свійські тварини, оброблені ґрунти і пов'язані з ними організми (бур'яни, комахи, гриби, мікроорганізми, віруси, тваринний світ тощо). До складу агросфери входять також луки, пасовиська, сільські поселення, всі типи агроландшафтів, агробіоценозів і агроєкосистем. Вона створена та існує завдяки розуму й діяльності людини, і тому є як природничою, так і соціальною категорією.

Агросфера – не тільки головне джерело

забезпечення населення продовольством і сировиною для харчової і легкої промисловості (переважно за рахунок енергії Сонця та інших природних ресурсів – ґрунтів, води, кліматичних факторів тощо), а й середовище існування значної частини населення. Їй притаманні особливі фундаментальні закономірності внутрішнього розвитку, що є результатом взаємодії різних природних і соціально-економічних факторів. Наука, яка повинна досліджувати ці закономірності і визначати дії суспільства, спрямовані на формування сталої агросфери, нині перебуває на стадії становлення. Це – сільськогосподарська екологія.

В Україні агросфера охоплює понад 70 % загальної території. Перші її островці виникли внаслідок неолітичної революції близько 8-10 тис. років до Різдва Христового (Трипільська культура). Значного розвитку вона набула в ХІХ столітті. Головним протиріччям між агросферою і природним середовищем у ті часи було її розширення за рахунок знищення лісів, а також пошкодження степових екосистем внаслідок значного збільшення на цих територіях поголів'я овець. Однак у цілому дія антропогенних факторів у ті часи не призводила до глобального порушення гомеостазу природного середовища. Та, незважаючи на це, такі видатні вчені, як С. Подолинський, В. Докучаєв, П. Костичев, Г. Висоцький, О. Ізмаїльський, ще на рубежі минулого століття застерігали, що зростаючий антропогенний тиск на агросферу може спричинити екологічну кризу. Вони обґрунтували необхідність цілеспрямованих дій щодо збереження і відтворення природних ресурсів, зокрема землі, багаторічних насаджень (агролісомеліорація), ґрунтових вод тощо.

Агросфера являє собою соціально-економічну і одночасно уразливу агробіологічну систему, якій властиві такі функції – життєзабезпечення (виробництво

агропродовольства і сировини для задоволення потреб населення у продуктах харчування, одязі, паливі тощо), життєдіяльності (умови і якість життя сільського населення, місце прикладання праці та одержання доходів), життєоблаштування (освоєність середовища проживання, його якісний стан і екологічна безпечність).

Раціонально сформовані агроландшафти сприяють збереженню і відтворенню сприятливого середовища для життєдіяльності сільського населення, зменшують і попереджають деградацію ґрунтів, підтримують екологічну рівновагу, забезпечують охорону біорізноманіття.

Агросфера як виробнича і середовище формуюча система якнайкраще вписується у рамки сталого розвитку, і саме на засадах сталості повинен відбуватись її прогрес.

Агросфера, як видозмінене внаслідок сільськогосподарської діяльності середовище, включає сільгоспугіддя, агропромисловий комплекс, сферу обслуговування аграрного сектора України.

2.2. Сталий розвиток. Концепція збалансованого (сталого) розвитку агроєкосистем

Сталий розвиток (англ. Sustainable development) – загальна концепція стосовно необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їхню потребу в безпечному і здоровому довкіллі [1].

Ряд теоретиків і прихильників сталого розвитку вважають його найперспективнішою ідеологією двадцять першого століття і навіть усього третього тисячоліття, яка, з поглибленням наукової обґрунтованості, витіснить усі існуючі світоглядні ідеології, як такі, що є фрагментарними, неспроможними забезпечити збалансований розвиток цивілізації.

Сталий розвиток – це керований розвиток. Основою його керованості є системний підхід та сучасні інформаційні технології, які дозволяють дуже швидко моделювати різні варіанти напрямків розвитку, з високою точністю прогнозувати їхні результати та вибрати найбільш оптимальний.

Варто відзначити, що досягнення оптимального варіанта розвитку декларують ряд країн, у кожній країні свій шлях розвитку. В одних цей шлях тільки починається, у інших вже розпочався, треті вже стали на шлях сталого економічного розвитку (США, Японія, країни Європейського Союзу). Існує багато і таких країн, яким не до сталого розвитку і вони його не сприймають. На перше місце вони ставлять одну стратегічну мету – вижити. Саме такі країни провокують загрози, що поширюються до інших держав та їхніх регіонів. Досягти сталого розвитку регіонів надзвичайно важко, адже близьке сусідство з іншими державами формує загрозу екологічної небезпеки, а глобалізація, що стрімко набрала обертів, сприяє утворенню та загостренню економічних та соціальних небезпек, що зрештою торкаються регіонального розвитку.

Концепція спрямована на забезпечення виконання ідей і принципів, декларованих конференцією ООН з навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.) та Всесвітнім самітом із збалансованого розвитку (Йоганезбург, 2002 р.), до яких приєдналася Україна.

Головною метою Концепції є створення передумов для збалансованого розвитку агроєкосистем і припинення негативних процесів, що відбуваються в них.

Об'єктом Концепції є клас природно-антропогенних систем – агроєкосистеми, які є цілісними сполученнями природних (рельєфу, ґрунтів, біоти, водних об'єктів) і антропогенних елементів. Вони створюють відносно однорідні ділянки території з визначеним типом

взаємозв'язків та взаємодій елементів, що входять до них.

Концепція сталого розвитку ґрунтується на п'яти головних принципах:

- людство дійсно може надати розвитку сталого і довготривалого характеру, для того щоб він відповідав потребам людей, що живуть зараз, не втрачаючи при цьому можливості майбутнім поколінням задовольняти свої потреби;

- обмеження, які існують в галузі експлуатації природних ресурсів, відносні. Вони пов'язані з сучасним рівнем техніки і соціальної організації, а також із здатністю біосфери до самовідновлення;

- необхідно задовольнити елементарні потреби всіх людей і всім надати можливість реалізувати свої надії на благополучніше життя. Без цього сталий і довготривалий розвиток просто неможливий. Одна з головних причин виникнення екологічних та інших катастроф - злидні, які стали у світі звичайним явищем;

- необхідно налагодити стан життя тих, хто користується надмірними засобами (грошовими і матеріальними), з екологічними можливостями планети, зокрема відносно використання енергії;

- розміри і темпи росту населення повинні бути погоджені з виробничим потенціалом глобальної екосистеми Землі, що змінюється.

Вагомим здобутком методологічних засад розвитку аграрної галузі є розробка «Концепції збалансованого розвитку агроєкосистем в Україні на період до 2025 року», затверджена Міністерством аграрної політики у 2003 році.

Основні напрями Концепції включають:

- збільшення частки угідь екстенсивного використання (сіножатей, пасовищ) відповідно до науково обґрунтованих показників та регіональних особливостей;

- зменшення площі орних земель до 37-41%

території країни шляхом виведення з ріллі схилів крутизною понад 3 градуси, земель водоохоронних зон, деградованих, малопродуктивних та техногенно-забруднених агроугідь;

- розширення площі полезахисних лісових смуг;
- створення нових і розширення площі існуючих територій та об'єктів природозаповідного фонду в межах сільськогосподарських угідь;

- забезпечення неперервності природних ділянок агроугідь;

- впровадження новітніх екологічно збалансованих технологій у сільському господарстві та підтримання біологічного землеробства;

- економічне стимулювання ведення екологічно збалансованої агродіяльності;

- розроблення індикаторів біорізноманіття рослинного і тваринного світу в зв'язку із веденням сільськогосподарської діяльності.

У системі сільського господарства все частіше та ефективніше застосовують конкретні природоохоронні заходи. Вдосконалення систем землеробства, підвищення ефективності агротехніки та меліорації, невиснажливе використання орних земель тощо.

З екологічної точки зору, сталий розвиток має забезпечувати цілісність біологічних і фізичних природних систем. Особливе значення має життєздатність екосистем, від яких залежить глобальна стабільність всієї біосфери. Більш того, поняття «природних» систем і ареалів проживання можна розуміти широко, включаючи в них створене людиною середовище, таке як, наприклад, міста. Основна увага приділяється збереженню здібностей до самовідновлення і динамічної адаптації таких систем до змін, а не збереження їх у деякому «ідеальному» статичному стані. Деградація природних ресурсів,

забруднення навколишнього середовища і втрата біологічного розмаїття скорочують здатність екологічних систем до самовідновлення.

Забезпечення сталого розвитку агросфери є важливим для України з огляду як на внутрішні мотиви, так і на зовнішні зобов'язання. Зокрема, у Законі України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», стан земельних ресурсів визнано як близький до критичного, і за період проведення земельної реформи значна кількість проблем у цій сфері лише загострилися. Серед зовнішніх зобов'язань – підписання документів Конференції з навколишнього середовища і розвитку ООН (1992 р.) і Всесвітнього саміту зі сталого розвитку (2002 р.), а також євроінтеграційні устремління. У розділі Сприяння сталому розвитку сільському господарстві схвалено на Конференції ООН, де відмічені програмні напрями розвитку, які є керівними для всіх країн.

2.3. Системи землеробства

Нині площа ріллі у світі становить 1,5 млрд га, тоді як ліси займають близько 4,0 млрд га. Під сільське господарство освоєно понад 30% поверхні суходолу планети, зокрема в Європі – 30,8% території, Азії – 20,2, Північній та Південній Америці – 14,4, Африці – 14,4, Австралії і Океанії – 4,1%. Проте, через зростання чисельності населення кількість продовольства на одну людину залишається незмінною – 1,2-1,3 т/рік. В економічно розвинених країнах Західної Європи, Північної Америки, Японії, Австралії, де проживає менше третини населення планети, на одержання одиниці продукції рослинництва витрачається у 50 разів менше ресурсів. Але проблема нестачі продовольства залишається досить гострою: майже 1 млрд людей сьогодні голодує, а понад 2

млрд – недоїдає.

Зростання врожайності основних сільсько-господарських культур обмежується браком ресурсів (уже досягнуто коефіцієнт врожайності – 0,5-0,8), а внесення великих норм мінеральних добрив, стимуляторів росту, застосування пестицидів, засобів механізації і меліорантів призводить до непомірних витрат ресурсів на одиницю додаткової продукції галузі землеробства.

Через високу залежність продуктивності ріллі від технологічних чинників відбувається подальше забруднення та руйнація довкілля, зниження родючості ґрунтів, погіршення якості і безпечності врожаю, зниження екологічної стійкості агросфери.

У хронологічному вимірі агроєкосистеми є основою територіальної структури, їх площа становить 69 % усієї території держави, а саме: 41 млн га сільськогосподарських угідь, з них 55 % (33 млн га) - орні землі, 13 % (7,6 млн га) - сіножаті та пасовища. Значною причиною деградації орних земель є науково необґрунтоване рільництво, поширення водної ерозії на 32 % ріллі, вітрової – на 20 %. Кислі ґрунти займають 25,8 %, засолені – 4,1, солонцюваті – 5,4, перезволожені 4 %. Вміст органічної речовини (гумусу) в орних землях України знизився вдвічі, на окремих полях – у 3-4 рази. Через інтенсифікацію землеробства вичерпується буферна ємність ґрунтів, гальмуються процеси самоочищення, вимирають корисна мікрофлора та мікрофауна, погіршуються біологічні і агротехнічні властивості ґрунтів, забруднюються ґрунтові води та врожай.

На розвиток землеробства впливають об'єктивні і суб'єктивні фактори. На початку 21 ст. до об'єктивних факторів слід віднести зростання чисельності населення планети. За даними ООН, на початку 2009 р. воно становило 6,6 млрд чол., на 2050 р. передбачається 9 млрд

чол. Щорічно з ріллі виводиться 21 млн га. Якщо на одного жителя планети припадає близько 0,27 га ріллі, Європи – 0,25, то в Україні – 0,69 га. Отже, населення планети потребує значного зростання виробництва продуктів харчування.

Другим чинником, який впливає на розвиток і продуктивність землеробства, є зміна клімату на планеті.

Третім чинником, що впливає на розвиток землеробства, є дефіцит енергоносіїв, і як наслідок, висока вартість нафти, газу та інших енергоносіїв.

Четвертим чинником є ресурсне забезпечення землеробства.

Найбільше впливають на продуктивність рілля та стан довкілля системи землеробства, форма його ведення, зумовлена комплексом агротехнічних, меліоративних та організаційно-господарських заходів, яка передбачає інтенсивне використання землі й різні способи відновлення родючості ґрунту.

За способом використання землі, її продуктивністю та засобами відтворення родючості, системи землеробства поділяють на примітивні, екстенсивні, перехідні та інтенсивні. Найбільший вплив на продуктивність ріллі, якість і безпечність продукції рослинництва, стан довкілля мають інтенсивні системи землеробства.

Інтенсивні системи землеробства – це сучасні системи, головним завданням яких є забезпечення людини якісними і безпечними продуктами харчування, тваринництва – кормами, а промисловості – сировиною; збереження та відновлення родючості ґрунту за рахунок заходів і засобів інтенсифікації землеробства, запровадження раціональної структури посівних площ та ефективної системи сівозмін, застосування добрив і засобів захисту культурних рослин від шкідливих організмів, системи інтенсивного механічного обробітку, меліорації,

механізації, автоматизації, ґрунтозахисних, ресурсощадних та екологічно-безпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Вони передбачають більш ефективне використання біокліматичного потенціалу та ґрунтово-кліматичних умов, генетичного потенціалу високопродуктивних сортів і гібридів, що мають забезпечувати екологічну безпеку та охорону навколишнього середовища, протистояти шкідливому впливу природних та антропогенних факторів – посух, суховіїв, заморозків, ерозії ґрунтів тощо [17].

На сьогодні механічний обробіток ґрунту слід розглядати як вимушений захід, який необхідно проводити з найменшими порушеннями ґрунту. Тобто технологію його можна назвати мінімальною. Якщо основний, передпосівний механічний обробіток ґрунту і по догляду за рослинами усувається зовсім, то його можна назвати нульовим або No-till.

Система землеробства No-till – це комплекс організаційних, агротехнічних, екологічних, соціальних та економічних заходів, спрямованих на стійкий розвиток галузі землеробства, підвищення урожайності сільськогосподарських культур і родючості ґрунту, захист його від ерозії, що відповідають природовідновленню і законам природи.

Вирішальною ланкою системи землеробства є сівозміни, значення їх за такої системи зростає в кілька разів. Даній системі найбільше відповідають озимі та ярі зернові, кукурудза, соя, горох, ріпак тощо. За такої системи землеробства із сівозміни вилучають культури, які формують урожай у ґрунті (буряки та інші коренеплоди, картоплю тощо). Обов'язковою умовою є вирівняність поверхні поля, подрібнення побічної продукції до певного розміру та рівномірне її розміщення по полю. Сама система успішно працює, коли на поверхні поля перед

сівбою культури накопичується шар побічної рослинної продукції товщиною 3 см і більше. Для цього необхідно протягом 3-5 років щорічно на одному гектарі залишати 6-7 т органічних решток у вигляді соломи, стебел кукурудзи, соняшнику. Внесення мінеральних добрив за такої системи є обов'язковим і проблематичним, а механічне втручання у ґрунт не допускається. Внесення органічних добрив є доцільним. Норми внесення на чорноземах звичайних у зоні нестійкого зволоження (Лісостеп – 9-10 т/га) недостатнього (Степ – 7-8 т/га), достатнього (Полісся – 12-15 т/га).

Одним із відповідальних технологічних заходів за даною системою є захист культурних рослин від бур'янів, шкідників і хвороб.

Система землеробства No-till в Україні впроваджуватиметься на 20-30 % ріллі і стане альтернативою інтенсивним системам. Найпоширенішою вона буде в ерозійно небезпечних умовах. За даної системи урожайність культур істотно не поступається промисловій, проте має тенденцію до зниження [20, 42].

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Поняття агросфери.
2. Сталій розвиток та агроєкосистеми.
3. Концепція збалансованого (сталого) розвитку агроєкосистем.
4. Принципи концепції сталого розвитку агроєкосистем.
5. Системи землеробства та їх агроєкологічний аналіз.
6. Інтенсивні системи землеробства.
7. Система землеробства No-till.

3. АГРОЕКОСИСТЕМА

3.1. Агроєкосистеми. Історія розвитку

В процесі розвитку суспільства змінюються характер і масштаби дії людини на природу. Розвиток сільського господарства здебільшого супроводжувався повним знищенням первинного рослинного покриву. На великих просторах звільнялося місце для небагатьох видів рослин, найбільш придатних для харчування і тому відібраних людиною. Ці види рослин поступово окультурювали, постійно обробляли.

Розповсюдження сільськогосподарських культур мало величезний, зрідка катастрофічний вплив на наземні екосистеми. Замість природних біоценозів, екосистем, ландшафтів з'явилися агросфера, агроєкосистеми, агроценози, аграрні ландшафти та ін.

Під агросферою розуміють глобальну систему, що об'єднує всю територію Землі, перетворену сільськогосподарською діяльністю людини.

Агроєкосистеми – це екосистеми, змінені людиною в процесі сільськогосподарського виробництва: поля, городи, сади, виноградники та ін. Основою агроєкосистем є агроценози.

Агроценози – біоценози на землях сільськогосподарського користування, створені для отримання сільськогосподарської продукції, регулярно підтримувані людиною біотичні спільноти, що мають малу екологічну надійність, але високу продуктивність (врожайність) одного чи кількох вибраних видів (сортів, порід) рослин або тварин [3].

Екосистему, що сформувалася внаслідок сільськогосподарського перетворення ландшафту, називають аграрним (сільськогосподарським) ландшафтом.

Агроєкосистеми до початку ХХ століття, за

Соколовим та ін. (1994), були ще достатньо різноманітні: цілинні землі, ліси, обмежені райони багатогалузевого осілого господарства характеризувалися незначною зміною мешканців. Агроекосистеми мали своїх первинних виробників (дикорослі рослини), якими людина харчувалася безпосередньо або опосередковано через дичину, домашніх тварин. Первинні виробники – автотрофи забезпечували людину рослинним волокном, лісоматеріалами.

Людина була основним консументом цієї екосистеми, в якій було також чимало диких і домашніх тварин, що мали велику сумарну масу. Вся споживана людиною продукція трансформувалася тоді у відходи, що руйнувалися і перероблялися редуцентами або деструкторами до простих речовин (нітрати, фосфати, інші мінеральні сполуки), які знов використовувалися автотрофами в процесі фотосинтезу).

Самоочищення земель і вод тут здійснювалося повністю, і кругообіг речовин в екосистемі не порушувався. Кількість сонячної енергії, отримуваної людиною у вигляді хімічної енергії в процесі обміну речовин під час харчування (близько 4000 ккал/добу на людину), дорівнювала приблизно такій самій кількості енергії, яку людина використовувала у вигляді теплової (спалювання дров) і механічної (тяглова сила) енергії.

До XIX століття в процесі аграрної цивілізації використовувалася енергія, накопичена за вегетаційний період первинними консументами, а також акумульована впродовж багатьох років деревами. Загальна ж кількість енергії, використовувана людиною (близько 22 000 ккал/добу), лише удвічі перевищувала енергоспоживання людиною неоліту (близько 10 000 ккал/добу). Таким чином, за становлення аграрної цивілізації екосистема людини мала високий рівень гомеостазу. Незважаючи на

антропогенну зміну або заміщення екосистем, діяльність людини вписувалася в біогеохімічний кругообіг і не змінювала припливів енергії в біосферу. Незворотні, глобальні зміни біосфери Землі під впливом сільськогосподарського виробництва різко посилювалися в ХХ столітті. У 70-90-х рр. впровадження інтенсивних технологій (монокультура, високопродуктивні, але незахищені сорти, агрохімікати) супроводжувалося водною і вітровою ерозією, вторинним засоленням, ґрунтостомленням, деградацією ґрунтів, збідненням едафону і мезофауни, зменшенням лісистості, збільшенням розораності та ін.

Щохвилини на 1 см² верхнього шару земної атмосфери надходить 2 калорії сонячної енергії – так звана сонячна постійна. Використання рослинами світлової енергії порівняно невелике. Тільки частина сонячного спектра, так звана ФАР (фотосинтетична активна радіація з довжиною хвилі 380-710 нм, 21-46 % сонячної радіації) використовується в процесі фотосинтезу. У зоні помірного клімату на сільськогосподарських землях ККД фотосинтезу не перевищує 1,5-2 %, а найчастіше дорівнює 0,5 %.

Антропогенне перетворення природних ландшафтів на аграрні відбувалося впродовж тисячоліть. Першими системами землеробства були примітивні – підсічно-вогняна, лісопольова, перелогова. Вони відповідали низькому рівню розвитку продуктивних сил суспільства: первіснообщинним, рабовласницьким і феодалним виробничим відносинам.

За підсічно-вогняної системи в лісових районах спалювання лісу забезпечувало ґрунт фосфором, калієм, кальцієм і іншими зольними елементами, знищення шкідників і зародків хвороб, прискорення мінералізації органічної речовини ґрунту.

Вирощувані людиною на таких полях сільськогосподарські культури давали врожай не більше двох-п'яти років. Надалі ґрунт втрачав сприятливі властивості, сильно засмічувався, і врожаї оброблюваних культур різко знижувалися, поля, що втратили родючість, покидали. Природна рослинність у перебігу сукцесійних процесів поступово відроджувалася, а родючість ґрунтів відновлювалася.

Поступово на зміну підсічно-вогняній системі прийшла лісопольова система землеробства. Тут в основу було покладено чергування посівів однорічних рослин з лісом.

З розвитком тваринництва з'являється можливість продовжити час використання відвойованої у лісу ріллі завдяки внесенню до ґрунту гною. Та все ж епізодичне угноювання невеликими дозами не могло забезпечити збереження і велике підвищення родючості ґрунту. З потенційно родючими чорноземними ґрунтами в степових районах використовувалася система перелогового землеробства. Суть її полягала у відтворенні родючості ґрунту за допомогою багаторічної трав'янистої рослинності. Сільськогосподарські культури обробляли впродовж шести-десяти років, а після виснаження і засмічення ґрунту поле залишали в переліг на 25-30 років.

На зміну примітивним системам прийшла парова система землеробства. Це був крок вперед. Парова система землеробства дала змогу втрое-вчетверо розширити площі під посівами зернових культур, підвищити інтенсивність використання землі і збільшити виробництво зерна.

Характерні для цієї системи землеробства зерно-парові сівозміни з короткою ротацією, де після чистого пару розміщували зернові впродовж одного-трьох років.

Парова система землеробства була в Україні основною аж до 20-х років ХХ століття. Надалі вона

розвинулася в зернопарову ґрунтозахисну систему землеробства. З розвитком парової системи, в регіонах з хорошим зволоженням за рахунок опадів і з розвиненим тваринництвом, з'явилася в середині ХХ століття багатоділянкова трав'яна система.

Найжорсткіший контроль стану агроєкосистем можна здійснити тільки в закритому просторі. Такий контроль потребує великих витрат енергії. До цієї категорії належать напіввідкриті системи з дуже обмеженими каналами зв'язку із зовнішнім середовищем (теплиці, тваринницькі комплекси), де регулюються і великою мірою контролюються температура, радіація, кругообіг мінеральних і органічних речовин. Це – керовані агроєкосистеми. Всі інші агроєкосистеми – відкриті системи. Ефективність їхнього контролю людиною тим вища, чим вони простіші.

У напіввідкритих і відкритих системах зусилля людини зводяться до забезпечення оптимальних умов зростання організмів і строгого біологічного контролю за їхнім складом. *Тому виникають такі практичні завдання:*

- по мірі можливості повне усунення небажаних видів;
- відбір генотипів, що мають високу потенційну продуктивність.

Загалом кругообіг речовин пов'язує різні види, що мешкають в агроєкосистемах.

Автотрофні організми – продуценти, головним чином трави (I); первинні консументи, переважно сільськогосподарські тварини (II); вторинні консументи – паразити і мікроорганізми (III); і організми-редуценти – гриби і мікроби (IV).

Було б неправильно розглядати тварин щодо ланок трофічного ланцюга тільки як консументи, а мікроорганізми – як редуценти і деструкції.

Утилізувавши органічні сполуки, тварини розкладають їх на прості сполучення (аміак, сечовину, вуглекислий газ, воду) або є редуцентами. Мікроорганізми, з'їдені хижими простими, є харчовим субстратом і джерело енергії для консументів.

У біосфері багато речовин біогенного походження, що циркулюють, водночас є і носіями енергії. Рослини в процесі фотосинтезу перетворюють променисту енергію Сонця на енергію хімічних зв'язків органічних речовин і накопичують її у формі вуглеводів – потенційних енергоносіїв. Ця енергія включається в кругообіг споживання від рослин через фітофаги до консументів вищих порядків.

Кількість зв'язаної енергії способом руху трофічним ланцюгом постійно зменшується, оскільки велика її частина витрачається для підтримки життєвих функцій консументів. Завдяки кругообігу енергії в екосистемі підтримується різноманітність форм життя, а система зберігає стійкість.

Кількість енергії, що продукується в конкретній природній екосистемі, є досить стабільною величиною. Завдяки здатності екосистеми виробляти біомасу, людина отримує потрібні їй харчові і технічні ресурси.

Дія людини на екологічні системи, пов'язана з їх руйнуванням або забрудненням, безпосередньо призводить до переривання потоку енергії і речовини, а отже, і до зниження продуктивності. Тому перше завдання, що стоїть перед людством, – запобігання зниженню продуктивності агроекосистем, а після цього рішення може бути вирішено і друге найважливіше завдання – підвищення продуктивності.

3.2. Основні елементи агробіоценозу

Основні елементи агробіоценозу в аграрних

екосистемах за Марковим:

- культурні рослини, висіяні або висаджені людиною;
- бур'яни, які проникли в агробіоценоз поза, а іноді і всупереч волі людини; мікроорганізми ризосфер культурних рослин і бур'янів;
- бульбочкові бактерії на корінні бобових, що зв'язують вільний азот повітря;
- мікоризоутворювальні гриби на корінні вищих рослин;
- бактерії, гриби, актиноміцети, водорості, що вільно живуть у ґрунті;
- безхребетні тварини, що живуть у ґрунті і на рослинах; хребетні тварини (гризуни, птахи та ін.), що живуть у ґрунті і посівах;
- гриби, бактерії, віруси – паразити (напівпаразити) культурних рослин і бур'янів;
- бактеріофаги – паразити мікроорганізмів [13].

Агроекосистема має біологічну продуктивність або біологічну місткість.

Розмір популяцій окремих видів, що входять до них, коливається через постійні зміни абіотичних і біотичних чинників. До чинників, що впливають на щільність популяції виду, належить міжвидова конкуренція щодо їжі і простору. Міжвидова конкуренція виникає головним чином тоді, коли у різних видів є однакові або близькі вимоги до умов середовища.

За щораз складніших способів існування конкуренція посилюється. Зазвичай щільність популяцій різних груп організмів в агроекосистемі підтримується на оптимальному рівні. У агрофітоценозі регулювання щільності популяцій виявляється у вигляді внутрішньовидової конкуренції рослин і, як наслідок, встановлюється їхня відносна оптимальна щільність на

зайнятій території. Наприклад, число рослин конюшини на 1 м² до моменту збирання покривної культури становить 400 шт./м². Наступного року до початку вегетації воно може знизитися до 150-200 шт./м², що створює найбільш сприятливі умови для формування врожаю.

Регуляція щільності рослинного покриву також відбувається під впливом таких чинників, як щільність листової поверхні, виражена через індекс поверхні, що асимілює. За високої щільності листової поверхні загострюється конкуренція. Оскільки не всі рослини отримують достатню кількість світла, слабкіші пригнічуються. Отже, між представниками одного і того самого виду спостерігається внутрішньовидова конкуренція. Величина популяції виду обмежується величиною потрібних для її життя ресурсів довкілля. Міжвидова конкуренція рослин не призводить до повного витіснення менш конкурентоспроможного виду. Як процес боротьби між культурними рослинами і бур'янами проявляється міжвидова конкуренція у відкритій агроecosystemі. Така форма конкуренції переважає на луках і пасовищах. Рослинні спільноти тут характеризуються типовими особливостями, властивими цій території.

Посіви культурних рослин в агрофітоценозі є єдиним джерелом харчування для трав'яних тварин і комах-фітофагів. У сприятливі для зростання рослин періоди, популяції продуцентів можуть різко і швидко збільшуватися. Зазвичай великої шкоди сільсько-господарським культурам завдає масове розмноження трав'яних комах-фітофагів. Природне регулювання чисельності трав'яних тварин, комах-фітофагів і доведення їхніх популяцій до економічно нешкідливого порогу через використання їхніх природних ворогів-хижаків проблематичне і не завжди дає добрі результати.

Звідси в сільськогосподарській практиці штучне втручання і регулювання чисельності фітофагів здійснюється за рахунок використання різних штучних засобів захисту.

Аналіз основних трофічних ланцюгів у агроєкосистемі зазвичай виявляє, що біофаги (фітофаги, хижаки, паразити) активно впливають на власну чисельність через часткове використання або руйнування попередньої ланки трофічного ланцюга, яка слугує їм джерелом енергії. Біофаги завдяки перетворенню поглинених речовин створюють специфічні джерела енергії для подальших ланок: тканини власного тіла – для біофагів, екскременти – для капрофагів, трупи – для некрофагів. Таким чином, біофаги (сапрофаги) пасивно зумовлюють енергетичний обмін у консументів, що змінюють їх.

Спільна і багатобічна діяльність найрізноманітніших організмів екосистеми, передусім гетеротрофів, перешкоджає тривалому накопиченню мертвої органічної речовини разом з хімічною енергією. Під впливом фітофагів зниження продуктивності рослин не завжди пропорційне кількості споживаної ними їжі, їхньому домінуванню або біомасі, а зумовлено характером ушкодження автотрофів, їхнім віком і станом. Наприклад, якщо фітофаг нападає на молоду рослину, то в деяких випадках завдається більшого збитку, аніж у разі його харчування на дорослих рослинах (хрестоцвітні блішки та ін.). Навпаки, в інших випадках молоді рослини успішніше здатні компенсувати шкоду за рахунок утворення нових пагонів або інтенсивнішого зростання здорових пагонів, аніж рослини, що постраждали в пізніші терміни. Незрідка шкода, заподіяна тваринами, врівноважується користю, яку вони приносять. Так, граки під час вигодовування потомства знищують шкідників сільськогосподарських культур і водночас можуть завдавати збитку, ушкоджуючи

сходи кукурудзи, зернових культур. Загалом треба ще раз зазначити, що в агроєкосистемах харчові ланцюги залучені до сфери діяльності людини. У них змінена екологічна піраміда. На вершині екологічної піраміди стала людина. Своєрідність екологічної піраміди, на вершині якої перебуває людина – специфічна ознака будь-якої агроєкосистеми. В агроєкосистемах видовий склад рослин і тварин збіднений. Аграрні екосистеми малокомпонентні. Малокомпонентність також одна з ознак агроєкосистеми.

Перетворення природних ландшафтів на аграрні пов'язано зі зміною живої і неживої природи, харчових ланцюгів, геохімічних циклів.

Як стверджують Уразаєв, Вакулін та ін. (1996), екосистеми з багатокомпонентних, багатих інформацією, перетворюються на малокомпонентні, інформативно збіднені або гетерогенні на гомогенні.

За спеціалізації та інтенсифікації сільського господарства, переведення рослинництва і тваринництва на промислову основу, гомогенність аграрного ландшафту зростає. У разі надзвичайного зростання інтенсивності антропогенного чинника, механізми адаптації і самозбереження агроєкосистем можуть ослаблятися, пригнічуватися і призводити до руйнування аграрного ландшафту.

Таким чином, потрібно розробити більш довершені, екологічно обґрунтовані методи управління агроєкосистемами, навчитися створювати агроєкосистеми, що працюють за принципом природних екосистем.

Відомо, що природні екосистеми проявляють велику одноманітність у загальній реакції на випадкові природні стреси (дію низьких температур, затоплення, пожежі, епіфітотії шкідників, хвороб та ін.), зберігаючи відносну стабільність. В умовах же тривалих інтенсивних

або хронічних стресів зміни екосистем стають безповоротними.

Культивована рослина є головним компонентом агроекосистеми. Посіви сільськогосподарських культур, кормових і лікарських трав, забезпечуючи потреби людей у продукції рослинного походження (їжа, корми, сировина для промисловості та ін.), є не тільки продуктом природи, а й об'єктом людської праці, їхнє зростання і розвиток визначаються антропогенними чинниками. Із загальної кількості видів рослин на Землі, людина інтенсивно використовує не більше 20. Близько 85 % їхньої площі займають злакові (рис, пшениця, кукурудза, ячмінь, овес, сорго, просо, цукровий очерет, жито) і боби (соя, арахіс, кормові боби, горох, вика).

Культурні рослини, посідаючи центральне місце в агроценозі, роблять найбільш сильний, часто панівний вплив на агрофітоценоз. Культурні рослини в агроценозі є домінантами-едифікаторами, найчастіше це пшениця, жито або кукурудза.

Рідше зустрічаються змішані посіви двох або більше видів (кондомінантів), наприклад, вика або горох з вівсом, багатоконпонентна трав'яна суміш. Едифікаторні дії рослин-домінантів, а також кондомінантів різноманітні. Едифікатори змінюють мікроклімат агроекосистеми, впливають на фізико-хімічні властивості ґрунту і ґрунтової вологи. Виділяючи біологічно активні речовини, едифікатори суттєво впливають на флору і фауну агроекосистеми. Культурні рослини впливають на середовище за допомогою виділення метаболітів. Важливу едифікаторну роль у фітоценозі середовища метаболітів відіграють коліни (агенти впливу вищих рослин на вищі) і фітонциди (агенти впливу вищих рослин на нижчі).

За Туганаєвим, культурні рослини за здатністю впливати на середовище діляться на три групи:

- *перша група* – сильноедифікаторні рослини. Сюди належать рослини суцільного посіву, зі 100 % покриттям займаної площі. До цієї групи належать високорослі (до 3 м) і середньорослі рослини, що швидко розвиваються з весни, такі як озимина, рапс, соняшник на силос),

- *друга група* – середноедифікаторні рослини. Це рослини суцільного і рядкового весняного посіву, відносно високорослі, з 70-80 % покриттям зайнятої площі, зазвичай такі, що швидко розвиваються після появи сходів (ярові зернові, включаючи рис), просапні (кукурудза, гречка й ін.);

- *третья група* – слабоедифікаторні рослини. До цієї групи належать рослини з повільним розвитком після появи сходів і покриттям не вище 50 % зайнятої площі: овочеві, баштанні культури, горох та ін.

Вирощувані культурні рослини, виконуючи роль домінантів-едифікаторів, зумовлюють структуру і функцію агроєкосистеми, її компонентний склад, шкідливих і корисних комах, збудників хвороб, бур'янів.

До класу комах на нашій планеті належать найбільше число форм життя і видів живих організмів (у країнах СНД 80-100 тис. видів), що беруть участь у кругообігу речовин. Наприклад, у середньому на кожен гектар природного біоценозу припадає 0,5 кг птахів, 3-4 кг гризунів, до 15 кг великих ссавців і до 300 кг комах. В окремі роки маса деяких метеликів і їхніх гусениць зростає до 600 кг на 1 га, а сарани – до кількох тонн. Ці фітофаги поглинають величезну кількість фітомаси. У переробленому вигляді вона разом із загиблими комахами потрапляє в ґрунт, перетворюючись на родючий гумус.

Найважливіша функція багатьох видів комах у біоценозі – запилення квіткових рослин. Без комах людство було б позбавлене великої частини врожаю полів, садів і лісів. Шкідливими комахами є лише 1% їхньої

загальної чисельності в агроценозах і супутніх їм природних біоценозах. Часто комахи, обпилюючи рослини, ними ж і харчуються. У природних умовах комахи-фітофаги зазвичай не завдають рослинам непоправної шкоди, не спричиняють їхньої загибелі. Наприклад, гусениці деяких лускокрилих сприяють рівномірнішому розподілу опалого листя і хвої, об'їдаючи дерева, а надходження спорожнювань (копролітів) комах сприяє підгодівлі рослин.

Водночас будь-яка комаха-фітофаг в агроценозі стає потенційним шкідником. Назвемо найголовніші причини.

Перша причина – руйнування екосистем, що історично склалися, властивих їм міжвидових відносин і механізмів регуляції чисельності живих організмів. Там, де природа ще не порушена людиною, існує врівноваженість взаємин між рослинами, якими харчуються тварини, і хижаками, паразитами цих тварин. Вижити здатні тільки ті форми, які не можуть повністю знищити свою кормову базу. Щоб цього не трапилося, виробилися складні механізми відносин між живими організмами. Загалом взаємини видів-компонентів гарантують стійке існування того чи іншого природного комплексу.

З освоєнням території під землеробство створюються нові умови: змінюється кормова база, можливості існування багатьох видів. Ті з них, які здатні існувати за рахунок культурних рослин, стають численнішими. З їхнього середовища і утворюється шкідлива фауна. Це можна показати зіставленням складу комах, що мешкають у ковиловому степу і на розташованих поряд посівах пшениці. На посівах пшениці чисельність хлібної смугастої блохи була в 20,6 рази, сірої зернової совки в 25 разів більша, ніж у степу.

Друга причина – здійснена людиною генетична і

селекційна робота великою мірою змінила культурні рослини, додавши їм нові якості, яких не було у диких пращурів. Набуваючи щораз цінніших якостей для людини, культурні рослини є також сприятливою кормовою базою і для шкідників. Забезпечення потреб в їжі шкідливими організмами сприяє швидшому їх розмноженню.

Третя причина – зміна умов для виживання (резервації) і розселення шкідливих видів пов'язана передусім з перебудовою технології сільсько-господарського виробництва.

Четверта причина – руйнуючи механізми, що врівноважують міжвидові взаємини в природі, людина тим самим створила умови для швидшої мікроеволюції окремих видів. Вони швидше пристосовуються до середовища, що змінилося. Відбір закріплює цю пристосованість. Встановлено, що навіть на тих територіях, де вплив людини на природу поступає непрямым чином, мікроеволюція відбувається прискорено. У шкідливих видів цей процес викликає розширення зон їх проживання, так званих зон шкідливості. У 80-90-х роках ХХ століття в Україні, Росії з'явилися і широко розповсюдилися такі небезпечні шкідники, як колорадський жук, американський білий метелик та ін. Світове сільське господарство наприкінці ХХ століття платить комахам-шкідникам сільсько-господарських культур данину, що досягає 1/5 частини вирощеного врожаю і більше.

Фітопатогенні гриби. На культурних рослинах паразитує не менш як 10 тис. видів грибів. У агроценозах є кілька причин епіфітотій, що викликаються ними. Вони зумовлені особливостями розмноження, розповсюдження і збереження цих організмів.

Сучасне сільське господарство пов'язано з

обробкою однорідних у генетичному сенсі культурних рослин-господарів на великих площах. Тут зазвичай переважають збудники хвороб, які краще пристосувалися до розповсюдження в просторі, виживання в часі. Розповсюджуються гриби – збудники хвороб у просторі швидше за повітряно-краплинної інфекції, повільніше – за ґрунтової. Проміжне становище посідають збудники насінневих і трансмісійних інфекцій. Звідси величезна небезпека того, що за розширення площ під генетично однорідні культури перевагу матимуть повітряно-краплинні інфекції (особливо іржавих грибів), з можливостями зараження рослин на великих відстанях від первинного осередку інфекції. За повторної обробки культур на величезних площах, передусім монокультури, зростатиме шкідливість ґрунтових патогенів, краще адаптованих для виживання в часі.

У беззмінних посівах сільськогосподарських культур і недотриманні сівозмін на перше місце за шкідливістю в усьому світі виходять кореневі і прикореневі інфекції.

За Чулкіною (1991), розрізняють основні [+] і додаткові [(+)] екологічні ніші збудників хвороб сільськогосподарських культур.

Дані узгоджуються із законом конкурентного виключення Гаузе:

- якщо два види займають у фітоценозі одну й ту саму екологічну нішу, то один з них повинен елімінуватися;

- диференціація екологічних ніш знижує конкуренцію між шкідливими видами; системи відносин у спільноті диференційовані за нішами популяцій різних видів.

Загалом середній недобір, наприклад, урожаю пшениці від грибкових хвороб за інтенсивних технологій

становить більш як 20 %.

Бур'яни. Вищі рослини, що конкурують з культурними за простір, воду і поживні речовини, а незрідка слугують притулком для шкідливих комах і паразитів, належать до бур'янів. З тисячі бур'янів в Україні 100-120 видів особливо шкідливі. «Зеленою пожежею» називають їх у народі. Бур'яни ведуть безперервну боротьбу з культурними рослинами за вологу та їжу. На засмічених полях велику частину добрив використовують бур'яни. Наприклад, вівсюг витягує 45 % внесених добрив, а ярова пшениця – лише 39 %. Осот рожевий споживає з ґрунту азоту в 1,5, а калію вдвічі більше, ніж зернові культури. Науковими дослідженнями доведено, що бур'яни на кукурудзяних полях містять азоту вдвічі, фосфору – в 1,6, калію – в 3,5 разів більше, ніж кукурудза. Проте основний збиток від бур'янів – зниження врожаю і якості продукції сільсько-господарських культур. Особливу проблему становлять інтродукційні бур'яни. З Америки до Європи завезено дурман, амброзію, гірчак рожевий, з Європи до Америки – пирій, кропиву, подорожник. Інтродукційні бур'яни зазвичай становлять велику загрозу місцевим культурним рослинам [4].

Проте бур'яни незрідка є резерватами для шкідливих і для корисних комах. Для корисних комах вони слугують як харчовий субстрат. Часто бур'яни є проміжними господарями багатьох фітопатогенних мікроорганізмів, а водночас і резерватами їхніх антагоністів. Бур'яни, зростання яких пригнічується за звичайного обробітку ґрунту, виступають у системах з його нульовим обробітком як проміжне сховище поживних речовин. Тут вони відіграють роль корисних продуцентів-перехоплювачів рухомих форм азоту.

Повне знищення бур'янів може сприяти переходу другорядних шкідливих видів комах, що мешкають на них,

на оброблювану культуру. В окремих випадках бур'яни є її партнерами симбіотичної або асоціативної азотофіксації.

Важливу роль відіграють бур'яни як компоненти агроценозу, відповідальні за його sukcesію за різкої зміни системи землекористування. Під час проведення продукційно-біологічних досліджень на перелогових землях поселяються однорічні бур'яни. Надалі вони змінюються багаторічними. Хоча видовий склад рослин змінюється з року в рік, але вже з другого року, коли припиняється вплив колишнього землекористування, він стабілізується.

Бур'яни, нарешті, слугують джерелами генетичної інформації, резервним рослинним ресурсом для селекціонерів. Існує думка, що багато культур, таких як жито, овес та ін., - це колишні бур'яни пшениці. Звідси не припиняються спроби використати генетичну зародкову плазму різних диких рослин для додання новим сортам культурних рослин важливих характеристик, які є у диких рослин.

Загалом складні взаємодії між культурними рослинами, їхніми шкідниками (комахами, грибами, бур'янами та ін.) і доквіллям можна зобразити в досить спрощеному вигляді як групу кіл, що перекриваються.

Залежно від обставин цей шкідник може реагувати тільки з доквіллям або ж, досягши своєї жертви, може реагувати зі своєю жертвою та її оточенням, яке впливає не тільки на шкідника і жертву, а й на взаємодію між ними. Ця складна взаємодія може бути ще далі ускладнена взаємодією всіх початкових компонентів з одним, двома або трьома додатковими типами шкідників. Тому у використанні заходів щодо зниження втрат урожаю сільськогосподарських культур від шкідливих організмів потрібно здійснювати системний підхід, проведення інтегрованого захисту рослин.

Кожна програма, розроблена для боротьби з тим чи тим шкідником, повинна враховувати заходи, вжиті до, після і впродовж усього циклу розвитку культурної рослини.

3.3. Заходи щодо підвищення продуктивності сільськогосподарських культур

Продуктивність сільськогосподарських культур залежить від багатьох чинників. Частина з них, таких як температурний режим, сонячна радіація, не регулюються людиною у відкритому полі, але враховуються на практиці через вибір термінів сівби, густини стояння рослин, напрямку рядків та ін. Інші чинники забезпечуються виробничою діяльністю людини.

До найважливіших з них належать: наявність вологи в ґрунті; забезпеченість рослин елементами живлення; сорт; якість насіння; захист посівів від шкідників, хвороб і бур'янів; регулювання росту; збирання врожаю. Найвища продуктивність досягається за сукупності оптимальних умов росту і розвитку рослин. Випадання, навіть часткове, тільки одного з цих чинників призводить до суттєвого недобору продукції.

Суть інтенсифікації землеробства, інтенсивних технологій полягає в:

- розміщенні посівів після кращих попередників у системі сівозмін;
- виведенні високоврожайних сортів інтенсивного типу з хорошою якістю зерна;
- високому забезпеченні рослин елементами мінерального живлення з урахуванням їхнього вмісту в ґрунті;
- дробовому застосуванні азотних добрив у період вегетації за даними ґрунтової і рослинної діагностики;
- інтегрованій системі захисту рослин від

шкідників, хвороб і бур'янів;

- регулюванні росту ретардантами;
- своєчасному і якісному виконанні всіх технологічних прийомів, спрямованих на захист ґрунтів від ерозії, накопичення вологи, створення сприятливих фізичних умов розвитку сільськогосподарських культур.

Це досягається застосуванням технологічної колії, більш довершених машин і пристосувань, їх ретельним регулюванням.

Дотримання сівозмін – чергування культур у просторі та часі в конкретних умовах того чи того господарства, забезпечує отримання найбільш високої продуктивності оброблюваних культур, підвищення родючості ґрунту і фітосанітарного стану полів, зниження чисельності шкідників, хвороб і засміченості посівів.

Основні напрями вдосконалення систем сівозміни в землеробстві:

- поліпшення складу попередників провідних культур через коректування структури використання ріллі для підвищення і стабілізації виробництва зерна, кормів і технічних культур. Так, ярову пшеницю краще розміщувати після парів, багаторічних трав, просапних культур, ячмінь – після кукурудзи, пшениці і зернобобових культур. Не допускати сусідства ярових і озимих культур, тому що створюватимуться умови для швидкого розповсюдження інфекції багатьох хвороб (іржа, борошниста роса та ін.) і шкідників (шведська муха, зеленоочка та ін.).

- спеціалізація сівозмін, насичення їх до оптимальних розмірів окремими культурами (групами культур) з урахуванням особливостей ґрунтово-кліматичних зон міжгосподарської і внутрішньогосподарської спеціалізації, різної якості ґрунтів за рівнем родючості і схильністю до ерозії.

- ущільнення сівозмін проміжними культурами для підвищення їхньої загальної продуктивності і ґрунтозахисної ефективності, посилення позитивного впливу на фітосанітарний стан і родючість ґрунтів.

- створення в сівозмінах переважних умов для провідних культур під час вирощування їх за інтенсивними технологіями.

- укрупнення полів і сівозмінних масивів у рамках жорсткого дотримання принципу диференційованого використання ріллі [2, 40].

У багатьох країнах світу, як переконує досвід, за інтенсифікації землеробства приріст врожайності зернових культур на 70 % забезпечено підвищенням загальної культури землеробства і на 30 % – впровадженням нових сортів з високим продуктивним потенціалом. Наприклад, підвищення кількості білка в пшениці на 1 % рівнозначне отриманню 600 тис. т рослинного білка, цукристості буряка на 1 % – 700 тис. т цукру, крохмалю в картоплі на 1 % – 820 тис. т додаткового урожаю. Використання для посіву сортів, стійких до шкідників і хвороб (важливе завдання, що стоїть перед селекціонерами для виведення нових сортів сільськогосподарських культур), сприяють зниженню втрат урожаю без додаткового застосування хімічного методу. У зв'язку з втратою сортових якостей, стійкості до шкідливих організмів через появу, наприклад, нових рас збудників хвороб, потрібна періодична сортозміна, а також вирощування двох-трьох сортів з різними властивостями, що особливо важливо в боротьбі із захворюваннями зернових культур іржею. Високоякісне насіння – важливий резерв зниження втрат від шкідливих організмів, підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Селекція і насінництво взаємозв'язані. Застосування прийомів насінництва, спрямованих на підтримку стійкості, продовжує життя

нового сорту. Недотримання ж прийомів насінництва може за кілька років звести роботу селекціонера нанівець.

Меліорація земель – це система технічних, агрономічних і організаційних заходів, спрямованих на перетворення несприятливих для сільськогосподарського виробництва умов.

Нестабільність урожаїв часто зумовлюється нестійким водозабезпеченням посівів у період вегетації. Практично щороку на території країни в одних районах сільськогосподарські культури піддаються згубній дії засухи, а в інших потерпають від надлишку зволоження.

Меліорація в наших умовах – невід'ємний і могутній засіб підвищення стійкості і продуктивності землеробства.

Меліорація:

- підвищує стійкість сільськогосподарського виробництва, забезпечуючи вирівнювання врожаїв в посушливі і в дощові роки;

- дає змогу суттєво підвищити продуктивність праці й інтенсифікувати сільськогосподарське виробництво за рахунок раціонального використання сільськогосподарської техніки і добрив на меліоративних землях та виконання всіх агротехнічних заходів у найбільш сприятливі терміни.

Система обробітку ґрунту включає послідовність і терміни проведення конкретних прийомів розпушення або ущільнення ґрунту, технологію їх виконання. Все це визначає фізико-хімічні властивості ґрунту, його мікробіологічну активність.

Обробіток ґрунту повинен бути підпорядкований *рішенню головного завдання* – забезпеченню культурних рослин водою, повітрям, елементами харчування, раціональному використанню потенційної родючості ґрунту. За допомогою різних прийомів обробітку ґрунту

вносять добрива, створюють умови для нормального проростання насіння, доглядають за посівами в період вегетації оброблюваних культур, ведуть боротьбу зі шкідниками, хворобами і бур'янами. Будь-який конкретний прийом обробітку ґрунту повинен бути чітко цілеспрямованим, а їхній комплекс і технологія виконання в конкретних умовах повинні забезпечувати потрібну зміну певних якісних параметрів ґрунту.

Шкідники набули свого значення не внаслідок послаблення впливу хижаків і паразитів на їхню чисельність, а через особливо сприятливий для них комплекс умов, створених людиною на полях, та їх пристосованій мінливості до цих умов.

У зниженні втрат урожаю від шкідників важлива роль повинна належати корисним комахам-ентомофагам (золотоочці, семикрапковому сонечку, мусі-джижчалці, жувелиці й іншим).

В агроєкосистемах структура ценозів шкідливих і корисних членистоногих великою мірою визначається наявністю сівозмін, лісових смуг і загалом методами впровадження сільського господарства. Повинен зберігатися комплекс хижак – жертва. Поєднання прийомів і видів обробітку ґрунту повинно бути тісно пов'язано з конкретними місцевими природними і ґрунтовими умовами, біологічними особливостями вирощуваних культур.

Обробіток ґрунту повинен у всіх зонах бути ґрунтозахисним, забезпечувати розширене відтворення його родючості. У цьому зв'язку один з напрямів вдосконалення обробітку – його мінімізація для зниження деформації орного і підорного шарів ґрунту під впливом тракторів і сільськогосподарських машин у виробництві сільськогосподарської продукції.

Між продуктивністю землеробства і родючістю

грунту об'єктивно існує суперечність: що більше ми беремо з гектара продукції, то вище винесення поживних речовин. Наприклад, урожай 1 т зернових у середньому виносить 65 кг основних діючих речовин (25 кг К, 10 кг P_2O_5 і 30 кг K_2O). Цю суперечність можна подолати тільки заповненням і нарощуванням енергетичного потенціалу ґрунтів, внесенням органічних, мінеральних речовин, мікроелементів.

Значення хімізації сільського господарства у цьому зв'язку важко переоцінити: воно дає змогу підвищувати родючість ґрунтів, поліпшувати кислі і засолені землі, краще зберігати і підвищувати живильну цінність кормів.

Азот впливає на фотосинтез рослин. Це полягає в його використанні у синтезі амінокислот. Азот також потрібний для утворення зелених пігментів у рослині (хлорофілу) і для синтезу білків – елементів структури хлоропластів, ферментів, відповідальних за різні реакції фотосинтезу. Стимулює збільшення вегетативної маси рослин, зумовлює рівень врожайності та якості продукції.

Дія фосфору (фосфорні добрива) на фотосинтез рослин полягає в тому, що залишки фосфорної кислоти входять до складу акцептора-з'єднання, що зв'язує CO_2 і проміжні продукти фотосинтезу. За допомогою світлової енергії з неорганічного фосфату і аденозиндифосфорної кислоти (АДФ) синтезується аденозинтрифосфорна кислота (АТФ), що бере участь у реакціях відновлення CO_2 . Фосфати також входять до складу фосфатидів і фосфопротестів, нуклеїнових кислот.

Фосфор стимулює розвиток кореневої системи, формування репродуктивних органів, прискорює дозрівання. В озимих культур фосфорні добрива підвищують зимостійкість, на 15-20 % знижують витрати води на одиницю врожаю.

Калій сприяє накопиченню цукрів, що оберігає

озимі культури від вимерзання, підвищує міцність соломини і стійкість до ураження кореневою гнилизною та іржею, прискорює пересування вуглеводів зі стебел і листя в колос, збільшуючи натуральну масу зерна.

Азотні мінеральні добрива випускають і застосовують у твердому і рідкому видах. За формою азоту тверді азотні добрива ділять таким чином:

Амонійні (NH_4): сульфат амонію, хлорид амонію.

Амонійно-нітратні (NH_4NO_3): аміачна селітра, сульфат-нітрат амонію.

Нітратні (NO_3): нітрат натрію (натрієва селітра), нітрат кальцію (кальцієва селітра).

Амідні (NH_2): карбамід (сечовина), ціанамід кальцію.

З рідких азотних добрив широко застосовують аміачні (NH_3). Весь азот міститься у вигляді аміаку: водного або безводного.

З фосфорних добрив головним чином застосовують водорозчинні добрива, які найлегше засвоюються рослинами: суперфосфат, подвійний суперфосфат, а також складні добрива – амофос, діамонійфосфат, нітроамофоска, карбоамофоска.

Найбільш поширені калійні добрива – хлорид калію, сульфат калію, калійна сіль та ін.

Рослинам для зростання і розвитку, разом з азотом, фосфором і калієм, потрібні в дуже малих кількостях інші поживні речовини – мікроелементи. До них належать бор, молібден, мідь, марганець, цинк, залізо, кобальт, нікель та ін. Головна дія мікроелементів у життєдіяльності рослин полягає в тому, що вони входять до складу біологічних каталізаторів-ферментів або є активаторами їхньої роботи.

Мікроелементи застосовують безпосередньо, через закладення в ґрунт і обприскуванням рослин розчинами борної кислоти, молібдату амонію, молібдату натрію,

сульфату міді, сульфату цинку, заліза та ін.

У 90-х роках ХХ століття дедалі більше розповсюджується промислове виробництво простих добрив з мікроелементами: простий і подвійний суперфосфат з бором, марганцем або молібденом, карбамід з міддю, складні добрива (фосфати амонію, нітрофосфати) та ін.

Велика увага повинна приділятися заходам щодо збереження і збільшення кількості гумусу в ґрунті. Так, за даними І.Кузнецової (1979), збільшення кількості гумусу в дерново-підзолистих ґрунтах з 2,4-2,9 % до 5-6 % призводило до підвищення кількості водостійких агрегатів (>0,25 мм) в орному шарі до 50 %, вологомісткість збільшувалася до 43-44 %, а діапазон активної вологи досягав у середньому 19-25 %. Внесенню органічних добрив, особливо на малогумусних ґрунтах, повинна приділятися особлива увага.

Відсутність або недостатнє застосування органічних добрив призводить до зменшення запасів ґрунтового азоту і як наслідок – до зниження гумусу ґрунтів. Застосування мінеральних добрив може лише знизити темпи цього процесу, але не виключити його повністю. Результат – виснаження гумусового фонду ґрунтів і зниження ефективної і потенційної родючості. Це не тільки погіршує режим ґрунтового живлення, а й негативно впливає на фізико-хімічні властивості, водно-повітряний і тепловий режими, ґрунтопоглинальний комплекс і біологічну активність мінеральних добрив та призводить до вагомого недобору врожаю сільськогосподарських культур.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Поняття агроєкосистеми.
2. Історія розвитку і трансформації агроєкосистем.
3. Агроєкосистема і агроценоз.
4. Основні елементи агробіоценозу.
5. Культурні рослини за здатністю впливати на середовище.
6. Бур'яни в агроценозах.
7. Екологічні заходи щодо підвищення продуктивності агроценозів.
8. Інтенсифікація землеробства та екологія.
9. Основні напрями вдосконалення систем сівозміни в землеробстві.
10. Меліорація земель та екологія.
11. Обробіток ґрунту і екологія.
12. Удобрення рослин і екологія.

4. СИСТЕМА УДОБРЕННЯ ТА ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

4.1. Хімічний склад рослин і їх потреба в елементах живлення

До складу рослин входить вода і суха речовина, яка представлена органічними та мінеральними сполуками. Співвідношення між кількістю сухої речовини і води в різних рослинах та їх органах неоднакове й залежить від біологічних особливостей рослин, їх віку, умов вирощування.

Більшість сільськогосподарських рослин містить 85-96 % води і 4-15 % сухої речовини. Основна маса сухої речовини складається з органічних сполук – вуглеводів (клітковина, крохмаль, цукор), білків, жирів, а також з різних мінеральних сполук, які надходять через кореневу систему. З 1 га можна одержати 50-60, а в окремих випадках 100 ц і більше сухої речовини.

Суха речовина нагромаджується за рахунок вуглекислого газу повітря, води і мінеральних солей, тобто при поєднанні повітряного й кореневого живлення. Вона в середньому на 93 % складається з чотирьох так званих органічних елементів: вуглецю, кисню, водню і азоту. Інші елементи залишаються після спалювання рослин у золі, тому їх називають зольними. Вони становлять близько 5 % маси сухої речовини, хоч кількість їх може досягати кількох десятків.

Всі хімічні елементи поділяють на макро-, мікро- та ультра- мікроелементи.

Макроелементи входять до складу рослин у значних кількостях (від сотих часток відсотка до декількох відсотків від маси сухої речовини). До них належать, крім кисню, водню, вуглецю і азоту, ще й фосфор, калій, кремній, кальцій, сірка, магній, залізо, натрій, алюміній.

Мікроелементів (марганець, бор, стронцій, мідь, цинк, бром, фтор, олово, нікель, титан, барій, молібден, кобальт, йод) в рослинах міститься мало – 0,5-0,03 %.

Вміст *ультрамікроелементів* у рослинах становить менше 0,03 %. До них належать миш'як, германій, рубідій, золото, кадмій, радій, ртуть, срібло.

Потреба в елементах живлення залежить від біологічних особливостей рослин та умов зовнішнього середовища, зокрема ґрунтово-кліматичних умов, системи удобрення, обробітку ґрунту тощо. Так, з 1 т основної продукції (з врахуванням побічної) яра пшениця виносить азоту 38 кг, фосфору 12 кг, калію 26 кг; картопля – відповідно 5, 2 і 3 кг; кормові буряки – 2,5, 0,9 і 4,5 кг.

Найбільша кількість хімічних елементів спостерігається в молодих рослинах, з віком їх кількість зменшується. Так, у золі соломи фосфору у 3-5 разів менше, як у зерні, але більше кальцію і кремнію.

Азоту більше в насінні ніж у соломі, а в бульбах картоплі та коренеплодах цукрових буряків його менше, ніж у гичці. Середнє співвідношення N:P:K в урожаях різних культур становить 3:1:5.

На основі аналізів про вміст елементів живлення в рослинах, можна визначити їх винос з ґрунту врожаєм. Ці показники потім враховують при визначенні норм добрив на запланований урожай.

Нагромадження елементів живлення у рослинах протягом вегетації відбувається нерівномірно й залежить від біологічних особливостей культури, сорту тощо. Наприклад, озима пшениця восени засвоює 15-30 % загального вмісту елементів у врожаї, а найбільшу кількість NPK (35-45 %) – навесні. В льону найінтенсивніше надходження калію в рослини спостерігається до і під час цвітіння, фосфору – під час цвітіння і розвитку коробочок, азоту – у фазі цвітіння [8, 37].

Враховуючи значення елементів живлення для рослин, розрізняють два періоди їх надходження: критичний і максимальний.

Під критичним періодом розуміють такий, коли різка нестача, порушення співвідношення або надлишок елементів живлення призводять до негативних явищ в усіх наступних фазах росту і розвитку рослин.

Під періодом максимального надходження розуміють період найбільшого засвоєння елементів живлення.

На практиці необхідно враховувати також те, що потреба сільськогосподарських культур у добривах залежить не тільки від виносу, а й від вмісту поживних речовин у ґрунті, їх доступності рослинам, від рівня врожайності та інших факторів.

4.2. Теоретичні основи живлення рослин

За способом живлення вищі рослини належать до автотрофних організмів, тобто вони самі синтезують органічні речовини з неорганічних. Живлення рослин може відбуватися двома шляхами: з повітря через зелені листки та з ґрунту – через кореневу систему. Тому розрізняють повітряне і кореневе живлення рослин.

Основним процесом повітряного живлення рослин є фотосинтез, коли за допомогою пігменту хлорофілу рослини вбирають сонячне світло, завдяки чому утворюють з вуглекислого газу і води вуглеводи та інші органічні речовини.

У процесі фотосинтезу рослини використовують лише 1-2,5 % сонячної радіації. Інтенсивність фотосинтезу залежить від концентрації у приземному шарі повітря вуглекислого газу. В середньому його міститься 0,03 %. Якщо концентрація CO₂ зменшується до 0,01 %, то фотосинтез зупиняється. Внесення гною збільшує

концентрацію CO₂ в повітрі.

Крім фотосинтезу, в рослинах відбувається і дихання, тобто окислення органічної речовини, яка утворилася під час фотосинтезу. Дихання відбувається цілодобово, а фотосинтез – тільки вдень. При окисленні органічної речовини виділяється енергія, яку рослина дістала від сонячного проміння при утворенні цієї речовини. Ця енергія використовується для росту і розвитку рослин та для інших процесів.

На дихання витрачається до 20 % утвореної внаслідок фотосинтезу органічної речовини. Дихання може відбуватися в аеробних та анаеробних умовах. При нестачі вуглеводів під час дихання можуть розкладатися жири і білки.

Основними зовнішніми факторами фотосинтезу є світло, температура, вуглекислий газ, вода, мінеральні солі, а внутрішніми – пігменти і ферменти асимілюючих органів рослин. Відповідною системою агротехнічних заходів, спрямованих на створення оптимальних для рослин умов живлення, освітлення, забезпечення вологою, можна сприяти одночасно підвищенню інтенсивності й продуктивності фотосинтезу.

Коренева живлення рослин. Необхідні для росту і розвитку рослин елементи живлення коренева система засвоює у вигляді іонів. Коріння становить значну частину рослин (у кукурудзи 16 %, у пшениці – 70 %, конюшини – 90 %, люцерни – 166 %).

Вбирна поверхня коренів досягає великих розмірів (на 1 га посіву ячменю приблизно 200-300 га). Причому меншу кореневу систему рослини розвивають тоді, коли одержують достатньо поживних елементів.

Основна маса розчинених у воді речовин пересувається знизу вгору по ксилемі до листків, де утворюються органічні речовини, які потім з нисхідним

током води по флоемі переміщуються до кореневої системи рослин. Отже, в рослині існує обмін речовин між надземною й підземною частинами.

Рослини можуть через кореневу систему виділяти в навколишнє середовище речовини, які підсилюють розчинення твердих сполук.

Надходження поживних речовин у рослину залежить як від зовнішніх умов, так і від біологічних особливостей рослин.

Із зовнішніх умов велике значення мають склад і концентрація солей ґрунтового розчину. Загальна концентрація їх не повинна перевищувати 0,2 % (краще 0,03-0,1 %). Концентрація солей більше 0,2 % викликає плазмоліз клітин і в'янення рослин. Це спостерігається на засолених ґрунтах.

Між однаково зарядженими іонами проявляється антагонізм – явище, коли один іон обмежує надходження в рослину іншого. Наприклад, існує антагонізм між катіонами кальцію і водню. Якщо в рослині надлишок водню (кисле середовище), то наявність катіону кальцію буде гальмувати надходження водню. Антагонізм кальцію проявляється і відносно катіонів Al^{3+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Mn^{2+} , K^+ .

Є і взаємозв'язок між різно зарядженими іонами – аніонами й катіонами. Наприклад, аніон хлору, який характеризується великою рухомістю, надходить у рослину і захоплює собою інший катіон. Таке явище називається синергізмом.

На надходження в рослини поживних речовин впливає реакція середовища (рН). Найсприятливішими є слабкокисла і нейтральна реакція. За слабкокислої реакції у рослину краще надходять аніони, за нейтральної – катіони.

За умови надходження в рослину катіонів середовище підкислюється, а надходження аніонів – підлужується. Так, Д. М. Прянишников встановив, що коли

вносити азотнокислий амоній (NH_4NO_3), то в слабокислому середовищі в рослину краще надходить аніон NO_3^- , в нейтральному – катіон NH_4^+ . Тому при використанні добрив потрібно знати вплив їх на зміну реакції ґрунтового середовища. Якщо з добрив рослина засвоєє більше катіонів, то таке добриво називають фізіологічно кислим, а коли більше аніонів – фізіологічно лужним.

Рослинам властива добова ритмічність у поглинанні елементів живлення. Протягом доби спостерігається 4-6 періодів активізації і гальмування процесів вбирання.

Інтенсивність вбирання елементів живлення з ґрунту змінюється також протягом вегетації. Інтенсивніше рослини вбирають елементи в молодому віці під час максимального наростання листової маси.

Кореневе живлення рослин можливе не тільки через ґрунт, а й через інші середовища. Вирощування рослин без ґрунту в штучних поживних середовищах називають гідропонікою. Субстратом у такому випадку можуть бути промитий шлак, галька, бита цегла, керамзит, вермикуліт, пластмасова кришка та інші, які не містять отруйних речовин. Рослини можна також вирощувати і без субстрату. Такий спосіб їх вирощування називають агропонікою. Вода і мінеральна пожива надходять до рослин під час періодичного автоматичного обприскування за допомогою особливих форсунок.

Позакореневе живлення рослин. Мінеральні солі з слабких розчинів можуть проникати в рослину через листки, і при цьому проявляється обмінна адсорбція. Однак тільки через листки не можна задовольнити рослини в основних поживних речовинах: потрібно було б давати дуже концентровані розчини, які б спричиняли опіки рослин, а якщо використовувати слабкі розчини, то потрібно було б давати їх багаторазово з великими

витратами води. Тому позакореневе живлення знайшло застосування в садівництві, коли обприскують рослини розчином мікроелементів, або в тепличному овочівництві.

В останні роки використовують позакореневе підживлення зернових культур (у нормах 20-30 кг/га азоту), що збільшує вміст у зерні білка і клейковини.

4.3.Значення добрив у підвищенні врожайності та поліпшенні якості сільськогосподарської продукції

При застосуванні добрив поліпшується родючість ґрунту і підвищується врожайність сільсько-господарських культур. Це відбувається завдяки тому, що добрива збагачують ґрунт на рухомі поживні речовини.

Добрива також забезпечують повніше використання елементів живлення самого ґрунту, оскільки позитивно впливають на розвиток кореневої системи вирощуваних культур та поліпшення його фізичних властивостей.

Про високу ефективність мінеральних і органічних добрив свідчать наукові дані та багаторічний досвід господарств. За даними науково-дослідних установ, після застосування різних добрив приріст урожайності становив: від внесення азотних добрив на чорноземах – 25-55 %, на підзолистих ґрунтах – 80 %, фосфорних – відповідно 16-44 і 56 %, від внесення калійних – 9-15 і 28 %. За правильного використання від 1 ц мінеральних добрив в умовних стандартних туках у середньому за минулі роки одержували такий приріст урожайності, ц/га: зерна – 1-1,3, цукрових буряків – 6,5-7, картоплі – 9,7-10,7, сіна однорічних і багаторічних трав – 3-4,5.

Не менш ефективні й органічні добрива. Кожна тонна внесеного в ґрунт гною за роки його дії у науково обґрунтованих сівозмінах дає додатково до 1 ц продукції у перерахунку на зерно.

Всі види добрив, які застосовують у господарствах з

врахуванням біологічних особливостей рослин і властивостей ґрунтів, не тільки підвищують урожайність, але й поліпшують якість сільськогосподарської продукції.

Під *біологічною якістю* розуміють комплекс окремих факторів, властивих рослині, що необхідні для підтримання нормального обміну речовин (метаболізму) в організмі тварин і людини, які споживають цю рослину.

На якість продукції впливає вміст у рослині мінеральних елементів, основних органічних сполук (білків, вуглеводів, вітамінів, гормонів, ферментів) та інших компонентів, що в свою чергу залежать від правильного застосування добрив.

Шкідливу дію на здоров'я живих організмів можуть зумовлювати такі фактори.

Надлишок нітратів у рослині внаслідок внесення підвищених норм азотних добрив. Великі їх норми підвищують вміст нітратного азоту в сухій речовині від 23 до 601 мг/кг.

Порушення рівноваги мінеральних елементів у рослинах. Наприклад, високий вміст калію при низькому вмісті магнію і натрію є однією з причин пасовищної тимпанії у тварин (розлад шлунку).

Нестача в рослині будь-якого мінерального елемента може призвести до тяжких захворювань. Наприклад, нестача фосфору викликає стерильність тварин.

Нестача в рослинах вітамінів. Рослини, бідні на вітаміни, хворіють на авітаміноз та інші захворювання.

За підрахунками вчених, у результаті застосування добрив за останні 100 років відбулися значні зміни хімічного складу продуктів харчування: в 4 рази підвищився вміст калію, більш як у 2 рази – вміст фосфорної кислоти, магнію, в 6 разів – вміст натрію тощо.

Дуже важливим є збільшення вмісту білка в

сільськогосподарських рослинах. Так, підвищення його вмісту лише на 1 % збільшує приріст рослинного білка на 600 тис. т. Це забезпечує потребу в ньому 16 млн чоловік.

Мінеральні добрива, особливо азотні, мають велике значення при вирощуванні сильних і твердих пшениць.

Дія добрив на хімічний склад рослин визначається насамперед тим, що поживні речовини, які надходять у рослину з добрив, входять до складу важливих органічних сполук і підвищують їх вміст в урожаї, а також тим, що окремі елементи живлення впливають на обмін речовин у рослинах. Змінивши умови живлення, можна регулювати дію ферментів, а отже, змінювати обмін речовин у рослинах. Таким чином, важлива проблема нашого часу – збільшення виробництва білка – може бути розв’язана завдяки оптимізації мінерального живлення, насамперед азотного. Добрива слід вносити з врахуванням агрохімічних картограм при правильному співвідношенні N:P:K. Не врахувавши цього, можна спричинити погіршення якості врожаю.

Високий вміст азоту в зерні має бути в центрі уваги при розробці агротехнічних прийомів вирощування озимої пшениці, оскільки він сприяє утворенню клейковини. За стандартом, у зерні твердої пшениці її має бути 30 %, а в зерні сильної – 28 %.

Нагромадження речовин, від яких залежить якість урожаю пшениці, відбувається наприкінці вегетаційного періоду під час наливання зерна. Основна роль при цьому належить азоту. Азотні добрива, які вносили восени, використовуються в основному на формування вегетативної маси, тому в цей період потреба рослин в азоті найбільша. В цей час у них утворюються структурні й ферментні білки, які становлять основу рослинних клітин.

Під впливом мінеральних добрив збільшується

вміст амінокислот як у рослині в цілому, так і в сумарному білку зерна озимої пшениці, що має велике значення для оцінки його якості.

Застосування добрив сприяє поліпшенню технологічних властивостей борошна. Так, із збільшенням вмісту азоту підвищуються скловидність зерна, сила борошна, зменшується розрідженість тіста, помітно збільшується об'єм хліба.

Сила борошна (здатність вбирати воду при замішуванні й утворювати тісто з добрими фізичними властивостями, що зберігаються під час обробки) завдяки застосуванню добрив помітно змінюється.

Добрива також посилюють стійкість рослин проти несприятливих погодних умов, пошкодження шкідниками і ураження хворобами. За правильного застосування добрив підвищується продуктивність праці, зростає рівень рентабельності сільськогосподарського виробництва.

Добрива – це речовини, призначені для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту. За хімічним складом вони поділяються на органічні та мінеральні. В органічних добривах поживні елементи містяться у формі органічних сполук. До мінеральних належать добрива, які містять елементи живлення рослин у вигляді неорганічних сполук.

Вид мінерального добрива є його характеристикою за поживною речовиною. Розрізняють азотні, фосфорні, калійні, борні, молібденові, цинкові, мідні мінеральні добрива та ін.

Поживна речовина добрива – це основний елемент живлення, що міститься в ньому. В азотних добривах поживною речовиною є азот (N), в фосфорних – фосфор (P₂O₅), в калійних – калій (K₂O) і т.д. Відношення кількості поживної речовини, винесеної урожаєм, до загальної кількості поживної речовини, внесеної з добривом, є

коефіцієнтом використання поживної речовини добрива.

Розрізняють форми мінеральних добрив, які є їх характеристикою за хімічним складом. Наприклад, аміачна селітра, сульфат амонію, суперфосфат, фосфоритне борошно, сульфат калію тощо.

Мінеральні добрива поділяють також на прості (містять один елемент живлення) і комплексні (містять кілька елементів живлення). Добриво, яке містить азот, фосфор і калій, називають повним.

Комплексні добрива поділяють на складні, складно-змішані (комбіновані) і змішані.

Складні добрива містять два або більше елементів живлення в одній молекулі хімічної солі, з якої складається добриво (амофос, діамфос та ін.).

Складно-змішані, або комбіновані, добрива містять два або більше елементів живлення в одній гранулі добрива (нітрофос, нітрофоски тощо).

Змішані добрива – це механічна суміш простих добрив у певному співвідношенні.

За характером дії на рослини добрива бувають прямої, які вносять безпосередньо в ґрунт для забезпечення рослин потрібними елементами живлення (азотні, фосфорні, калійні та мікродобрива), а також побічної, які вносять для поліпшення властивостей ґрунтів і мобілізації у них поживних речовин. Наприклад, вапняк або гіпс поліпшують фізичні властивості ґрунтів, їхній водний і повітряний режими, підвищують біологічну активність тощо і в кінцевому результаті впливають на врожайність сільськогосподарських культур. В окрему групу виділяють бактеріальні добрива.

Добрива також поділяють за фізичним станом. Вони бувають тверді й рідкі. Тверді залежно від розміру часток поділяють на порошкоподібні й гранульовані. Гранульовані добрива мають форму зерен, гранул або

кульок. Вони краще зберігаються, менше злежуються внаслідок меншої їх гігроскопічності.

4.4. Органічні добрива

До органічних добрив належать гній, торф, сеча, гноївка, фекалії, рідкі компости, пташиний послід, зелене добриво, мул тощо. Вони містять макро- і мікроелементи, фізіологічно активні речовини, мікроорганізми, антибіотики тощо. Ці добрива значно поліпшують фізико-хімічні властивості ґрунту, сприяють кращому проходженню біологічних процесів.

Для досягнення бездефіцитного балансу гумусу на Поліссі, Прикарпатті треба щорічно вносити на 1 га ріллі залежно від типу ґрунту від 13-14 до 17-18 т, у Лісостепу – 11-12, у Степу – 8-9 т органічних добрив.

Гній та компости. Гній – це повне добриво, до складу якого входять всі основні елементи живлення: азот, фосфор, калій, кальцій, магній та ін. Він складається з підстилки та твердих і рідких виділень тварин.

Склад виділень залежить від кількості та якості кормів, виду, віку тварин тощо. Тверді виділення коней, овець, свиней містять більше поживних речовин, сухої речовини, тому швидше розкладаються, ніж виділення великої рогатої худоби (ВРХ). Виділення продуктивної молочної ВРХ бідніші на азот і зольні елементи, тому що частина їх вилучається з молоком. Аналогічно можна сказати про виділення молодняка, в якого ці речовини витрачаються на ріст.

Підстилка збільшує вихід гною, поліпшує його якість, зменшує втрати азоту. Для неї використовують солому зернових культур, торф, часом листки, хвою, тирсу тощо.

Цінність підстилки визначається її хімічним складом і здатністю вбирати сечу й гази, особливо аміак.

Найбільшу вбирну здатність має торф. Так, 100 частин підстилки низинного торфу вбирають 500-700 частин води, тоді як 100 частин солом'яної підстилки можуть увібрати тільки 200-300 частин води. Для підвищення вбирної здатності соломи її подрібнюють до 10-15 см. Крім того, що така солома краще вбирає виділення тварин, вона щільніше укладається в бурти і збільшує вихід гною.

На одну голову великої рогатої худоби добова норма підстилки становить 3-6 кг, коней – 2-4, овець – 0,5-1, свиней на відгодівлі 1-2, свиноматок з поросятами – 5-6 кг. Норму підстилки збільшують на 20-30%, якщо для годівлі використовують соковиті корми

Вихід гною. За стійловий період (180-200 днів) вихід гною від ВРХ становить 6-7 т, від коней – 4-5, овець – 0,6-0,7, свиней – 1-1,2 т. Хімічний склад його залежить від виду тварин і від підстилки.

Під час зберігання в гної відбуваються певні зміни. У процесі розкладання гною, зокрема його азотних сполук, беруть участь бактерії, гриби тощо.

Розрізняють чотири стадії розкладу гною, який виготовляють із солом'яної підстилки: свіжий, напіврозкладений, розкладений і перегній. У свіжому гної солома зберігає свій колір і міцність. У напівперепрілому вона стає темно-коричневою, втрачає міцність і легко розривається. Маса напіврозкладеного гною порівняно із свіжим зменшується на 20-30 %.

Перепрілий гній є однорідною чорною масою, в якій важко виявити окремі соломини. В цій стадії він втрачає до 50 % маси. *Перегній* – земляна однорідна маса, яка становить не більше 25 % початкової маси.

Не слід доводити гній до стадії перегною або перепрілого, оскільки при тривалому розкладанні кількість азоту й органічних речовин зменшується в 2-3 рази. Не можна вносити в ґрунт і свіжий гній, тому що в ньому

міститься багато насіння бур'янів та збудників різних хвороб. Крім того, мікроорганізми, які розкладають клітковину свіжого гною, особливо соломи, споживають з ґрунту розчинні сполуки азоту і фосфору, а отже, призводять до нестачі. Найвищий приріст урожаю одержують при використанні напівперепрілого гною [23].

Швидкість розкладання органічної речовини залежить від умов зволоження, температури і аерації гною. Оптимальною є вологість 55-75 %. Існує декілька способів зберігання гною.

При холодному, або анаеробному, способі зберігання гній щільно вкладають у штабелі завширшки 3-5 м і завтовшки 1-2,5 м, утрамбовуючи через кожен метр. Зверху штабель накривають соломою або торфом. При цьому створюються анаеробні умови. Розкладання органічної речовини сповільнюється, і втрати азоту зменшуються. Крім того, азот залишається в більш рухомій і доступній для рослин аміачній формі.

Гарячопресований спосіб зберігання застосовують тоді, коли гній потребує біотермічного знезараження від збудників шлунково-кишкових хвороб і насіння бур'янів. Спочатку нещільно зложені шари свіжого гною завтовшки 80-100 см прогріваються до 60-70 °С, а на третій-п'ятий день сильно ущільнюються. Таким чином вкладають не менше 3-4 шари, щоб висота штабелю після ущільнення була не менша 2 м.

При нещільному укладанні гною в невеликі бурти менше як 3 м завширшки, створюються аеробні умови. Активність мікрофлори в цих умовах різко зростає, гній розігрівається, відбувається інтенсивне розкладання органічної речовини. Такий спосіб зберігання гною називають гарячим. Він призводить до значних втрат елементів живлення.

Втрати азоту й органічної речовини значно

зменшуються при компостуванні гною з ґрунтом або з гіпсом. Це можна пояснити тим, що в таких умовах діяльність мікроорганізмів пригнічується, а також тим, що аміак з гіпсом частково перетворюється на сульфат амонію. При компостуванні з ґрунтом зменшуються втрати азоту за рахунок вбирання аміаку ґрунтовым вбирним комплексом (ГВК).

Від способу зберігання гною залежить його хімічний склад. Зокрема, при гарячому способі зберігання гній на солом'яній підстильці містить 38,6 % органічної речовини, 28 – азоту, 34,4 % аміаку, а при холодному – відповідно 14,2, 12,5 та 18,0 %.

Об'єм і склад гною змінюється залежно від тривалості зберігання. Зменшення об'єму гною на 20-25 %, що при щільному укладанні спостерігається через 3-4 місяці, та побуріння соломи відповідають напіврозкладеному стану гною.

За тривалішого зберігання, коли об'єм зменшиться наполовину, решток соломи розпізнати не можна, а маса стає чорною, маслянистою, утворюється перепрілий гній. Коли об'єм зменшиться на $\frac{3}{4}$, а маса гною стане розсипчастою, землястою, дрібнозернистою, то це утворюється перегній.

Гній зберігають у гноєсховищах і польових буртах. Гноєсховища бувають двох типів: наземні – зацементовані майданчики, з бічними стінками і нахилом для стікання гноївки та поглиблені – котловани до 1 м завглибшки, що мають водонепроникне дно з нахилом для стоку та колодязем для збирання гноївки.

У поглиблених гноєсховищах гній розкладається повільніше, азоту втрачається менше, добриво буває кращої якості.

Якщо гній у гноєсховищах або буртах дуже розігрівається або пересихає, його потрібно додатково

ущільнити і полити гноївкою.

При укладанні гною в бурти його можна пересипати фосфоритним борошном (2% від маси гною). Таке компостування зменшує втрати азоту і збільшує вміст доступного фосфору, тобто підвищує удобрювальні властивості гною.

Сеча і гноївка. Сеча ВРХ містить 0,6 % N, 0,01 – P₂O₅, 0,5 – K₂O; коней – 1,5 % N, 0,01 – P₂O₅, 1,6 % K₂O; свиней – відповідно 0,5, 0,07 та 0,9 %. Гноївка, яка є сумішшю сечі та води, у середньому містить 0,25 % N, 0,01 – фосфору і 0,5 % калію.

Поживні речовини у сечі та гноївці перебувають у легкодоступних формах. Сечу і гноївку зберігають у сечозбірниках, які будують на віддалі 5 м від тваринницьких приміщень. Для зменшення втрат азоту сечозбірник заповнюють відпрацьованим тракторним маслом з розрахунку 3 л на 1 м² площі.

За стійловий період від однієї голови ВРХ збирають 2 т гноївки. Її використовують як основне удобрення (20-30 т/га) під зернові, кормові й технічні культури, для підживлення лук і пасовищ. До гноївки можна додавати фосфорні й навіть калійні добрива.

Пташиний послід. Дуже цінне швидкодіюче концентроване і найбільш повне добриво. Крім макроелементів, у ньому містяться мікроелементи (марганець, кобальт, мідь). Вихід пташиного посліду від кожної птиці такий: курей – до 6 кг, качок – 8, гусей – 11 кг. Найбільше поживних речовин у посліді курей. У ньому міститься 1,6 % від маси сирої речовини азоту, 1,5 – фосфору, 0,8 – калію, 2,4 % кальцію. Качиний і гусячий містять відповідно 0,7, 0,9, 0,6, 1,1 % та 0,5, 0,9 і 0,8 %.

За два місяці зберігання пташиного посліду втрачається до 50 % азоту. Щоб зменшити ці втрати, потрібно застосовувати торф'яну підстилку, а послід при

зберіганні перешарувувати сухим торфом у кількості 15-20 % від його маси. Можна додавати суперфосфат (5-10 %).

Як основне удобрення пташиний послід використовують під просапні культури, льон та ін. Для удобрення озимих пташиний послід вносять під час передпосівної культивування у нормі 5-6 т/га, під просапні – 8-10 т/га. Якщо виготовляють компости з торфом, то норми збільшують, і вони становлять відповідно 12-15 і 20-25 т/га.

Торф і торфокомпости. Торф містить усі потрібні для живлення рослин речовини, тому є цінним добривом. Торфи розрізняються за ботанічним складом, ступенем мінералізації та зольністю.

Найбільше в торфах міститься азоту, проте він перебуває у формі органічних сполук, важкодоступних для рослин. Лише після розкладання торфу під впливом мікроорганізмів азот переходить у легкодоступні форми.

Вміст фосфору в торфах незначний – 0,01-0,27 %, але трапляються віванітові торфовища, які містять до 20 % фосфору. Такі торфовища після провітрювання можна використовувати як фосфорне добриво. Провітрювання торфу протягом 1,5 місяця сприяє знешкодженню різних закисних сполук, які негативно впливають на сільськогосподарські рослини.

Калію і кальцію в торфах міститься переважно теж небагато – відповідно 0,07-0,12 та 0,17-2,48 %. Торф заготовляють пошарово-поверхневим способом з травня по вересень. З 1 га за цей час можна заготовити до 900-1500 т торфу.

Щоб перевести важкодоступні форми поживних речовин у легкодоступні, торф краще прокомпостувати з добривами, багатими на мікрофлору: гноєм, фекаліями, гноївкою, сечею тощо.

Найкращі умови для компостування створюються

влітку при вологості компосту 60-70 %.

Торфогнойові компости. На майданчику поля, яке удобрюватимуть, розкладають торф 40 %-ї вологості, шаром 20-30 см заввишки. Зверху кладуть майже такий самий шар гною, потім знову шар торфу і так повторюють доти, поки висота бурту не досягне 1,5-2 м. Закінчують укладання шаром торфу.

Взимку на 1 частину гною беруть 1 частину торфу, влітку торфу можна брати в 3-4 рази більше, ніж гною. До кислих торфів додають 2-5 % вапна або мергелю.

Торфосечові компости виготовляють з усіх торфів, крім карбонатних. Шар торфу завтовшки 30-40 см і завширшки 3-4 м заливають сечею з розрахунку 0,5-1 т на 1 т торфу, зразу ж кладуть другий шар торфу і знову заливають сечею. Це повторюють доти, поки висота бурту не досягне 1-1,5 м, після чого його вкривають шаром торфу 20-30 см завтовшки.

Торфофекальні компости. Для їх приготування підсушений до 40 %-ї вологості торф змішують з фекаліями безпосередньо у вигрібних ямах у співвідношенні 1 т торфу та 0,25-0,5 т фекалію.

Ці компости можна готувати безпосередньо в полі так само, як і торфосечові. Висока температура знищує патогенні бактерії і яйця глистів, які можуть бути у фекаліях. Такі компости є швидкодіючими, тому вносять їх у порівняно невеликих нормах: під озимі зернові – 10-15 т/га, під кукурудзу на силос – 18-20, під овочеві – 20-25, під льон – 5-6 т/га.

Торфомінеральні компости виготовляють так само, як і інші, додаючи до торфу, залежно від його хімічного складу, фосфоритне борошно (до 2 %, коли торф кислий), суперфосфат (1-1,5 %), попіл або каїніт (0,5-1 %), вапно (3-5 %).

Вапно зменшує кислотність і посилює

мікробіологічні процеси. Вологість підтримують на рівні 60-70 %, періодично поливаючи масу гноївкою, сечею або водою.

Торфорослинні компости. Їх приготування пов'язане з безпосереднім вирощуванням рослин на окультурених торфовищах. Наприклад, для приготування торфолоупинового компосту на окультуреному торфовищі сіють люпин. Під оранку вносять по 60-90 кг/га фосфорних і калійних добрив. Насіння люпину обробляють нітрагіном і висівають з розрахунку 2 ц/га. Наприкінці цвітіння рослини коткують важкими котками, подрібнюють дисковими боронами і приорюють на глибину 14-16 см. Потім перемішують з торфом, рослинну масу згортають у купи. Співвідношення об'єму зеленої маси до об'єму торфу 1 до 10. Через два місяці торфорослинним компостом можна удобрювати поля.

Якщо післяжнивні й кореневі рештки разом з торфом загортають у купи для компостування, то одержують торфо- кореневі компости.

Бактеріальні компости. Для їх приготування застосовують препарати АМБ (автохтонна мікрофлора Б), які прискорюють розкладання торфу, оскільки це комплекс живих аеробних мікроорганізмів, що діють так, як амоніфікатори, нітрифікатори, азотфіксуючі, бактерії, а також бактерії, які розкладають клітковину й фосфорорганічні сполуки.

Для приготування бактеріального компосту до 1 т торфу додають 1 ц вапна або фосфоритного борошна і 1 кг маточного розчину препарату АМБ. Витримують у теплому приміщенні (при 20-25 °С) при вологості 50 %, перемішуючи один раз на тиждень. На 1 га вносять не менше як 300 кг розбавленого препарату, а на 10 т торфу – 250-500 кг. Для приготування компостів застосовують також азотобактерин. Його вносять по 0,5-1 кг на 1 т

компосту.

Амонізовані торфокомпости. До 1 т торфу додають 10-15 л аміачної води, яка містить 20 % азоту.

Для приготування збірних компостів використовують різні покидьки, зокрема солом'яні рештки, до яких додають багату на перегній землю, торф, органічні рештки, а також трохи гною, фекалії, які перекладають шарами. До цих компостів додають ще 1-2 % попелу чи вапна, зволожують до 70 %. Коли солома стає бурюю і легко розривається, компостування закінчено.

Міське сміття і промислові органічні відходи. З відходів комунального господарства, крім фекалій, найбільше значення має міське сміття. Використовувати свіже сміття для удобрення не можна, бо воно містить різні патогенні мікроорганізми, яйця глистів тощо. Використовують його як добриво тільки після компостування. Компостувати можна хатнє сміття, сміття вулиць і базарів.

Як органічні добрива також використовують осад з відстійників полів зрошення і біологічних станцій, сажу, мул ставків та озер, відходи тютюнових фабрик, відходи від виробництва штучних пластмас, вовняні й шкіряні відходи тощо.

Рідкий гній. Внаслідок переходу тваринництва на промислову основу на великих фермах худобу утримують без підстилки. Одержаний при такому утриманні рідкий гній є сумішшю калу і сечі тварин, а також технологічної води. Вологість його 93-97 %. У рідкому гної від 50 до 70 % азоту міститься в аміачній формі й добре засвоюється рослинами.

Для зберігання рідкого гною на тваринницьких комплексах будують спеціальні залізобетонні ємкості місткістю 1-5 тис. м³. Строк зберігання 2-6 місяців. Внесення рідкого гною (40-80 т/га) значно підвищує

урожайність багаторічних трав, зернових культур, картоплі, кукурудзи, кормових буряків тощо.

Зелене добриво. Так називають зелену масу рослин-сидератів, які вирощують для заорювання в ґрунт. Для сидерації вирощують бобові культури (багаторічний і однорічний люпин, сераделу, буркун та інші), а також гірчицю, гречку, озимий і ярий ріпак, озиме жито, фацелію.

Зелене добриво комплексно діє на ґрунт: сприяє нагромадженню азоту і гумусу, зменшенню вимивання мінеральних речовин й ефективнішому використанню опадів, поліпшує фізичні властивості ґрунту, запобігає розвитку ерозії, знижує забур'яненість полів, ураження рослин хворобами і пошкодження шкідниками.

Зелена маса люпину містить 0,48-0,5 % азоту, 0,11-0,12 фосфору і 0,15-0,18 % калію. Приорюють сидерат за 20-25 днів до сівби озимих, на легких ґрунтах на глибину 15-20, а на важких – на 12-15 см [41].

4.5. Мікробні біотехнології у сільському господарстві

Тільки за роки незалежності України розроблено конкурентоспроможні біотехнологічні продукти, які готові до впровадження чи вже використовуються в таких галузях, як тваринництво, ветеринарія, рослинництво, кормовиробництво.

Тваринництво і ветеринарія. Інфекційні хвороби молодняку сільськогосподарських тварин знижують продуктивність галузі й значно збільшують собівартість продукції. Це особливо шкодить на тваринницьких комплексах і птахофермах, де можливі спалахи інфекцій.

Традиційно для профілактики та лікування інфекційних хвороб у ветеринарії застосовують антибіотики і хіміотерапевтичні засоби. Це призводить до того, що за короткий час збудники захворювань

виробляють стійкість проти цих препаратів і вони перестають бути ефективними протимікробними засобами. На відміну від них, застосування пробіотиків на основі живих культур мікроорганізмів створює можливість уникати цих вад при достатньо високій ефективності дії.

В Інституті мікробіології і вірусології НАНУ розроблено пробіотики на основі спороутворюючих та молочнокислих бактерій – бактерин-SL, ендоспорин, біоспорин, субалін, лактосан, бовілакт, лакгин та ін. Ці препарати застосовують для профілактики та лікування гострих кишково-шлункових захворювань молодняку сільськогосподарських тварин. Вони мають широкий спектр антагоністичної дії до патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів і в той же час не впливають негативно на нормальну мікрофлору шлунко-кишкового тракту. Препарати не викликають звикання до них збудників захворювань. Бактерин-SL, крім того, має здатність індукувати продукцію ендогенного інтерферону та стимулювати фагоцитарну активність лейкоцитів крові тварин. Субалін, створений методами генної інженерії, – перший у світі рекомбінований пробіотик на основі штаму *Bacillus subtilis*. За рахунок введення в бактерії генетичної інформації, що кодує продукцію α -2-інтерферону людини, він характеризується високою антибактеріальною дією до широкого спектра патогенних та умовно-патогенних бактерій, а також вірусів.

Препарати на основі молочнокислих бактерій крім, імуномодельючих, мають також антиоксидантні властивості завдяки продукції таких метаболітів, як вітаміни групи В, молочна кислота й лізоцим.

При профілактичному та лікувальному використанні препарату бактерин-SL збереження молодняку сільськогосподарських тварин становить 98-99 %. Додавання до кормів лактину, лактосану та бовілакту

забезпечує збільшення приросту живої маси тварин на 10 % і зменшення падежу у 2-3 рази.

Для ефективного лікування і профілактики ендометритів та запальних захворювань пологових шляхів маточного поголів'я великої рогатої худоби створено ендоспорин. Він має комплексну біологічну дію – пригнічує розвиток патогенної мікрофлори і стимулює імунні реакції організму тварин.

Всі перелічені препарати захищені патентами України і пройшли державну реєстрацію.

У ветеринарній практиці вельми перспективним є застосування імуномодуляторів, до яких належать спленоферони, анімаферони, вірекси – препарати сімейства інтерферонів. В ІМВ НАНУ розроблено оригінальну технологію одержання цих препаратів із використанням клітин тварин та індукторів різного походження. Дія цих препаратів видоспецифічна, тому їх готують для різних видів тварин: овець (*ovivirex*), кролів (*lagovirex*), великої рогатої худоби (*bovivirex*), норок (*lutrevirex*), курчат (*gallivirex*). Ці препарати підсилюють продукцію антитіл при вакцинації. Внаслідок цього значно підвищується стійкість організму проти інфекційних агентів, підсилюється їх виділення, що сприяє швидкому досягненню клінічного ефекту у захворілих тварин і запобіганню розвитку хвороби. Вони не отруйні, не шкідливі, не викликають побічних явищ, у тому числі алергічних проявів.

За розробленою в ІМВ НАНУ технологією екстрагування з вилючкової залози телят біологічно активної низькомолекулярної субстанції одержують препарат тимоіндуктин з імуномодулюючими властивостями. Він здатний прискорювати синтез антитіл в організмі, що зумовлює захисну дію при вірусній і бактеріальній інфекціях.

Кормовиробництво. Для збереження поживної цінності кормової рослинної сировини при силосуванні розроблено й успішно використовують біоконсервант комплексної дії – літосил. Він створений на основі молочнокислих бактерій, селекціонованих в ІМВ НАНУ. Сконструйована мікробна асоціація характеризується високою швидкістю росту і утворює кислоти, які пригнічують ріст гнильних мікроорганізмів та надають силосу якісних органолептичних властивостей. Літосил можна застосовувати для консервування всіх видів однорічних і багаторічних зернових культур та їх сумішей з бобовими, а також жому, подрібненого зерна кукурудзи й рештків рослинництва.

Мікроорганізми, що входять до складу літосилу, збагачують силос такими біологічно активними речовинами, як вітаміни і амінокислоти. Тому застосування літосилу сприяє зниженню втрат поживних речовин в закладеній на зберігання масі на 15% і одержанню силосу першого класу. Крім того, молочнокислі бактерії, на основі яких створено літосил, добре приживаються у шлунково-кишковому тракті тварин і нормалізують його мікрофлору. Це в свою чергу позитивно впливає на процеси травлення та засвоєння кормів худобою.

Кормовий препарат бета-каротин (продуцент – мукоровий гриб *Blakeslea trispora*) застосовують як кормову добавку при годівлі птиці, свиней, овець, великої рогатої худоби, кролів та риби. Препарат містить каротин, вітамін Е, ліпіди, протейни, амінокислоти, в тому числі й незамінні. Тому він стимулює захисні функції організму тварин, нормалізує функції гормональних систем, підвищує окислювально-відновні процеси, виявляє радіопротекторну дію.

Рослинництво. Однією з головних проблем

сучасного землеробства є розробка високоефективних ресурсозберігаючих агротехнологій, які зможуть забезпечувати не тільки одержання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур, а і розширене відтворення родючості ґрунтів.

Створення таких технологій повинно передбачати вирішення проблем трансформації гумусу, азоту, фосфору та інших поживних елементів у ґрунті. Крім того, важливим є виведення нових сортів рослин з високою здатністю використання біологічного азоту. На жаль, ряд сортів втратили цю якість, оскільки їх селекцію проводили на високих агрофонах і без урахування можливості забезпечувати інтенсивний розвиток азотфіксуючих мікроорганізмів в зоні коренів.

У процесах трансформації азоту в ґрунті головна роль належить мікроорганізмам, які відповідають за такі процеси, як амоніфікація, нітрифікація, азотфіксація та денітрифікація. Саме недостатня увага до мікробіологічного фактора трансформації азоту є однією з причин низької ефективності використання азотних мінеральних добрив, надмірного нагромадження нітратів у рослинній продукції та масового забруднення біосфери окислами азоту.

Оцінюючи обстановку яка склалася, все більше дослідників вважають, що внесення мінеральних добрив під основні сільськогосподарські культури не повинно перевищувати доз фізіологічного оптимуму. В Інституті сільськогосподарської мікробіології НААН розроблено й апробовано ряд тестів на визначення для сільськогосподарських культур фізіологічного оптимуму азоту та фосфору.

Відомо, що на фізіологічний оптимум поживних речовин для рослин суттєво впливають бактеріальні препарати. Це екологічно чисті добрива комплексної дії,

оскільки мікроорганізми, на основі яких вони створені, не тільки фіксують азот атмосфери або трансформують фосфати ґрунту, а й продукують амінокислоти, ристактивуючі сполуки та речовини антибіотичної природи, що стримують розвиток фітопатогенів. Найвідомішими серед таких препаратів є бактеріальні добрива під бобові культури, розроблені на основі симбіотрофних азотфіксуючих мікроорганізмів. Економічна доцільність їх використання підтверджена в практиці сільськогосподарського виробництва багатьох країн.

Нині, коли землеробство України функціонує в умовах від'ємного балансу гумусу, а також фосфору, азоту та інших поживних речовин, саме широке застосування біопрепаратів, створених вітчизняними мікробіологами, є суттєвим ресурсом підвищення продуктивності рослинництва. Перелік біотехнологічних продуктів – мікробних препаратів для рослинництва за останні роки значно розширився і включає такі, що створені на основі вільноживучих, асоціативних, симбіотрофних азотфіксуючих, фосфат-мобілізуєчих мікроорганізмів, а також препаратів бінарної дії за рахунок поєднання різних мікроорганізмів або бактерій і ендомікоризних грибів.

В цілому, нагромаджений досвід свідчить, що застосування бактеріальних добрив під овочеві, бобові, зернові та технічні культури сприяє поліпшенню мінерального живлення рослин, підвищенню врожаїв і одержанню високоякісної продукції при раціональних витратах мінеральних добрив, поліпшенню екологічного стану ґрунтів та їх родючості. І все це при відносно низькій ціні на препарати.

При виробництві бактеріальних добрив вітчизняні розробники приділяли велику увагу не тільки селекції або підбору штамів мікроорганізмів, а й розробці сучасної

технології виготовлення препаратів та їх застосування.

Важливу роль у створенні екологічно збалансованого сільськогосподарського виробництва відіграють мікробіологічні засоби захисту рослин від хвороб та шкідників. Ми вже зазначали, що серед азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів, на основі яких створено бактеріальні добрива, багато штамів є антагоністами фітопатогенної мікрофлори. Серед препаратів спеціального призначення, відомі такі як біоплант, ризоплан та поліміксобактерин. В ІМВ НАНУ на основі ендодітної бактерії *Bacillus subtilis* створено високоефективний препарат фітоспорин, який застосовують для обробки насіння сільсько-господарських культур замість протруювання його хімічними пестицидами. Клітини і спори бактерій, які є основою препарату, швидко проникають у тканини проростків і захищають рослин від патогенів, контамінуючих внутрішні органи. Застосування фітоспорину сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур на 20 %.

Оздоровлення рослин, і насамперед картоплі, від вірусних хвороб потребує створення і застосування діагностиків. Сучасні методи діагностики ґрунтуються на застосуванні таких високочутливих методів як імуноферментний аналіз (ІФА), ланцюгово-полімеразна реакція (ЛПР) тощо. Співробітники Інституту сільськогосподарської мікробіології НААН одержали експериментальні партії тест-систем на основі ІФА до вірусів картоплі (ХВК, МВК, СВК, ВСАК) і налагодили їх виробництво. За достовірністю результатів аналізу ці тест-системи не поступаються тест-системам фірми Берінгер Манхайм з Німеччини.

Для боротьби із шкідниками сільськогосподарських рослин розроблено та випускають у багатьох країнах препарати на основі *Bacillus thuringiensis*. Це ентобактерин,

дендробіцилін, гомелін, лепідоцид, турингін, бактокуліцид та БП (Росія); дипел, параспорин, боград, біотрол та турицид (США); біоспор 2802 (Німеччина); бактоспеїн (Франція); бактукал (Югославія); бактуцид та екзобак (Італія); туринжин (Румунія); бацилан (Польща). На жаль, налагодженого виробництва препаратів на основі *Bac.thuringiensis* в Україні досі немає.

Одним з нових препаратів, запропонованих вітчизняними фахівцями для боротьби з мікоінфекціями, зокрема, корневими патогенами, є хетомік створений на основі гриба-антагоніста з роду *Chaetomium* [32].

4.6. Мінеральні добрива

Мінеральні добрива – це швидкодіючі речовини мінерального походження, які порівняно швидко засвоюються рослинами.

Азотні добрива одержують на промислових підприємствах з аміаку й азотної кислоти. Це кристалічні порошки білого або жовтого кольору, які добре розчиняються у воді. Залежно від форми сполуки, до якої входить азот, ці добрива поділяють на такі групи: аміачні (амонійні) – містять азот в аміачній (амонійній) формах (NH_3 , NH_4^+); нітратні – містять азот у нітратній формі (NO_3^-) – це солі азотної кислоти; аміачно-нітратні, які містять азот у вигляді аміаку і нітратів; амідні – містять азот в амідній формі NH_2 .

Рідкі азотні добрива виділяють в окрему групу.

Аміачні добрива містять декілька елементів.

Сульфат амонію $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ – дрібно-кристалічна сіль сірого, зеленого або біло-голубого кольору. Вміст азоту 20-21 %. Добре розчинне у воді, малогігроскопічне, не злежується, добре вбирається ґрунтом. Це фізіологічно кисле добриво, від внесення якого в чорноземах утворюється гіпс (CaSO_4), а на підзолистих ґрунтах –

сірчана кислота. Тому разом з внесенням сульфату амонію кислі ґрунти потрібно вапнувати.

Хлористий амоній (NH_4Cl) містить 24-25 % азоту. Це фізіологічно кисле добриво білого або жовтого кольору, дрібнокристалічна сіль, малогігроскопічне, не злежується, добре розсівається. Містить багато хлору (близько 66,6 %), тому його застосування погано впливає на врожайність і якість культур, які негативно реагують на хлор (картопля, гречка, льон). Найкраще це добриво вносити восени під оранку для вимивання хлору за осінньо-зимовий період.

Сульфат амонію-натрію [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{NaSO}_4^-$] містить близько 16 % азоту. Одержують його як побічний продукт при виробництві капролактаму. Рекомендується для застосування на чорноземних ґрунтах і сіроземах.

Нітратні добрива. Натрієва селітра (NaNO_3) містить 15,5-16 % азоту і 26 % натрію. Це дрібнокристалічна гіркосолона сіль білого або бурувато-жовтого кольору. При зберіганні в сприятливих умовах не злежується. В умовах достатнього зволоження перекристалізовується з утворенням крупних кристалів. Це фізіологічно лужне добриво, оскільки рослини вбирають аніон NO_3 , а в ґрунті залишається катіон Na^+ , який з гідроксидом OH^- утворює луг NaOH . Воно ефективне на кислих ґрунтах.

Кальцієва селітра [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$] містить 15-16 % азоту. Дуже гігроскопічне добриво. Випускається у вигляді гранул (круглих і у формі лусок) жовтуватого кольору. Для зменшення гігроскопічності поверхню гранул покривають тонким шаром гіпсу, парафіну або інших речовин. Азот у кальцієвій селітрі дуже рухомий, тому вносити її у ґрунт потрібно безпосередньо перед сівбою, щоб елемент живлення не вимивався. Застосовують це добриво насамперед на кислих підзолистих ґрунтах.

Аміачно-нітратні добрива. Аміачна селітра (NH_4NO_3) містить 34-35 % азоту, добре розчиняється у воді й швидко засвоюється рослинами. Добриво може випускатися у вигляді гранул або кристалів білого, жовтого, а часом і червонуватого кольору. Характеризується високою гігроскопічністю. При зберіганні в перезволожених умовах перекристалізовується й утворює тверді брили, на подрібнення яких перед внесенням потрібні додаткові затрати праці. Щоб запобігти вимиванню нітратного азоту, аміачну селітру слід застосовувати для передпосівного удобрення і підживлення культур під час вегетації.

Оскільки аміачна селітра – фізіологічно кисле добриво, то для запобігання підкисленню дерново-підзолистих і опідзолених ґрунтів, перед внесенням її доцільно змішувати з розмеленим вапном у співвідношенні 1:1.

Вапняно-аміачна селітра ($\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$). Це аміачна селітра, яка нейтралізована у заводських умовах внаслідок змішування її з вапном у співвідношенні 3:2. Вміст азоту становить 18-23 %.

Добриво дуже гігроскопічне, тому випускається в гранульованому вигляді, завдяки чому не злежується і добре розсівається. Вапно нейтралізує кислотність нітрату амонію, тому на кислих ґрунтах ця селітра ефективніша, ніж аміачна селітра під такі культури, як буряки, озима пшениця, конюшина. Це добриво дуже поширене в країнах Західної Європи.

Нітрат-сульфат амонію [$2\text{NH}_4\text{NO}_3 \times (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] містить 25-27 % азоту, з яких 18-19 % в амонійній формі і 7-8 % у нітратній. Це гранульована або дрібно-кристалічна, сірувато-біла речовина.

Добриво менш гігроскопічне, ніж аміачна селітра, при зберіганні менше злежується і добре розсівається, але

має вищу фізіологічну кислотність.

Амідні добрива. Сечовина, або карбамід $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, – тверде органічне азотне добриво з вмістом 46 % азоту у вигляді амідів. Це кристалічна або гранульована речовина, яка має добрі фізичні властивості, майже не злежується під час зберігання і добре розсівається. Це гідролітично лужна сіль, тому в перші дні після внесення може підлужнювати розчин. Але після засвоєння рослинами всього азоту в ґрунті не залишається ні кислих, ні лужних залишків, і реакція ґрунту не змінюється. Це найкраще добриво для позакореневого підживлення озимої пшениці. Навіть у підвищених концентраціях (1-5 %) вона не викликає опіків у рослин і сприяє підвищенню білковості зерна.

При внесенні в ґрунт карбамід треба своєчасно загортати, тому що втрати азоту з вуглекислого амонію у вигляді аміаку можуть становити 70 %.

Сечовино-формальдегідне добриво, або карбаміформ, є продуктом конденсації сечовини з формальдегідом. Це азотне добриво повільної дії, оскільки містить важкорозчинні форми азоту. Вміст азоту в ньому 37-40 %, в тому числі водорозчинного 4-10 %. Перспективне для районів достатнього та надмірного зволоження, а також в умовах зрошення.

Сечовино-ацетальдегідне добриво містить 36-38% азоту. Подібне за властивостями до сечовино-формальдегідного добрива. Добувають конденсацією сечовини, формальдегіду і ацетальдегіду.

Крім вищеописаних форм амідних добрив, можуть випускатися такі, як кротоніл і дендисечовина (КДС), які містять 30 % азоту, ізобутил і дендисечовина (ІБДС) з вмістом 32% азоту та оксамід, що містить 31,8 % азоту. Ці добрива слабо або погано розчиняються у воді.

Рідкі азотні добрива. Рідкий аміак (NH_3) містить 82,3 % азоту. За зовнішнім виглядом це безбарвна рідина з

відносно низькою густиною (0,61 при 20 °С). На повітрі бурхливо кипить і швидко випаровується, тому його зберігають у спеціальних цистернах. Вносити в ґрунт потрібно на глибину 12-18 см культиваторами-рослинопідживлювачами.

Аміачна вода (NH_4OH) – це водний розчин аміаку. Має жовтуватий колір і запах нашатирного спирту. Вміст азоту в ній становить 20,5 або 10 %, аміаку – відповідно 25 або 22 %. Перевозять і зберігають аміачну воду також у спеціальних цистернах і балонах. Вносять добриво на легких ґрунтах на глибину 12-16, а на важких 8-12 см.

Рідкий аміак і аміачну воду використовують як основне удобрення, а також для підживлення кукурудзи, коренеплодів, картоплі.

Аміакати – це рідкі азотні добрива, які є розчинами деяких азотних добрив (аміачної селітри або суміші сечовини і кальцієвої селітри в аміачній воді). За зовнішніми ознаками – це жовтуваті або безбарвні рідини із сильним запахом аміаку. Вміст азоту в них коливається від 30 до 45%.

Плав – це безбарвна або слабозабарвлена рідина, яка містить 30 % азоту. Складається з розчинів аміачної селітри та сечовини. Кристалізується при температурі 3 °С. Перевозять і зберігають плав у сталевих цистернах, які після використання плаву негайно промивають водою. Вносять плав перед сівбою і під час підживлення. Всі рідкі азотні добрива мають властивості аміачно-нітратних добрив.

Для зберігання і застосування рідких азотних добрив потрібні герметичні резервуари. Без яких втрати азоту можуть бути значними. Рідкі добрива дають можливість механізувати транспортування та внесення їх у ґрунт. За ефективністю вони не поступаються твердим добривам.

Фосфорні добрива. Основною сировиною для виробництва фосфорних добрив є апатити, фосфорити, відходи металургії (томасшлак та мартенівський фосфатшлак) і м'ясопереробної промисловості (кісткове борошно). За розчинністю і доступністю для рослин фосфорні добрива поділяють на водорозчинні (суперфосфат простий, гранульований і подвійний); розчинні тільки в слабких кислотах (преципітат, знефторений фосфат, мартенівський фосфатшлак, томасшлак та ін.); нерозчинні у воді й погано розчинні в слабких кислотах (фосфоритне і кісткове борошно).

Суперфосфат простий $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ випускають у вигляді темно- і світло-сірого порошку й гранул розміром до 1-4 мм. Вміст фосфору не менше 10 %. Швидко переходить у важкорозчинні форми.

Гранульований суперфосфат має такий же хімічний склад, але випускається у вигляді гранул. Не злежується. Містить трохи більше фосфору (19,5-22 %). Ефективніший, ніж простий суперфосфат. Одна норма гранульованого суперфосфату може зумовити такий же ефект, як у три рази більша норма порошкоподібного. Його застосовують як основне (допосівне) добриво з наступним приорюванням, при сівбі в рядки, а також для підживлення.

Подвійний суперфосфат. Це концентроване фосфорне добриво, яке містить 38-54 % фосфору. Одержують його розкладанням розмелених природних фосфатів (apatитів або кісткового борошна) за допомогою концентрованої фосфорної кислоти. Норми внесення подвійного суперфосфату в два рази нижчі, тому зменшують затрати на його транспортування, зберігання і внесення.

Суперфос. Перспективне добриво, що містить 36 % H_2O_5 , з яких 60 % перебуває у доступній для рослин формі;

40 % – у вигляді $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. За ефективністю наближається до подвійного суперфосфату.

Преципітат. Порошкоподібне добриво білого або світло-сірого кольору, вміст фосфору в якому коливається від 27 до 46 %. Добриво не гігроскопічне, не злежується, добре розсівається. Фосфор у преципітаті розчинний у лимонній кислоті. На кислих ґрунтах це добриво ефективніше, ніж суперфосфат. Використовують як основне добриво.

Знефторений фосфат. Світло-сірий малогігроскопічний порошок, який містить близько 25-28 % лимоннорозчинного фосфору. Не злежується і добре розсівається. Його успішно використовують як основне добриво на кислих ґрунтах.

Томасшлак і мартенівський фосфатшлак. В Україні мартенівський фосфатшлак одержують при виплавленні сталі з керченських залізних руд. Це – важкий порошок темного кольору. Добриво має сильнолужну реакцію (рН 8-9), містить 8-12 % лимоннорозчинного фосфору.

До складу фосфатшлаку входять також оксиди кальцію (25-30 %), магнію (7-9 %) і марганцю (біля 10 %), сполуки заліза, кремнію та ін.

Томасшлак містить близько 25 % фосфору розчинного в лимонній кислоті.

За ефективністю ці добрива при внесенні під оранку на кислих ґрунтах не поступаються перед суперфосфатом. На чорноземах ефективність їх нижча.

Термофосфати добувають сплавленням або спіканням фосфоритів чи апатитів з лужними солями, шлаками і вапном. Внаслідок цього утворюються складні хімічні сполуки з вмістом 20-25 % лимоннорозчиненої форми P_2O_5 . За фізичними і хімічними властивостями термофосфати близькі до мартенівського томасшлаку чи

фосфатшлаку.

Фосфоритне борошно містить фосфор у формі $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Це порошок сірого, темно-сірого або коричневого кольору, негігроскопічний, не злежується, добре розсівається. Одержують фосфоритне борошно розмелюванням фосфоритів. Його можна змішувати з усіма видами органічних і мінеральних добрив. Залежно від якості вихідної сировини вміст фосфору у фосфоритному борошні вищого сорту становить не менше 30 %, першого сорту 25 %, другого – 22 %, третього – 19 %, четвертого – 16-18 %, рН фосфоритного борошна – 7,2-8,1.

Фосфоритне борошно важкорозчинне і слабодоступне для рослин. Лише під дією слабких кислот воно поступово переходить у більш доступні для рослин форми. Добре засвоюють фосфор з цього добрива такі культури, як гречка, гірчиця, бобові (люпин, горох, еспарцет). Вносити фосфоритне борошно бажано задовго до сівби і тільки на кислих ґрунтах. Якість його тим вища, чим тонший помел фосфориту.

Вівіаніти у своєму складі мають багато домішок. Містять до 28 % фосфору. У чистому вигляді трапляються рідко, найчастіше залягають у торфових болотах. Після просушування їх використовують на кислих ґрунтах з розрахунку 90-120 кг/га фосфору.

Калійні добрива. Сировиною для виробництва калійних добрив є природні калійні солі, каїніт, сильвініт, лангбейніт, теніт, калімаг, полігаліт та ін.

За вмістом поживних речовин калійні добрива поділяють на прості й концентровані.

Прості калійні добрива, до яких належить сильвініт, каїніт, карналіт, калімаг, калімагнезія, тепіт, полігаліт, лангбейніт, містять до 30 % калію (K_2O). Ці добрива, за винятком калімагу й калімагнезії, одержують

простим розмелюванням калійної породи і тому називають ще сирими калійними солями.

Концентровані калійні добрива містять понад 30 % калію (K_2O). До них належать хлорид калію, сульфат калію, 30 і 40 %-ні калійні солі, калійелектроліт, поташ.

Всі калійні добрива кристалічні й добре розчиняються у воді. Наявність хлору в складі деяких солей знижує цінність сухих добрив.

Прості калійні добрива. Сильвініт ($KCl \cdot NaCl$) містить два компоненти: сильвініт (KCl) і галіт $NaCl$). Вміст K_2O в ньому становить 12-18 %. Це крупнокристалічне добриво білого, рожевого, бурого, а іноді синюватого кольору. Воно мало гігроскопічне, добре розсівається, але при тривалому зберіганні злежується.

Каїніт містить калій у формі $KCl \cdot MgSO_4 \cdot H_2O$, з домішкою $NaCl$. Вміст калію в добриві 10-12 %. Це крупно- кристалічне добриво з сірими, білими і рожевими кристалами, мало гігроскопічне, добре розсівається. Недолік такий, як і у сильвініту: великий вміст хлору, який негативно впливає на розвиток рослин, чутливих до цього елемента. Вносять каїніт перед зяблевою оранкою під ярі зернові й просапні культури. Каїніт вважається найкращим калійним добривом для цукрових і кормових буряків.

Полігаліт містить калій у формі $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Вміст K_2O становить 12,0-14,5 %. Має також незначні домішки літію, марганцю, міді та інших елементів.

Полігаліт не містить хлоридів, а наявність у ньому інших макро- та мікроелементів підвищує його цінність як добрива, особливо на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Добриво не гігроскопічне і не злежується під час зберігання. Воно ефективне при застосуванні під картоплю, льон, буряки та інші культури.

Шеніт і лангбейніт. Вміст калію 20-23,3 %. За

хімічним складом, властивостями і дією на рослини ці добрива схожі на полігаліт, але великими скупченнями трапляються рідко і тому не дуже поширені.

Калімагнезія, або сульфат калію-магнію ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$) – дуже цінне калійне добриво, яке містить 25-30 % K_2O і 10-18 % MgO . Виробляють його із зневодненого шеніту. Воно не гігроскопічне, не злежується. Вважається найкращою формою калійних добрив для культур, які чутливі до хлоридів, особливо для картоплі, овочів. Підвищує урожайність картоплі, не знижуючи вмісту крохмалю в бульбах.

Калімаг ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$) одержують із лангбенітової породи після вилучення з нього за допомогою гарячої води $NaCl$. Вміст калію 19 %. Крім нього, є значні домішки магнію і сірки, що має велике значення для застосування на легких дерново-підзолистих ґрунтах. Як і калімагнезія, добриво має задовільні фізичні властивості, не гігроскопічне і є високоефективним для культур, які негативно реагують на хлор.

Концентровані калійні добрива. Хлорид калію (KCl), або хлористий калій. Це основне калійне добриво, яке одержують із сильвініту в результаті відокремлення хлористого калію від хлористого натрію ($NaCl$). Вміст K_2O 56-62%. За зовнішнім виглядом хлорид калію білого або кремового кольору з домішкою червоних або оранжевих кристалів. Вміст хлору в ньому в 4-5 разів менший, ніж у сильвінітів. Тому застосовувати його можна під усі культури.

40 %-ва калійна сіль – це суміш тонко-розмеленого сильвініту з хлористим калієм. Вміст калію (K_2O) не менше 40 %. За зовнішнім виглядом – це кристалічна сіль різного кольору (сірого, білого, рожевого, оранжевого). Сіль є ефективним добривом для культур, які позитивно реагують на натрій. Якщо його вносити під культури,

чутливі до хлору, то це слід робити заздалегідь.

Сірчаноокислий калій, або сульфат калію (K_2SO_4) містить 48-52 % K_2O . Одержують його з лангбейнітової породи. Добриво має білий або кремовий колір, не гігроскопічне, кристалічне, добре розсівається, не злежується. Це дуже цінне добриво для культур, які чутливі до хлору (картопля, гречка, тютюн, виноград, багаторічні трави та ін.).

Калій-електроліт ($KCl \cdot MgCl_2$) містить 32 % калію. Його одержують з карналіту при виробництві магнію. Це добриво містить багато хлору, тому за дією на рослини наближається до сільвініту.

Поташ (K_2CO_3) – концентроване калійне добриво, яке містить 55-60 % K_2O . Одержують його як відходи алюмінієвого виробництва з нефеліну. Має сильнолужну реакцію, дуже гігроскопічне, погано розсівається. Поташ не містить хлору, тому рекомендується на кислих ґрунтах і під культури, які до нього чутливі. Вносять його у суміші з сухим торфом у співвідношенні 1:1 або 2:1. Це забезпечує краще розсівання.

Попіл – місцеве мінеральне добриво, яке містить усі необхідні для рослин зольні елементи. Калій у ньому перебуває у формі поташу. Вміст калію в попелі залежить від хімічного складу спалюваного матеріалу і коливається в основному від 10 % (у попелі деревних порід) до 38 % (у попелі гречки, соняшнику). Найменше калію містить попіл з торфу і кам'яного вугілля (0,5-1,2 і 0,12 %).

Використовують попіл як добриво під усі культури і на всіх ґрунтах, крім солонців, солончаків та солодів.

Цементний пил – це відходи цементної промисловості, які містять 10-15 % калію. Добриво фізіологічно лужне, ефективне на кислих ґрунтах під культури, чутливі до хлору.

Комплексні добрива містять одночасно два або три

основних елементи живлення. У них часто є мікроелементи, фунгіциди, гербіциди та інші хімічні речовини, які сприяють кращому росту і розвитку сільськогосподарських культур. Ці добрива поділяють на три групи: змішані (механічна суміш простих добрив); складні (в кожній молекулі хімічної сполуки міститься два або три елементи живлення); комбіновані (в гранулі міститься два або три елементи живлення). Крім того, виділяють рідкі (РКД) і суспендовані (СРКД) комплексні добрива. Застосування цих добрив знижує затрати на транспортування і внесення.

Змішані добрива виготовляють за допомогою машин-змішувачів безпосередньо в господарствах або на заводах. Суміші готують перед внесенням у ґрунт, тому що під час зберігання погіршуються їхні властивості (затвердіння, підвищення вологості та ін.).

Найчастіше застосовують такі суміші: аміачна селітра з суперфосфатом і хлористим калієм; сечовина з сульфатом амонію (в гранулах); сечовина з амофосом або діамофосом. Суміші виготовляють з врахуванням забезпеченості ґрунту елементами живлення і потреб рослин у цих елементах.

Складні добрива. До цієї фупи належать амофос, діамофос, калійна селітра та ін.

Амофос. Вміст азоту становить 10-12 %, фосфору 46-50 %. Має добрі фізико-хімічні й механічні властивості. Застосовують амофос як основне і особливо припосівне (в рядки) добриво, в усіх зонах. Найбільшу ефективність проявляє на чорноземах, дерново-підзолистих ґрунтах. Недоліком цього добрива є те, що в нього широке співвідношення (1:4) між азотом і фосфором, тоді як багато сільськогосподарських культур потребують більше азоту, ніж фосфору. Його застосовують для приготування сумішей і зменшення гігроскопічності інших добрив.

Діамофос $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$ містить 20-21 % азоту і 51-53 % P_2O_5 . Це найбільш концентроване складне добриво, розчинне у воді, з добрими фізичними властивостями. Як і амофос, його одержують насиченням фосфорної кислоти аміаком. Діамофос має більш сприятливе співвідношення (1:2,5) між азотом і фосфором, ніж амофос. Використовують майже на всіх ґрунтах, особливо на чорноземах для основного удобрення і для підживлення технічних, зернових та овочевих культур. Він довго зберігається і добре змішується з усіма добривами.

Калійна селітра (KNO_3) – подвійне складне добриво, яке містить 13 % азоту і 46 % калію. Має добрі фізичні властивості. Характеризується широким співвідношенням між азотом і калієм (1:3,5), тому при внесенні під більшість сільськогосподарських культур до нього потрібно додавати азот і фосфор. Виготовлені суміші мають добрі фізичні властивості, і їх можна вносити під чутливі до хлору культури.

Фосфат амонію-калію. Складне добриво, яке містить 5 % азоту, 30 % фосфору і 23 % калію. При його використанні додають просте азотне добриво, а в окремих випадках і калійне.

Комбіновані добрива виготовляють спеціальною хімічною або фізичною обробкою готових простих добрив чи первинної сировини. Випускаються комбіновані добрива у вигляді гранул, кожна з яких містить всі поживні елементи добрива.

Нітрофоска. Містить три елементи живлення (азот, фосфор, калій). Одержують їх за допомогою розкладання фосфорної сировини азотною кислотою з наступним переведенням нітрату кальцію у менш гігроскопічні сполуки. Залежно від способу виробництва нітрофоска буває: сульфатна і сірчаноокисла (N, P_2O_5 , K_2O – по 12 %), фосфорна (N, P_2O_5 , K_2O – по 17 %), виморожена (N 14-16,2

%, P_2O_5 12-17,6 %, K_2O 13,7-17,7 %), карбонатна (N 12-17%, P_2O_5 8,5-17 %, K_2O 11-17 %).

Нітрофос має два елементи живлення в приблизно рівному співвідношенні (N, P_2O_5 – по 20 %). Випускають його у вигляді гранул. Можна використовувати під усі сільськогосподарські культури на ґрунтах, які добре забезпечені калієм.

Нітроамофоска містить NPK у співвідношенні 17:17:17 або в дещо інших співвідношеннях. Вона є цінним добривом на всіх ґрунтах під усі культури за будь-яких способів внесення.

Амонізований суперфосфат – комбіноване добриво, яке містить 2-3 % азоту і 18 % фосфору. Одержують його насиченням звичайного суперфосфату аміаком. При цьому нейтралізується вільна кислотність і поліпшуються фізичні властивості суперфосфату. Однак при застосуванні цього добрива треба вносити ще й прості азотні добрива.

Карбоамофос – висококонцентроване гранульоване добриво, яке містить азот у формі амідів, аміаку та фосфору у водорозчинній формі. Співвідношення між азотом і фосфором може становити 1:2,5; 1:1; 1,5:1 і 2:1, а загальний вміст поживних речовин 60-62 %. Вносять карбоамофос на ґрунтах, достатньо забезпечених калієм.

Карбоамофоска – потрійне високо-концентроване і гранульоване добриво, в якому співвідношення між азотом, фосфором і калієм може становити 1:1:1; 1,5:1:1; 2:1:1; 1:1:1,5. Містить азот в аміачній і амідній формах, водорозчинні сполуки фосфору та калію. Загальний вміст поживних елементів близько 60 %. Ці добрива можна застосовувати на різних ґрунтах і під різні сільськогосподарські культури.

Поліфосфати сечовини. Вміст N і P_2O_5 може становити відповідно 27-35 % та 24-31 %. Добрива високоефективні під льон, просо, ярі зернові та інші

культури.

Рідкі комплексні добрива (РКД). Їх виготовляють нейтралізацією фосфорної кислоти аміаком з наступним додаванням до неї хлористого калію та сечовини. Такі добрива неотруйні, їх можна транспортувати в будь-якій тарі. Вносять їх розбризкуванням на поверхню ґрунту з наступним загортанням у ґрунт боронами чи культиваторами. Властивості добрив дають можливість повністю механізувати навантаження-розвантаження та внесення.

Промисловість випускає ці добрива із таким співвідношенням N, P₂O₅, K₂O: 9:9:9; 10:34:0; 11:37:0; 12:12:12. За ефективністю РКД рівноцінні твердим добривам.

Мікродобрива – мінеральні речовини, до складу яких входять мікроелементи.

Борні добрива. Найконцентрованішим борним добривом є борна кислота, яка містить 17,1-17,3 % бору. Добре розчиняється у воді. Використовують для обробки насіння і позакореневого підживлення рослин.

Гранульований борний суперфосфат, який містить 20 % P₂O₅ і 0,2 % бору, вносять під передпосівний обробіток у нормі 200-400 кг/га або при сівбі в рядки 100-120 кг/га.

Як борне добриво застосовують також буру (містить 11,5 В) і бормагнієвий сульфат (В 0,9-5,3 %) – відходи при виробництві борної кислоти. Найкраще реагують на внесення борних добрив цукрові буряки, кормові коренеплоди, льон, бавовник, соняшник, насінники багаторічних трав, зернобобові.

Молібденові добрива. Тепер використовують молібденізований суперфосфат, молібден амонію, молібдат амонію-натрію та інші солі молібдену. Застосовують молібденові добрива для обробки насіння перед сівбою та

для позакореневого підживлення рослин. Ними обпудрюють насіння зернових, зернобобових, технічних, овочевих культур та багаторічних трав. Для обпудрювання зернових на 100 кг насіння витрачають 40 г солі і 200 г тальку; капусти й конюшини 10 г солі і 90-190 г тальку. Позакореневе підживлення рекомендують проводити 0,02-0,03%-м розчином молібдату амонію в кількості 500-600 л/га.

Мідні добрива. Як мідні добрива використовують піритні недогарки, мідний купорос, шлаки і мідні руди з низьким вмістом міді.

Піритні недогарки – це місцеве добриво, яке є відходами сірчано-кислотної і целюлозно-паперової промисловості й містить 0,3-1 % міді та невелику кількість кобальту, марганцю, цинку. Вносять добриво в ґрунт у нормі 5-6 ц/га один раз на чотири-шість років під зяблевий обробіток.

Мідний купорос (сульфат міді) містить близько 25 % міді, він добре розчиняється у воді. Використовують його для передпосівної обробки насіння і позакореневого підживлення рослин. Обпудрювання насіння можна проводити одночасно з протруюванням. Норма препарату на 1 ц насіння становить 20 г. Для позакореневого підживлення застосовують 0,02-,005%-ні розчини при витраті рідини 200-400 л/га. Мідні добрива доцільно вносити на торфових, каштанових ґрунтах, сіроземах під зернові, кормові, овочеві й технічні культури.

Цинкові добрива. Як цинкове добриво застосовують водний сірчаноокислий цинк, який містить 23 % цинку, і безводний цинк (45 %), цинкові полімікродобрива (25 %), суміші тонкорозмеленого сірчаноокислого цинку (18-22 %) і технічного тальку. Добрива використовують для передпосівної обробки насіння і позакореневого підживлення. Норми сірчаноокислого цинку при обпиленні

становлять 0,5-1 кг/т, полімікродобрив 4-7, суміші 1-5 кг/т. Позитивно реагують на внесення цинкових добрив кукурудза, цукрові буряки, бавовник.

Марганцеві добрива. Найпоширенішим є сульфат марганцю, який містить 21-24 % марганцю. Застосовують його у вигляді 0,01-0,05 %-го розчину для обробки насіння і позакореневого підживлення рослин. Для внесення в ґрунт норма становить 5-15 кг/га. Марганізований суперфосфат містить 1-2 % марганцю і 18-18,7 % фосфорної кислоти. Використовують його для рядкового внесення під зернові культури (75 кг/га) і цукрові буряки (100 кг/га). Як марганцеве добриво використовують також марганцевий шлак (MnO 9-21 %) в нормі 0,2-0,4 т/га. Марганцеві добрива ефективні на лужних або нейтральних ґрунтах [6].

4.7. Строки і способи внесення добрив

Найбільшої ефективності від внесення добрив можна добитися лише за правильного поєднання строків і способів їх внесення у ґрунт. Є два способи внесення добрив; суцільне (поверхневе) і локальне внутрішньогрунтове (місцеве).

Суцільне внесення передбачає розкидання (розсіювання) добрив на поверхні поля з наступним загортанням їх у ґрунт плугами чи культиваторами. За локального внесення добрив вони розміщуються в кореневмісному шарі ґрунту – в рядку або гніздах.

Науково обґрунтовані такі способи внесення добрив: основне (допосівне), припосівне (під час сівби) і підживлення (післяпосівне).

Основне внесення добрив – це внесення основної маси добрив до сівби (садіння) рослин. Основне удобрення становить до 65-70 % всіх добрив, що вносять під культуру. Воно забезпечує рослини елементами живлення

протягом вегетаційного періоду і поліпшує хімічні властивості ґрунту. Для основного внесення добрив найчастіше застосовують суцільний спосіб (восени під оранку або навесні під культивуацію). При загортанні плугом основна маса добрив міститься у ґрунті на глибині 9-20 см, культиватором – у поверхневому шарі на глибині 8-10 см. У районах з недостатнім і помірним зволоженням добрива вносять під оранку. Глибоке загортання добрив особливо необхідне для культур з глибокопроникною кореневою системою (коренеплоди). Як основне добриво під оранку вносять органічні й фосфорно-калійні. В умовах сильного зволоження на піщаних ґрунтах (через високі втрати елементів живлення в результаті їх вимивання) всі добрива бажано вносити під передпосівну культивуацію.

Припосівне удобрення забезпечує рослини елементами живлення у початковій фазі розвитку. Добрива вносять під час сівби або садіння в рядки або стрічками. Стрічки розміщують нижче і збоку від рядків насіння. Склад і норми припосівного удобрення залежать від вирощуваних культур і наявності поживних елементів у ґрунті. Під зернові культури при сівбі в рядки вносять суперфосфат, під картоплю і коренеплоди – разом з фосфорними, вносять також азотні добрива. Для припосівного удобрення використовують легкорозчинні форми мінеральних добрив: гранульований суперфосфат (простий і подвійний), сечовину, нітрофоску та ін. При сівбі вносять невеликі норми добрив, оскільки проростки насіння і молоді рослини дуже чутливі до високих концентрацій ґрунтового розчину: фосфор вносять у нормі 10-20, азот 5-15 кг/га.

Підживлення – внесення добрив під час вегетації рослин для поліпшення їх росту і розвитку. Широко застосовують ранньовесняне кореневе підживлення озимих зернових азотними добривами в нормі 30-40 кг/га азоту і

методом Бузницького (врізанням дисковими сівалками в ґрунт).

Високоєфективним є підживлення просапних культур, особливо після проривання цукрових буряків, кукурудзи, соняшнику рідкими азотними добривами в нормі 10-25 кг/га азоту. В зоні достатнього зволоження, особливо, якщо добрива не вносили восени, доцільно проводити підживлення кукурудзи, картоплі, цукрових буряків, овочевих та інших культур NPK у нормі 20-40 кг/га діючої речовини.

Позакореневе підживлення рослин проводять обприскуванням або обпилюванням добривами їх надземних частин. Наприклад, для збільшення вмісту білка і клейковини в зерні озимої пшениці доцільно провадити позакореневе підживлення азотом у нормі 30-50 кг/га діючої речовини у фазі колосіння і на початку молочної стиглості зерна. Позакореневе підживлення цукрових буряків фосфорно-калійними добривами у фазі змикання рядків сприяє збільшенню вмісту цукру в коренях цукрових буряків [28].

При використанні індустріальної технології вирощування сільськогосподарських культур і безполцевої оранки доцільно застосовувати внесення добрив у запас, разове внесення добрив на кілька років.

Але щоб повніше забезпечити рослини елементами живлення протягом усіх фаз розвитку, потрібно вміло поєднувати різні способи внесення добрив.

4.8. Агротехнічні вимоги до внесення добрив

Для досягнення максимального використання елементів живлення, при внесенні добрив слід суворо дотримуватися вимог агротехніки. Щоб забезпечити рівномірне внесення гною, треба дотримуватися заданого напрямку проходів, які забезпечували б перекриття двох

суміжних проходів. Загортати органічні добрива в ґрунт потрібно не пізніше як через 2 год.

Мінеральні добрива треба вносити в ґрунту у сухому і сипкому стані, а злежані перед внесенням подрібнювати і просіювати. Добрива вносять, рівномірно розподіляючи по поверхні поля. Негативний вплив нерівномірного внесення особливо проявляється при використанні азоту. Важливе значення при цьому має вирівняність гранулометричного складу мінеральних добрив, оскільки невирівняність гранул призводить до розшарування компонентів. Машини регулюють (допускаються відхилення в межах 25 %).

Підживлення проводять у безвітряну погоду або при слабкому вітрі (2-3 м/с) і температурі 15-20 °С. У сонячну погоду посіви підживлюють зранку або увечері.

4.9. Технологія зберігання і підготовки добрив

Однією з найважливіших умов правильного використання мінеральних добрив є правильне їх зберігання.

За поганих умов зберігання погіршується якість добрив. Наприклад, коли хлорид калію або аміачна селітра намокають під дощем, то значна частина їх розчиняється у воді, а змішаний із землею суперфосфат швидко насичується вологою і перетворюється на суцільну масу, яку перед внесенням у ґрунт потрібно сушити й подрібнювати. Тому добрива зберігають у спеціально призначених для цього складах, які будують у місцях з низьким рівнем підґрунтових вод.

Розміри складів розраховують за такою нормою: 1 т добрива на 1 м² площі (1 т більшості мінеральних добрив має об'єм 0,5-1,23 м³). Кожен вид добрив зберігають окремо. Добрива, затарені в мішки, складають у 12-15 рядів заввишки.

Незатарені добрива зберігають у купах, висота яких визначається їх вологістю і схильністю до злежування. На табличках для кожного добрива зазначають вміст поживної речовини та вологи у відсотках.

Подрібнювати мінеральні добрива треба на складах, а в сухі сонячні дні – надворі. Часто в господарствах одночасно вносять декілька видів добрив. Готуючи суміші, слід пам'ятати, що не всі мінеральні добрива можна змішувати. Для цього придатні лише сухі, добре подрібнені добрива.

Якщо немає достатньої кількості та потрібного асортименту комплексних добрив, виготовляють тукосуміші.

Тукосуміші – це механічна суміш добрив, у складі якої міститься два і більше елементів живлення. Добрива треба перемішувати, щоб зберегти сипкість і уникнути втрат поживних речовин. При змішуванні враховують властивості окремих видів добрив [22].

Не можна змішувати суперфосфат безпосередньо з аміачною селітрою, тому що суміш стає в'язкою внаслідок утворення гігроскопічної кальцієвої селітри.

Аміачну селітру можна змішувати з гранульованим суперфосфатом у суху погоду за умови негайного внесення суміші в ґрунт. Змішування аміачної селітри з суперфосфатом допускається після перемішування (нейтралізації) його з крейдою, попелом (5 %) чи доломітовим борошном, вапняком або фосфоритним борошном (10-15 % маси добрив).

При змішуванні суперфосфату і сечовини виділяється кристалізаційна вода, яка підвищує вміст вологи в суміші. При змішуванні суперфосфату з сульфатом амонію спочатку маса розігрівається і стає вологою («потіє» внаслідок виділення води), а потім утворюється гіпс [10].

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Макроелементи, мікроелементи та ультрамікроелементи.
2. Потреба рослин в елементах живлення.
3. Кореневе живлення рослин.
4. Позакореневе живлення рослин.
5. Вплив добрив на підвищення урожайності культур та на стан довкілля.
6. Вплив добрив на якість продукції.
7. Добриво та поживна речовина добрива.
8. Органічні добрива та екологія.
9. Види органічних добрив та їх вплив на стан довкілля.
10. Напрями мікробних біотехнологій у сільському господарстві.
11. Біотехнологія і екологія.
12. Мінеральні добрива і навколишнє середовище.
13. Класифікація і загальна характеристика найпоширеніших мінеральних добрив.
14. Екологічно-обґрунтовані строки і способи внесення добрив.

5. ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ГРУНТІВ

Проблема охорони природи є однією з найважливіших природничо-наукових проблем сучасності, від правильності розв'язання якої значною мірою залежить існування людства. Гострота проблеми визначається зростанням виснаження природних ресурсів і забрудненням довкілля.

До природних ресурсів належать: атмосферне повітря, вода, ґрунт, сонячна й космічна радіація, корисні копалини, клімат, рослинний і тваринний світ.

Ґрунт є основним засобом сільськогосподарського виробництва. Крім того, він має важливе санітарно-гігієнічне значення. Хімічний склад ґрунту може впливати на стан здоров'я людини. Отже, захист ґрунтів – важливе державне завдання. Нагромадження в ґрунтах хімічних елементів у кількостях, що перевищують допустимі норми, в кінцевому підсумку негативно впливає на здоров'я людини. Знання законів кругообігу речовин допомагає регулювати ці процеси в потрібному для людини напрямку.

Від кругообігу речовин залежать життєві процеси і явища в будь-яких рослинних угрупованнях і тваринному світі.

Як відомо, у природі розрізняють два типи кругообігу речовин: великий, або геологічний, і малий, або біологічний.

З геологічним кругообігом пов'язаний процес розчинення і виносу елементів живлення з ґрунту в струмки, моря й океани, де вони відкладаються у вигляді осадових порід. Потім внаслідок різних геологічних процесів вони можуть виходити на земну поверхню, піддаватися новому вивітрюванню і фізико-хімічним перетворенням. Отже, елементи живлення можуть бути

знову використані рослинами.

Під біологічним кругообігом речовин розуміють біологічний синтез і повернення елементів живлення з живого організму в зовнішнє середовище, тобто переміщення їх у системі ґрунт-рослини-ґрунт.

У взаємодії між ґрунтом і рослинами розрізняють дві гілки біологічного кругообігу: висхідну – пересування поживних речовин з ґрунту в рослини та низхідну – пересування поживних речовин з рослини в ґрунт.

Ланками низхідної гілки можуть бути: первинне розкладання органічних речовин, мікробіологічне і ферментативне розкладання органічних речовин, проміжні перетворення та синтез нових органічних речовин, гуміфікація органічних речовин у ґрунті, необмінне й обмінне вбирання речовин ґрунтом, ризосферні перетворення, ланка споживання.

Але турботи землеробства в основному зводяться до контролювання різними методами процесів висхідної гілки і поповнення поживних речовин ґрунту, які були винесені урожаєм сільськогосподарських культур.

Другий за поширенням, а, можливо, перший за важливістю екологічний аспект землекористування в Україні пов'язаний з токсифікацією, інтенсивним забрудненням ґрунтів залишками засобів захисту рослин – пестицидів і мінеральних добрив. Особливо токсичними є важкі метали. Вони потрапляють у ґрунт з викидами в атмосферу промислових виробництв, теплових електростанцій, від звалищ відходів. Лише у вугільній золі міститься кілька десятків елементів, серед яких більшість становлять важкі метали. Дуже багато токсичних речовин і важких металів у пестицидах. Так, вони містять такі метали, як ртуть, мідь, залізо, олово, свинець, миш'як, цинк, алюміній тощо. З мінеральними добривами (фосфорними) у ґрунт разом з солями фосфору

потрапляють мідь, цинк, кадмій, хром, кобальт, свинець, нікель, ванадій, стронцій, уран-238, торій-226, свинець-210, полоній, із фосфогіпсом – марганець, стронцій, натрій, калій, барій, рідкоземельні елементи, а з томашлаком (хімічний меліорант) – свинець, залізо, хром і фосфор.

В Україні використовують пестициди трьох груп. До першої належать препарати рослинного, грибного і бактеріального походження, до другої – неорганічні препарати міді, заліза та інші, до третьої – препарати промислового органічного синтезу: органічні сполуки хлору, фосфору, ртуті, інших металів. Пестициди першої групи не чужорідні, не сторонні природі, й техногенне навантаження від них мінімальне. Воно формується переважно за рахунок пестицидів другої і третьої груп. Ці отрутохімікати, особливо третьої групи, треба застосовувати у виняткових випадках [7].

Нині заборонено використовувати персистентні високотоксичні пестициди, особливо хлорорганічні. Це сприяє зменшенню частоти виявлення їхніх залишків. Отрутохімікати, мінеральні добрива, речовини, що надходять у ґрунт з повітрям, вступаючи в численні хімічні процеси, утворюють не властиві живій природі речовини. Тому нормативно встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) різних речовин у масі ґрунту є лише першим наближенням (часто далеким від істини) при екологічній оцінці токсичності ґрунтів, вже не кажучи, як ці нові сполуки впливають на складні екосистеми ґрунту. Продуктивність ґрунту – родючість, залежить від наявності в ньому не тільки поживних речовин, а й безлічі мікроорганізмів. Роль амоніфікуючих, нітрифікуючих, аеробних бактерій, які розкладають целюлозу, водорості, що у своїй діяльності використовують нітрати і аміак ґрунту, різних видів грибів у житті рослин величезна. Це складна, багатоієрархна,

витривала екосистема, що може функціонувати за різних умов. Проте вона не може витримувати тих концентрацій отрутохімікатів, які застосовують люди. У результаті екосистеми розпадаються, ґрунти втрачають свої властивості – вони отруєні.

Взагалі забруднення ґрунтів пестицидами (в офіційних паперах їх ще називають хімічними засобами захисту рослин – ХЗЗР) має складний характер. В останні роки обсяги їх застосування значно (у 2,5 рази) зменшилися. Хоч це сприяло зменшенню забруднення ґрунтів і продукції сільськогосподарського виробництва отрутохімікатами, однак проблеми не вирішило. Із дозволених у 1996 р. до використання препаратів найбільша частота виявлення їхніх залишків у ґрунті спостерігалася по ТХАН (трихлорацетат натрію) (88 % проб); ПХК (поліхлоркамфен) (83 %), симазину (80 %), алероксу (74 %), атразину (73,9 %). Більш ніж у 50 % зразків ґрунту виявлена присутність залишків ще 11 препаратів, що свідчать про значну забрудненість ґрунтів пестицидами. Високий вміст їх у продукції рослинництва Черкаської області, а критичний – в ґрунтах Сумської, Луганської, Донецької, Хмельницької та Херсонської областей. Залишається невирішеною проблема утилізації заборонених та не придатних для використання 10,7 (за іншими джерелами – 15) тис.т пестицидів.

Для вирішення проблеми токсифікації ґрунтів і продуктів сільськогосподарського виробництва розвинуті країни запроваджують так зване органічне землеробство як альтернативу «хімічному» сільськогосподарському виробництву, а також вирощування генетично-модифікованих рослин і тварин. Так, в Австрії вже 20 % сільськогосподарських земель займає «органічне» землеробство. У Данії альтернативне землеробство становить 20 %, у Швейцарії воно вже становить 10 %

сільськогосподарських земель, у США – кілька відсотків. У Великій Британії майже півтисячі ферм займаються «органічним» землеробством. Прогнозується, що через 10 років у Європі цей вид землеробства становитиме 30 % сільськогосподарських земель.

Забруднення ґрунтів має чіткий регіональний характер. Надмірні концентрації шкідливих речовин у ґрунтах Полісся і Карпатського регіону пов'язані з підвищеними нормами добрив (від 210-240 до 300 кг/га), які тут вносили у 1985-1990 рр. Значні норми мінеральних добрив застосовували також в окремих областях Лісостепу (Київська, Чернівецька) та на окремих зрошувальних землях Степу. Наслідком цього було нітратне забруднення ґрунтів та вирощеної на них продукції.

Забруднення важкими металами, переважно свинцем, хромом і нікелем, характерне для територій, які прилягають до великих автомагістралей та промислових підприємств. Смуга завширшки 50-100 м уздовж таких шляхів отруєна, і продукти, вирощені на цій території, споживати не рекомендується.

Важкі метали залежно від особливостей ґрунту та його зволоження можуть перебувати в трьох формах – водорозчинній, обмінній і необмінній. На чорноземах, особливо глинистих, важкі метали фіксуються надійніше, ніж у дерново-підзолистих і торфових ґрунтах. У кислих ґрунтах рухомість важких металів вища, ніж у нейтральних, де вони переходять у малорухомі, нерозчинні форми, не доступні для рослин. Слід зазначити, що ступінь впливу важких металів на розвиток рослин залежить від біологічних особливостей сільськогосподарських культур. Через наявність у них механізмів захисту вплив важких металів на рослини неоднаковий.

Найшкідливішим є забруднення ґрунтів хімічними і біологічними компонентами, зокрема, радіонуклідами,

важкими металами, пестицидами, збудниками інфекційних хвороб. Такі комплекси забруднення мігрують у воду, повітря. Вони забруднюють харчові продукти. Особливо слід відзначити комплексні забруднення у місцях концентрації промислових підприємств, де внаслідок викидів відходів погіршуються фізико-хімічні властивості й біологічна активність ґрунтів, деградує довкілля.

Специфічна проблема пов'язана з масовим радіоактивним забрудненням ґрунтів внаслідок Чорнобильської катастрофи. На 01.01.1991 р. земельна площа, забруднена цезієм-137 з рівнем понад 1 Кі/км², становила близько 37 тис. км², у тому числі понад 5 Кі/км² – близько 3,8 тис. км². Майже на всій території України спостерігається підвищений радіоактивний фон. На великих площах із близьким заляганням до поверхні кристалічних порід природний радіаційний фон завжди підвищений, і тому навіть невелике збільшення радіоактивності є небезпечним. Радіоактивні речовини, що випали на поверхню землі з атмосферними опадами, не залишаються на місці. Рухливість радіонуклідів зумовлена поглинаючою спроможністю ґрунту чи мулу, з одного боку, і розчинністю їх у воді – з другого. Велике значення має кислотність ґрунту і води: кисле середовище сприяє розчинності іонів, у тому числі радіонуклідів, лужне – їх осадженню і адсорбції. Важливу роль відіграє і хімічна природа радіонуклідів. Цезій-137 більш рухливий як одновалентний катіон; стронцій-90, навпаки, швидше адсорбується, оскільки за хімічними властивостями він близький до двовалентних лужноземельних елементів кальцію і магнію. Міграція радіонуклідів тісно пов'язана також із характером рослинного покриву. В перший рік після аварії радіоактивні опади осідали на рослинах, по яких проникали до їхніх коренів. А вже через три роки радіонукліди поглиналися через кореневу систему.

Протягом останніх років спостерігався процес самодезактивації поверхневих шарів ґрунту. Однак швидкість його невисока. Встановлено, що горизонтальна міграція радіонуклідів незначна. Більш інтенсивна вертикальна їх міграція, переважно в орному шарі.

Біологічний кругообіг речовин лежить в основі сільськогосподарського виробництва. При цьому, чим вища культура землеробства, тим менше елементів живлення втрачається з біологічного кругообігу і втягується в геологічний, тим вища продуктивність ґрунтів.

У біологічний кругообіг можна залучити нові поживні речовини. Могутнім засобом для цього є органічні й мінеральні добрива.

Проте за неправильного застосування добрив, особливо азотних (без урахування фізико-хімічних властивостей ґрунту й біологічних особливостей культур), може збільшуватися вміст нітратів і сульфатів у підґрунтових водах, джерелах та річках, що шкідливо впливає на організм людини і тварин.

Несприятливо впливають на навколишнє середовище підвищені норми добрив, порушення технології їх внесення.

Завезені на поля добрива потрібно використовувати в цей же день. Їх не можна навіть тимчасово зберігати на землі. Добрива насипають тільки на водонепроникну підстилку (брезент, поліетилен) і старанно вкривають. Щоб зменшити негативний вплив добрив, дотримуються таких вимог: азотні добрива застосовують у суворій відповідності з тривалістю вегетаційного періоду культури і в міру можливості переходять до роздрібненого їх внесення; концентрація нітратів у природних водах не повинна перевищувати встановлені норми; дотримуються норм запасного внесення фосфорних добрив; запобігають

водній ерозії, для чого на схилах вирощують культури, які обмежують розвиток ерозії ґрунту, вирощують проміжні культури.

На великих тваринницьких комплексах і фермах можуть концентруватися відходи промислового тваринництва. Їх використовують як добрива. Гній (особливо безпідстилковий) не повинен нагромаджуватися в кількостях, які перевищують можливість своєчасного і раціонального його використання.

5.1. Загальна характеристика земельних угідь України

Земельний фонд України сягає 60354,8 тис. га. Землі сільсько-господарського призначення займають 71,2 %, ліси і лісовкриті площі – 17,4 %, забудовані землі – 4,1 %, землі під водою – 4 %, заболочені та інші землі 2 %.

До складу земель сільськогосподарських угідь входять рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження. Основу сільгоспугідь складає рілля – 75,5 %. Інші складові цих угідь займають такі площі в межах України: пасовища – 12 %, сіножаті – 5,7 %, багаторічні насадження – 3,1% [16].

Дефіцит земельних ресурсів сільсько-господарського призначення в Україні відсутній. Якість земельних угідь дуже висока, адже понад 40 % території вкрито родючими чорноземними ґрунтами. Враховуючи, що, кількість населення в Україні зменшується, на душу населення поступово збільшується кількість землі. Основним пріоритетом використання сільгоспугідь в агропідприємствах стає раціональний розподіл їх із метою ефективного використання земель, з широким набором усіх екологічних засобів використання землі в різних економічних моделях господарювання [5].

5.2. Земельні угіддя як природний ресурс

Земля є загальним засобом виробництва, наділений такими унікальними рисами: просторова обмеженість; продуктивна необмеженість (родючість ґрунту); постійність місця розташування; незамінність (передусім у сільському господарстві) [24].

Вона є дуже важливим ресурсом, без якого неможливе життя на нашій планеті. Земельні ресурси, на відміну від рослинних чи тваринних, не можна створити додатково, збільшити кількісно. Це означає їх обмеженість узагалі, а придатних для сільськогосподарського виробництва – особливо. Оскільки земельні ділянки неможливо перемістити у просторі, то продуктивні властивості землі визначаються стійкими для кожної конкретної місцевості комплексами природних чинників. Розмаїття природних та економічних властивостей землі визначають характер її використання. Як природний об'єкт, земельний фонд характеризується родючістю ґрунтів, лісопокриттям, водним дзеркалом тощо, а як економічний об'єкт — формою власності на землю, суб'єктами володіння, користування, розпорядження нею тощо. Кількісні та якісні параметри земельного фонду є вихідним геоекологічно-інформаційним масивом для подальшого аналізу шляхів раціонального використання земельних ресурсів [16].

5.3. Трансформація земельних угідь

Трансформація земельних угідь – це процес зміни її господарського призначення. В аграрній сфері вона передбачає зменшення частки ріллі та заміна її на пасовища, сінокоси, ліси, лісосмуги, будівництво, транспортні магістралі та інші.

Трансформація сільськогосподарських угідь відтепер має здійснюватися на основі екологізації як

довгострокової перспективи розвитку аграрного сектора економіки.

Будь-які зміни у складі та співвідношенні земельних угідь фіксуються земельним кадастром, який містить інформацію про природний, господарський і правовий стан земель, якісну оцінку угідь, підтверджену матеріалами геологічних, меліоративних, ґрунтових, геоботанічних та інших досліджень

5.4. Деградація ґрунтів

Екологічний стан земель сільськогосподарського призначення різко погіршується при деградації ґрунтів.

Деградація ґрунтів – суттєве зниження або втрата ними основної біосферної функції, якою є родючість. Інші види погіршення (з погляду людини) екологічного стану та властивостей ґрунтів (наприклад, радіоактивне забруднення), які однозначно створюють небезпеку для життєдіяльності людини, але не для рослин, потребують іншої трактовки. Будь-яке оцінюване людиною погіршення ґрунтів можна назвати деградацією, діагностуючи її за спадом родючості ґрунтів, зниженням рівня безпеки життєдіяльності людини, ґрунтово-екологічним і дискомфортом, втратою придатності для екологічно орієнтованого сільськогосподарського виробництва тощо.

Характер деградаційних тенденцій ґрунтоутворення в екологічному аспекті діагностується за такими основними напрямками:

- зменшується ґрубизна товщі, профілю ґрунтів, в якій активно виявляє себе сучасне ґрунтоутворення, загальмовується акумуляція у профілі ґрунту органічних речовин, відбувається його знеструктурування, змінюється склад обмінних катіонів, деформується кислотно-лужний режим;

- змінюються в несприятливий для біоти бік волого-

, газо- і теплообмін в екосистемі «приземна атмосфера – наземна біосфера – ґрунто-підґрунтя»;

- уповільнюється продукування рослинної маси, а водночас – повернення кисню до атмосфери та зв'язування діоксиду вуглецю, який активно переходить при цьому з ґрунту до атмосфери, ініціюючи цим низку екологічно небажаних процесів (парниковий ефект тощо);

- погіршується життєзабезпечення численних мешканців ґрунту (мікро- та мезофауна тощо), а врешті-решт – усієї сукупності живих організмів, у тому числі людини [34].

Для людини, окрім екологічних, не менш суттєвим стає погіршення суто господарських функцій ґрунту, які однозначно змінюються також у бік погіршення:

- зменшується продуктивність культивованих на ґрунті сільськогосподарських рослин – від 5-10 % на початковій стадії деградації до 25-30 % і більше в разі її прогресування;

- виробництво одиниці сільськогосподарської продукції стає нерентабельним, щонадто більше енерго- та ресурсовитратним;

- погіршуються властивості ґрунту з погляду його придатності до лісорозведення, зменшується приріст і знижується якість деревини;

- такі види деградації, як заболочення, підтоплення, галогенез, погіршують властивості ґрунту як об'єкта позааграрного господарювання.

Основними типами деградації ґрунтів є:

- фізична деградація (переуцільнення, дезагрегація, злитість тощо);

- виснаження (дегуміфікація; підкислення; підлушення; трофічне збіднення);

- ерозія (змитість, розмитість, намитість) і дефляція;

- вторинне засолення; осолонцювання; заболочення,

підтоплення; затоплення;

- забруднення важкими металами, пестицидами, нафтопродуктами, іншими органічними та біологічними забруднювачами, радіонуклідами [29, 39].

5.5. Дегуміфікація

Дегуміфікація є одним із найхарактерніших супутників не раціонального використання ґрунтів в аграрному виробництві. Найпомітніше гумус утрачається при ерозії: у слабо еродованих чорноземах 5-10 %, середньоеродованих на 25-30 %, сильноеродованих на 35-40 % проти їх повнопрофільних аналогів

При цьому класична дегуміфікація при сільськогосподарському використанні ґрунтів спричиняється переважанням рівня мінералізації гумусу над рівнем його новоутворення і посилюється ерозією (зменшення гребизни профілю). Рівень мінералізації визначають багаторічна дія добрив, меліорантів, обробітку ґрунту, сівозмін; надходження органічних речовин; інтенсивність гуміфікації в конкретних ґрунтово-екологічних умовах. Призупиняють цей процес внесенням у ґрунт свіжих органічних речовин (із гноєм, післяжнивними рештками, сидератами).

У разі дефіциту гною роль післяжнивних фіторешток і нових агротехнологій стає особливо значною. Особливо виразно оптимізують гумусовий стан ґрунтів багаторічні трави, коренева маса яких уже в перший рік в 1,5 раза, а на другий рік удвічі перевищує фіторештки (коріння і стерню) однорічних зернових культур. Озимі зернові залишають більше рослинних решток, ніж ярі й зернобобові. Найменше решток залишають просапні культури – вони виносять найбільше поживних речовин, самі по собі є найбільш вимогливими до гумусованості й родючості ґрунту, проте втрати гумусу під ними вдвічі

перевищують його втрати в культурах суцільного висіву.

При заорюванні соломи на 1 га додають 10 кг азоту з міндобрив. Внесення гною забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, а збільшення гумусу забезпечує поєднання гною і міндобрив. У лісостепу треба вносити 30-50 т/га гною. Обробіток ґрунту мінералізує гумус.

5.6. Забруднення ґрунту токсичними речовинами

Хемогенне забруднення ґрунтів зумовлене з антропогенним внесенням шкідливих для біоти речовин.

Особливо небезпечними є *токсиканти-ксенобіотики* – чужорідні живим організмам речовини, які набули від природи екоцидних властивостей або отримали їх у процесі ґрунтогенної трансформації. Ними є кислоти і солі, важкі метали та їх сполуки, радіонукліди, нафта, нафтопродукти, персистентні пестициди, радіоактивні та інші токсичні речовини. Основними джерелами забруднення ними ґрунтів є промислові, автотранспортні, радіоактивні та інші викиди, пестициди, неякісні добрива, розлита нафта та нафтопродукти, вторинне аеральне надходження забруднюючих речовин із поверхні ґрунту до раніше чистих регіонів тощо.

Підкислення ґрунту зумовлене внесенням фізіологічно кислих мінеральних добрив – переважно азотних, які містять іони водню, які підкислюють ґрунтовий розчин. Визначається показником рН – від’ємний логарифм концентрації іонів Н та ОН у ґрунті. За показником рН ґрунти поділяються на: до 4,5 – сильно кислі; 4,6-5,5 – кислі; 5,6-6,0 – слабо кислі; 6,1-6,5 – близькі до нейтральних; 7,0 – нейтральні; 7,5 – слабо лужні, понад 7,5 – лужні. Ґрунти з показником рН менше 6,0 зумовлюють пригнічення рослин, зменшення їх продуктивності і загибель. Нейтралізує кислотність ґрунту

вапно, яке вносять залежно від величини гідролітичної кислотності 1,5Нг.

Засолення ґрунту зумовлене накопиченням у ґрунтовому профілі іонів натрію, який надходить у ґрунт з поливною водою та залишається при випаровуванні води. За вмістом натрію розрізняють ґрунти: більше 20 % - солонці; 10-20 – солонцюваті; 5-10 – слабосолонцюваті; менше 5 % - несолонцюваті. На засолених ґрунтах рослини погано ростуть, ґрунт становиться брилистим, грудкуватим, погано обробляється. Нейтралізують засолені ґрунти внесенням гіпсу.

Буферність ґрунту – властивість його протистояти різким змінам реакції середовища. Залежить від вмісту і складу обмінних іонів та вмісту органічної речовини. Високою буферністю наділені багаті на гумус та суглинкові ґрунти [9].

Нітратне забруднення породжене хімізацією сільськогосподарського виробництва, хоча принципово можливим є також і природний процес надлишкового накопичення нітратів, наприклад, у парових полях та при інтенсивних обробітках ґрунту, утворюється до 300 кг/га NO_3 . Проте найбільше нітратів у ґрунті надходить із добривами, у тому числі з гноєм, пташиним послідом, стоками з ферм, а також викидами нітрозних газів при виробництві азотної кислоти. Основна частина нітратів (80 %) потрапляє до організму людини з овочами, 15 % з м'ясом, 5 % з фруктами і молочними продуктами. З м'ясних продуктів найбільше нітратів містять ковбаси, оскільки для товарного вигляду (червоного кольору) і запобігання ботулізму до них додають до 3 % нітратів. Нітрати потрапляють до організму людини з нітрогліцерином, атропіном та іншими ліками.

Самі по собі нітрати не токсичні для людини, але у шлунково-кишковому тракті вони відновлюються до

нітритів, які реагують із гемоглобіном крові, перетворюючи його в метгемоглобін, не здатний постачати кисень тканинам, унаслідок чого в організмі розвивається кисневе голодування. Гранична допустима концентрація нітратів становить 5 мг/кг живої маси.

Причинами накопичення нітратів у рослинах можуть бути необґрунтовано високі дози азотних добрив; незбалансоване мінеральне живлення рослин; внесення швидкодійючих органічних добрив; вирощування культур на парових попередниках; несвоєчасне азотне підживлення культур; зріджені і загущені посіви; нестача в ґрунті мікроелементів, причетних до редукції нітратів (Mo, Mn, Fe, B, S); кисла реакція ґрунтового розчину, за якої іони водню блокують надходження у рослини H^{4+} і єдиною формою засвоюваного рослинами азоту за таких умов стає NO_3^- , похмура і прохолодна погода; штучне або недостатнє освітлення; видові або сортові особливості культур; несвоєчасне збирання урожаю; порушення технології переробки продукції.

Кислотні дощі утворюються при промислових викидах до атмосфери діоксиду сірки та оксидів азоту, завдаючи відчутної шкоди ґрунтам та загалом довкіллю. При взаємодії повітряної вологи з оксидами сірки і азоту рН дошової води знижується до 3,5 (при нормі рН 5,6, а вода озер, ставків, річок має рН 7,5-8,0, морів і океанів 8,0). Регіональні кислотні опади випадають навколо великих промислових центрів. Так, рН опадів поблизу м. Києва становить 4,8. Під впливом кислотних дощів багато хімічних сполук (у тому числі важкі метали) стають розчинними, а отже, доступними рослинам. Підкислення ґрунту змінює перебіг мікробіологічних процесів, а той напрям ґрунтогенезу [19].

Забруднення ґрунтів важкими металами (ВМ) У мікродозах вони каталізують процеси метаболізму а за

підвищення концентрацій повністю блокують перебіг ферментативних реакцій як у живих організмах, так і у ґрунті (гуміфікація, амоніфікація, нітрифікація). Масштабними джерелами ВМ є теплові електростанції, підприємства чорної та кольорової металургії, з видобутку і виробництва будівельних матеріалів, транспорт і комунальні стічні, а також зрошувальні води, пестициди.

Певний внесок у надходження ВМ до ґрунтів роблять мінеральні добрива, виготовлені за екологічно недосконалими технологіями: мінеральні добрива і хімічні меліоранти, крім основних елементів живлення, містять до 5 % домішок. З фосфорними добривами до ґрунту надходять свинець, кадмій, ртуть, фтор, асмут, радій. З калійними до ґрунту потрапляють натрій, хлор. Багато ВМ надходить з промисловими меліорантами – шлаки, зола, гіпс.

Меліорація забруднених ВМ ґрунтів здійснюється через зменшення рухомості металів при підвищенні рН кислих ґрунтів вапнуванням, внесенням цеолітів тощо; вилучення ВМ із ґрунту промиванням його сильними кислотами та комплексонами (набагато дорожче й менш поширене); у разі надмірного забруднення поверхневий шар ґрунту вилучають і хоронять у спеціальних могильниках; фітомеліорація вирощуванням на забруднених територіях рослин-концентраторів ВМ є екологічно привабливим, економічно рентабельним і через це перспективним агрозаходом.

Радіонуклідне забруднення ґрунтів відбувається внаслідок аварій на атомних електростанціях, розробки, виробництва та випробовування ядерної зброї. Найбільш небезпечними речовинами є стронцій і цезій, які характеризуються довгим періодом напіврозпаду, здатністю мігрувати у ґрунті і трофічними ланцюгами і накопичуватись в організмі.

Перш ніж вибрати той чи інший засіб, який може бути традиційним або спеціальним (зняття верхнього забрудненого шару ґрунту, зв'язування радіонуклідів відпрацьованими мастилами чи дизпаливом, промивання ґрунтів кислотами, лугами, солями заліза, натрію, кальцію), потрібно врахувати екологічні наслідки і економічну ефективність його здійснення. Багато із спеціальних засобів, незважаючи на те, що знижували вміст радіонуклідів у сільськогосподарській продукції у 7-15 разів, не набули значного поширення, але застосувалися на присадибних ділянках.

Швидше позбуваються радіонуклідів легкі, бідні і кислі ґрунти, внесення високих доз калію, вапнування, фосфору, гною, ярусна і плантажна оранка, що ховає глибоко верхній забруднений шар ґрунту від коренів. Найменше накопичують радіонукліди: квасоля, просо, кукурудза, огірки, томати, конюшина, тимофіївка.

Пестицидне забруднення ґрунтів відбувається при висіванні протруєного насіння, з атмосферними опадами, зрошувальною водою. Значна частина пестицидів сорбується ГВК, зв'язується гумусом, розподіляється вздовж профілю, трансформується мікроорганізмами, а решта надходить до рослин, виноситься з поверхневим і ґрунтовим стоками.

У ґрунті пестициди здатні руйнуватися хімічним шляхом (гідроліз, окислення) та під впливом мікроорганізмів (грибів, актиноміцетів, представників фауни) до найпростіших неорганічних сполук (CO_2 , NH_3 , N_2 , H_2O та ін.). Перебіг біологічної трансформації та розкладання пестицидів у ґрунті залежать від хімічної структури сполуки, фізико-хімічної форми, у якій сполука перебуває у ґрунті, її концентрації, чисельності активної ґрунтової біоти і активності специфічних ферментів, а також загальноекологічних і в тому числі ґрунтово-

агрохімічних чинників. Вологість ґрунту, аерація, ОВП, рН, речовинно-енергетичний субстрат, температура – це далеко не повний перелік чинників, які контролюють.

Міграція та профільний перерозподіл пестицидних ксенобіотиків у ґрунтах і загалом у ландшафтах залежать від кількості атмосферних опадів та режиму зрошення з участю дифузії, сорбції-десорбції, гравітаційного перенесення тощо.

Особливо небезпечними для біоти є персистентні хлороганічні пестициди ДДТ, ГХЦГ; поліхлорбіфеніли (ПХБ), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). Є «суперекотоксиканти», які діють за надзвичайно низьких концентрацій у мікро- і нанограми на кілограм маси організму – це поліхлоровані дибензопарадіоксини, дибензо-фурани та інші споріднені з ними сполуки, знайдені у вигляді домішок до деяких гербіцидів, виготовлених на основі 2,4,5-трихлорфенолу; пентахлорфенолу та інших поліхлорароматичних речовин, які утворюють міцні комплекси з компонентами ґрунту і на десятки років зберігають у ньому свої біоцидні властивості.

Більшість стійких органічних забруднювачів поглинається рослинами через листову поверхню безпосередньо з атмосфери, а ті, що досягають поверхні ґрунту, поглинаються корінням, вимиваються у поверхневі та підґрунтові води, розкладаються, випаровуються тощо.

Існує заборона на застосування застарілих пестицидів та жорсткий контроль щодо їх зберігання, застосування, утилізації, поховання. Нині переходять на принципово нові речовини, активні у мінімальних дозах. Нові технології цільового дозованого нанесення пестицидів на шкідливі організми дають змогу мінімізувати їх екоцидність, у тому числі для людини. Зменшенню обсягів застосування пестицидів сприяє

поширення трансгенних культур (ГМО – генетично модифікованих організмів), стійких щодо збудників хвороб.

Нафтове забруднення постачає у великій кількості свою частку чужих для ґрунтогенезу різних за хімізмом органічних продуктів під час пошуку, видобутку, транспортування та переробки нафти. Втрати вуглеводневої сировини перевищують 10 % від її видобутку. Нафта містить різні фракції, які об'єднує яскраво виражена екоцидність. Особливо небезпечними є ароматичні вуглеводні – канцерогенні і дуже токсичні сполуки. У разі потрапляння у ґрунти нафти разом із мінералізованими пластовими та стічними водами, нафтовою емульсією у них накопичуються бітумінозні речовини, відбувається підлюговування ґрунтових розчинів, вміст вуглеводнів зростає в десятки разів, а вміст абіотичного вуглецю у 2-10 разів. Максимальний вміст вуглеводнів у ґрунтових профілях накопичується на геохімічних бар'єрах (Н-, І-горизонтів) особливо у зниженнях рельєфу, без утворення при цьому суцільних покривів. Відбувається глибока, часто незворотна трансформація морфологічних, фізичних, фізико-хімічних властивостей ґрунту, мікробних ценозів, яка зумовлює екоцидні зміни ґрунтового профілю, що призводять до втрати родючості та виведення ґрунтів із сільськогосподарського використання.

Забруднення ґрунтів нафтою призводить до погіршення їх водно-повітряного режиму за рахунок диспергації та гідрофобізації ґрунтових часточок, зміни рН, зменшення вмісту поглинених Са, Mg, рухомого P₂O₅, зниження розчинності мікроелементів Со, Mn, Cu внаслідок утворення гідрофобної оболонки, яка переводить рухомі форми у малодоступні для рослин. Біологічна активність ґрунтів при цьому паралізується, посилюються

відновлювальні процеси, у ґрунтовому розчині.

Швидкість відновлення ґрунтового-ценотичного покриву визначається кількістю нафти, що надійшла у ґрунт, і програмою робіт із рекультивації. Період відновлення після забруднення ґрунтів нафтою у кількості 12 л/м^2 розтягується до 15 років і залежить від кліматичних умов. Апробовані технології рекультивації нафтозабруднених ґрунтів передбачають застосування мінеральних добрив, спеціально селекціонованих штамів мікроорганізмів, здатних активно руйнувати вуглеводні, особливих агротехнічних заходів. При розливах мінералізованих пластових і стічних вод застосовують колоїдно-хімічну меліорацію, яка ґрунтується на перериванні капілярної облямівки та поверхневому внесенні прошарку гною і кальцієвмісних речовин. Проте радикальним заходом є попередження забруднення ґрунтів нафтою, підвищення надійності функціонування нафтогонів у супроводі постійно діючого моніторингу.

5.7. Ущільнення ґрунту

Доказів негативного впливу ходових систем машинно-тракторних агрегатів (МТА) на ефективну родючість ґрунтів багато. Це насамперед погіршення якості обробітку і відповідно якості посіву, особливо на поворотних смугах полів, де переущільнення виражене сильніше; застоювання води на полях після сніготанення або після інтенсивних злив тощо. Значне посилення ерозії в Україні пояснюється не тільки дегуміфікацією ґрунтів і послабленням унаслідок цього їх структурності, а й ущільненням, яке погіршує водопроникність ґрунтів, активізуючи цим поверхневий стік там, де раніше панував внутрішньо-ґрунтовий.

До неї додався такий недолік сучасних агротехнологій вирощування сільськогосподарських

культур, як численні проходи полем тракторів та іншої техніки: при вирощуванні соняшнику до 17; озимої пшениці до 20; кукурудзи до 22; цукрового буряку до 27 (оскільки більшість операцій виконуються роздільно). Ущільнення від МТА зазнають усі без винятку ґрунти, але особливо істотно важкі ґрунти при обробітку їх у перезволоженому стані (поза фізичною стиглістю).

Вплив ходових систем техніки призводить до:

- переущільнення в орному шарі вище від межі 1,30-1,35 г/см³, що припускається, та його поширення вглиб профілю;
- зменшення повітроємності ґрунту до 15 % і нижче;
- підвищення твердості ґрунту до 20 кгс/см² і більше;
- утворення псевдодостійких малошпаруватих агрономічно малоцінних ґрунтових агрегатів;
- зменшення коренепроникності і кореневмісного об'єму;
- зменшення діапазону та запасу активної вологи;
- різке зниження співвідношення між- і внутрішньоагрегатних шпар, а отже, погіршення мікробудови ґрунту;
- зниження водопроникності до 40-30 мм/год і нижче;
- послаблення розущільнювальної здатності;
- зростання енергоємності кришіння ущільненого ґрунту;
- утворення колій і погіршення умов виконання механізованих польових робіт;
- посилення неприродної строкатості властивостей ґрунту і його екологічних режимів;
- зниження ефективності мінеральних, передусім азотних добрив;
- зниження на 10-50 % урожайності

сільськогосподарських; культур проти неущільненого контролю [35].

Більшість орних ґрунтів під дією ходових систем машино-тракторних агрегатів ущільнюються. Інтенсивність і глибина ущільнення залежать, з одного боку, від маси машин, їх питомого тиску на ґрунт, кількості їх проходів полями, а з іншого від вологості ґрунтів у момент проходження МТА і гранулометричного складу ґрунтів.

Найбільше потерпають від переущільнення ґрунтів картопля і льон, найменше – зернові культури. Цукровий буряк, кукурудза і соняшник посідають проміжне положення. Оскільки переущільнення поширюється на найбільш активну кореневу частину профілю ґрунту, це негативно позначається на кореневій системі сільськогосподарських культур – знижується швидкість росту коренів через механічне гальмування підорних шарів. У цукрового буряку і гороху швидкість росту коренів у 2-3 рази нижча, ніж на не ущільнених ґрунтах. Переущільнення призводить до утворення невеликої за масою і неглибокої кореневої системи, в якій переважають також дрібні фракції, деформовані скупчення корінців за малої кількості корневих волосків.

На переущільнених ґрунтах коренева система не може повноцінно виконувати основні функції: поглинання поживних речовин і вологи, первинний синтез і постачання підземній частині рослини необхідних речовин. Посуха посилює негативну дію переущільнення на ріст і розвиток коренів, через що різко зменшується врожайність.

Несприятливий вплив ходових систем тракторів, сільськогосподарських машин та іншої техніки на ґрунт пом'якшують у таких основних напрямках:

- одним із основних можна вважати зниження

кількості проходів тракторів полем за рахунок поєднання операцій, застосування комбінованих машин для одночасного проведення обробітку ґрунту і посіву, широкозахватних машин і заміни деяких міжрядних обробітків хімічним прополюванням. При вирощуванні цукрового буряку за рахунок поєднання операцій з унесення добрив, оранки і лункування ґрунту, передпосівного обробітку і посіву, міжрядного обробітку ґрунту з обприскуванням площу ущільнення 1 га можна знизити з 29 218 до 22 952 м². Подібні заходи з поєднання операцій при вирощуванні кукурудзи й озимої пшениці знижують площу ущільнення 1 га відповідно на 6437 і 2628 м². Отже, технологію виконання операцій при вирощуванні тієї або іншої сільськогосподарської культури слід планувати з урахуванням наявних у господарстві тракторів, можливостей їх застосування на різних операціях і оптимального завантаження. При виконанні технологічних операцій рух машинно-тракторних агрегатів необхідно здійснювати відповідно до розроблених схем за постійними коліями. Це дасть можливість зменшити загальну площу ущільнення поля.

- зменшення питомого тиску сучасних тракторів на ґрунт, із застосуванням здвоєних, поширених або аркових коліс, ефективність яких доведено зарубіжною практикою. Ущільнення ґрунту можна зменшити за рахунок регулювання тиску в шинах, який має зменшуватися за високої вологості, і навпаки. Це дає змогу певною мірою зменшити, але не виключити повністю тиск коліс на ґрунт.

- застосування для обробітку ущільнених ґрунтів спеціальних робочих органів, конструкції й параметри яких слід ретельно досліджувати й обґрунтовувати. Ґрунт у колії тракторів обробляють знаряддями активного типу з одночасним глибоким (50-60 см) розпушуванням підорного шару.

- перспективним напрямом у вирішенні означеної проблеми є конструювання принципово нових ходових частин мобільних сільськогосподарських агрегатів з питомим тиском припустимого стандарту.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Кругообіг речовин у біосфері.
2. Типи забруднення ґрунтів.
3. Земельні угіддя України та їх екологічні проблеми.
4. Земельні угіддя як природний ресурс.
5. Трансформація земельних угідь.
6. Поняття деградації ґрунтів.
7. Основні напрями виявлення деградації ґрунтів.
8. Типи деградації ґрунтів.
9. Дегуміфікація та способи її подолання.
10. Токсиканти-ксенобіотики у ґрунтах та способи їх контролювання.
11. Буферність ґрунту та її підвищення.
12. Ущільнення ґрунту та боротьба з цим явищем.

6. ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ АГРОЕКОСИСТЕМ

6.1. Сівозміни в інтенсивному землеробстві

Сівозміною називають науково обгрунтоване чергування сільськогосподарських культур, а в разі необхідності й пару, в часі та на території господарства.

Економічною основою сівозміни є науково обгрунтована структура посівних площ, яка забезпечує максимальний вихід продукції з кожного гектара ріллі при найменшій собівартості. Під структурою посівних площ розуміють співвідношення між площами посіву різних сільськогосподарських культур і парів у сівозміні, виражене у відсотках до її загальної площі.

Агротехнічною основою сівозміни є періодичне або щорічне чергування культур на кожному полі, що в поєднанні з відповідною системою обробітку ґрунту і удобрення забезпечує збільшення врожаю сільськогосподарських культур та підвищення родючості ґрунту, а також захист його від ерозії.

Перелік груп культур і парів у порядку їх чергування в сівозміні називається схемою сівозміни. В ній встановлюють послідовність культур і парів.

Чергування культур у часі означає правильну зміну одних рослин іншими на даному полі, а чергування культур на території полягає у тому, що кожна культура чи пар проходять через усі поля сівозміни. Період, протягом якого культури і пар проходять через кожне поле в послідовності, встановленій схемою сівозміни, називається ротацією сівозміни. Тривалість ротації (ротаційного періоду), яка визначається кількістю років, дорівнює кількості полів сівозміни (наприклад, у семипільній сівозміні – сім років). План розміщення культур і парів у полях та за роками на ротаційний період називається ротаційною таблицею. Кожне поле сівозміни має

постійний номер, який на картах і картограмах позначається римськими цифрами.

У кожному полі сівозміни переважно висівають одну культуру, що дає можливість ефективно використати складну сільсько-господарську техніку і прогресивні агротехнічні заходи. Однак у сівозмінах з коротким ротаційним періодом іноді на одному полі вирощують дві або більше культур, подібних за своїми вимогами до зовнішніх умов та агротехніки і які є рівноцінними попередниками наступних культур. Поле, на якому висівають дві культури і більше, називають збірним.

Культуру, яку вирощували в полі у попередньому році, називають попередником культури, яку вирощують у цьому ж полі в поточному році. Попередником може також бути чистий пар, цілина тощо.

Якщо будь-яку культуру вирощують на одному полі 2-3 роки підряд, то її називають повторною. Якщо культуру вирощують на полі протягом тривалого часу (наприклад, який перевищує ротаційний період сівозміни), то її називають беззмінною. Нерідко у зв'язку із спеціалізацією в господарстві вирощують тільки одну культуру, то її називають монокультурою.

Кожна сівозміна складається з окремих ланок. Ланкою сівозміни називається частина сівозміни, яка складається з двох-трьох культур або чистого пару і однієї-трьох культур. Наприклад, багаторічні трави-озима пшениця-цукрові буряки. Кожну ланку починають кращим попередником: паром, багаторічними травами, однорічними травами та ін.

Різні культури по-різному реагують на беззмінне і навіть повторне вирощування в одному полі. Одні з них добре витримують повторні посіви і не знижують урожайності, а інші – сильно знижують. За цією ознакою їх можна поділити на три групи: дуже чутливі – льон,

соняшник, цукрові буряки, зернобобові, ярі зернові – у повторних посівах дуже знижують урожайність; середньочутливі – озимі зернові, кукурудза – при відповідній агротехніці не знижують або мало знижують урожайність при вирощуванні два-три роки підряд на одному полі; малочутливі – коноплі, картопля, рис, тютюн, бавовник – на беззмінні посіви реагують незначним зниженням урожайності.

Вченими Німеччини було запропоновано всі польові культури залежно від реакції на чергування їх у сівозміні поділяти на такі групи:

- сталі, або самосумісні – жито, кукурудза, люпин жовтий, соя, тютюн, рис, просо, картопля – остання на полях, де немає нематод;

- лабільні, тобто такі, які негативно реагують на повторні посіви – пшениця, овес, цукрові буряки, конюшина, люцерна, горох, льон, соняшник, капуста;

- сівозміноталі, тобто, які не можна висівати одну після іншої, наприклад, пшеницю після ячменю, овес після ячменю і навпаки [26, 43].

6.2. Наукові основи чергування культур в сівозміні

Д. М. Прянишников виділив чотири групи причин (хімічні, фізичні, біологічні й економічні) підвищення врожайності сільськогосподарських культур за правильного їх чергування в сівозміні.

Хімічні причини полягають у тому, що різні групи сільськогосподарських культур засвоюють з ґрунту елементи зольного й азотного живлення в різних пропорціях і кількостях. Зернові потребують більше азоту та фосфору, картопля, цукрові буряки, соняшник – калію. Бобові культури засвоюють з ґрунту багато фосфору і калію та збагачують його на азот.

Рослини по-різному засвоюють елементи живлення

з легкорозчинних і важкорозчинних сполук. Так, льон, пшениця й цукрові буряки засвоюють легкорозчинні у воді поживні елементи, а картопля, гречка, еспарцет, люпин, гірчиця можуть їх використовувати з важкорозчинних сполук. Вони після відмирання залишають для наступних культур більш розчинні й доступні форми фосфору.

Дуже важлива *причина чергування культур* – неоднакове проникнення корневих систем у ґрунт. Корені льону й картоплі проникають у ґрунт на глибину 0,8-1 м, озимої пшениці та озимого жита на 1,5-1,6, кукурудзи на 2-2,5, цукрових буряків і соняшнику на 3-3,5, люцерни на 4-5 м. Завдяки цьому рослини з міцною глибокопроникною кореневою системою використовують воду й елементи мінерального живлення з більш глибоких шарів ґрунту, що не завжди доступні для рослин із слабкорозвиненими та поверхнево розміщеними коренями. Отже, чергування культур у сівозміні дає можливість не тільки уникнути одностороннього виснаження ґрунту, а й ефективніше використовувати запаси елементів живлення.

Після збирання врожаю різних культур у ґрунті залишається неоднакова кількість рослинних решток (післяжнивних і корневих). Так, після багаторічних трав (сумішки конюшини із злаковими) за добрих урожаїв після дворічного використання в ґрунті залишається до 100-110 кг/га корневих і післяжнивних решток, а після зернових культур – близько 40 ц/га. Отже, вирощування багаторічних трав, особливо бобових, сприяє збагаченню ґрунту гумусом і поживними речовинами. Льон, коноплі, цукрові буряки, картопля збільшують у ґрунті вміст органічних речовин і поживних елементів за рахунок внесення під них органічних добрив.

Фізичні причини. Відмінності в біологічних особливостях вирощування культур вимагають спеціальної агротехніки.

Культури звичайної рядкової сівби (зернові, льон, коноплі) і широкорядної суттєво відрізняються за кількістю заходів післяпосівних обробітків ґрунту, а отже, механічний вплив знарядь на ґрунт буде також різним. Наприклад, після сівби цукрових буряків до їх збирання проводять коткування, боронування і декілька культивацій міжрядь, тоді як після сівби ярих зернових коткування і боронування застосовують не завжди, а культивації взагалі не проводять. Тому такі фізичні властивості ґрунту, як структура, будова орного шару і щільність, під впливом багаторазових обробітків під культури широкорядної сівби швидше.

За період свого розвитку різні культури витрачають різну кількість вологи, відповідно й по-різному висушують ґрунт. Витрата води рослинами залежить від тривалості вегетаційного періоду, величини транспіраційного коефіцієнта, кількості рослин на одиниці площі, кліматичних і ґрунтових умов, агротехніки культури тощо. Тому цукрові буряки значно сильніше висушують ґрунт, ніж пшениця, ячмінь, жито. Дуже висушують його багаторічні трави в зонах з недостатньою кількістю опадів. Тому використання їх на два укоси недоцільне, оскільки вони стають поганим попередником озимих.

Велике значення для нагромадження вологи й одержання високих і сталих урожаїв озимої та ярої пшениці мають чисті пари.

З фізичними властивостями ґрунту тісно пов'язані й залежать від них водно-повітряні, тепловий і поживний режими ґрунту. Структурні ґрунти мають оптимальну будову й відповідно більш родючі. Вони краще засвоюють і менше витрачають вологи, на них зменшується поверхневий стік, вони стійкі проти водної і вітрової ерозії.

Біологічні причини чергування культур.

Необхідність чергування культур зумовлюється шкідливою дією бур'янів, шкідників і хвороб на рослини, що призводить до зниження врожайності. У беззмінних посівах дуже швидко поширюються бур'яни, оскільки вони пристосовуються до конкретних культурних рослин. У процесі еволюції багато бур'янів набули подібних з культурними рослинами ботанічних і біологічних особливостей – тривалості вегетаційного періоду, форми та розміру насіння, здатності до вегетативного розмноження, наявності озимих і ярих форм тощо. Тому різні сільськогосподарські культури забур'янюються певними бур'янами: ярі зернові – вівсюгом, рідкокою дикою, гірчицею польовою та ін.; озимі зернові – кукілем звичайним, талабаном польовим, грициками звичайними, ромашкою непахучою, волошкою синьою, метлюгом звичайним; просо, кукурудза, рис – курячим просом, мишієм сизим і зеленим, щирцею; льон – пажитницею п'янкою, повитицею, рижієм звичайним.

Не всі культури однаково реагують на забур'яненість. Такі культури, як кукурудза, соняшник, коноплі, швидко затінюючи ґрунт, пригнічують бур'яни сильніше, ніж овес, ячмінь, просо, льон. У посівах просапних культур бур'яни знищуються міжрядними обробітками. Отже, ефективно боротися з ними можна лише тоді, коли правильно чергуються озимі культури з ярими; зернові з просапними і зернобобовими; вузьколисті з широколистими. Найповніше знищуються бур'яни в парах.

У повторних і беззмінних посівах сільськогосподарських культур створюються сприятливі умови для розмноження шкідників. Наприклад, на цукрових буряках дуже розмножуються буряковий довгоносик, листкова попелиця, нематоди; на просі – просяний комарик; на бобових – бульбочковий довгоносик; на льоні, коноплях,

капустяних – блішки.

Повторні посіви озимої пшениці сприяють поширенню хлібної жужелиці, гесенської і шведської мух, клопів-черепашок, жука-кузьки. Шкода, якої завдають шкідники, значно зменшується завдяки правильному чергуванню культур у сівозміні.

Ураження рослин хворобами часто є головною причиною, яка потребує чергування культур у сівозміні. Серед інфекційних хвороб зернових культур перше місце за поширенням і шкідливістю займають кореневі гнилі. Вони розвиваються на підземних і надземних органах рослин, що призводить до зменшення кількості коренів, які нормально функціонують, порушуються зв'язки між підземними і надземними частинами рослин, різко знижується водопостачання та живлення колосу, зменшується або повністю втрачається продуктивність рослин, погіршується якість урожаю.

Значної шкоди льону і коноплям завдає фузаріоз; картоплі – фітофтора, чорна ніжка, парша і фомоз; соняшнику – несправжня борошниста роса; бавовнику – вілт.

Багаторічні трави дворічного використання в сівозміні підтримують баланс гумусу в орному шарі й до мінімуму знижують захворювання кореневими гнилями наступних зернових культур.

Беззмінне вирощування деяких культур (льону, гороху тощо) може спричинити нагромадження токсичних речовин, які виділяють рослини, мікроорганізми, гриби, бактерії, і викликати ґрунтовтому. За умови правильного чергування культур цього вдається уникнути.

Економічні причини. Д. М. Прянишников зазначав, що економічна необхідність чергування культур пов'язана з різною кількістю і розподілом у часі праці, яка необхідна для вирощування культур у господарстві.

Для повнішого й продуктивнішого використання техніки і робочої сили в сівозміні доцільно вирощувати культурні рослини різних строків сівби і збирання врожаю (озимі, ранні, пізні ярі тощо). Це забезпечує високоякісне проведення всіх польових робіт у кращі строки.

У кожній сівозміні необхідно вибрати й обгрунтувати таке чергування культур, яке б одночасно з підвищенням родючості ґрунту забезпечувало одержання максимальних і сталих урожаїв усіх культур з мінімальними затратами.

Економічно вигідно спеціалізувати сівозміни – максимально насичувати їх основними культурами. В таких сівозмінах зернові можуть займати до 60-80 % площі, бавовник 75-80 %, коноплі 70 %, цукрові буряки 20%, картопля 30-40 %. Спеціалізація сівозмін у господарствах збільшує виробництво продукції рослинництва, підвищує ефективність капіталовкладень, знижує матеріальні й трудові затрати [21].

6.3. Розміщення основних культур і парів у сівозміні

Культурні рослини і заходи щодо їх вирощування суттєво впливають на фізичні, хімічні й біологічні властивості ґрунту.

Щоб правильно розмістити й оцінити різні культури як попередники в сівозміні, їх об'єднують у групи, враховуючи біологічні особливості, технологію вирощування і вплив на умови життєдіяльності та на урожайність наступних культур у сівозміні. За характером цього впливу визначено такі групи: пари; багаторічні трави; зернобобові; просапні; технічні не просапні; озимі зернові; ярі зернові; однорічні трави.

Паром називають поле, на якому протягом всього або частини вегетаційного періоду не вирощують сільськогосподарські культури, яке систематично

обробляється для знищення бур'янів і нагромадження вологи й поживних речовин. Пари поділяють на дві основні групи: чисті, або незайняті; зайняті.

Чисті пари залишаються вільними від культурних рослин протягом вегетаційного періоду. В цей час на них здійснюють відповідну систему обробітку ґрунту, яку називають паровою. Основним завданням цих парів є очищення ґрунту від бур'янів і нагромадження вологи та поживних речовин. Залежно від часу основної обробітки в чистих парах їх поділяють на чорні, ранні, ранні поліпшені й кулісні.

Чорні пари починають обробляти з літа або з осені після збирання попередника, тобто за рік до сівби озимої пшениці.

Ранній пар – його обробляють, починаючи з весни наступного року після збирання попередника, тобто в рік сівби озимих.

Ранній поліпшений пар – це різновидність чистого пару, на якому восени проводять поверхневий обробіток (луцення), а основний обробіток (оранку) – навесні наступного року. Чисті пари (особливо чорний пар) у посушливих районах забезпечують високі й сталі врожаї озимих зернових культур. За дослідними даними, на чорних парах під час сівби озимих створюються значні запаси вологи в ґрунті й рухомих поживних елементів, підвищується родючість ґрунту. У структурі посівних площ у степових районах вони займають близько 10%, а в південних і східних районах Лісостепу – 4-8 %.

У Лісостепу і на Поліссі озимі культури висівають переважно після зайнятих парів.

Кулісний пар – це різновидність чистого пару, на якому смугами висівають високостеблі рослини, їх обробляють за типом чорного або раннього пару. Найпридатнішими культурами для куліс є коноплі,

гірчиця, соняшник, сорго. Сіють їх влітку з таким розрахунком, щоб до сівби озимих стебла їх не пересохли та не ламалися і в той же час досить здерев'яніли.

Куліси бувають одно-, дво- і трирядні. Віддаль між кулісами повинна бути кратною ширині захвату культиватора й посівного агрегату і не повинна перевищувати 10-15-кратної висоти рослин. Їх розміщують перпендикулярно до напрямку панівних вітрів взимку.

Зайняті пари. У них вирощують культури, що рано звільняють поле для обробітку ґрунту і підготовки його під озимі. Залежно від особливостей парозаймаючої культури і способу її вирощування зайняті пари поділяють на суцільні, просапні й сидеральні.

Суцільні зайняті пари займають культурами, які висівають звичайним рядковим способом: вико-вівсяна, горохо-вівсяна, люпино-вівсяна сумішки, озимі зернові на зелений корм і їх сумішки з бобовими озимими (горох, вика), ярі зернові на зелений корм та їхні сумішки із зернобобовими.

Просапні зайняті пари засівають ранніми просапними культурами (рання картопля, кукурудза на зелений корм та інші), міжряддя яких протягом вегетації декілька разів обробляють.

Сидеральний пар – це різновидність зайнятого пару, який засівають бобовими культурами для загортання їх у ґрунт на зелене добриво. Для цього найчастіше використовують люпин, буркун тощо.

До *групи багаторічних трав* належать бобові (конюшина, люцерна, еспарцет тощо) і злакові (тимофіївка лучна, грястиця збірна, вівсяниця та ін.), а до групи зернобобові – бобові культури, які вирощують на зерно (горох, вика, люпин, соя, чина, сочевиця, квасоля, кормові боби, нут).

До *групи просапних культур* належать цукрові

буряки, кукурудза, картопля, соняшник, кормові буряки, бруква, турнепс тощо.

Озимі зернові – це озима пшениця, озиме жито, озимий ячмінь. До *технічних культур* належать льон, коноплі, а до *однорічних трав* – вика, горох, люпин на зелену масу та їх сумішки з вівсом.

Вирішуючи питання про краще розміщення культур у сівозміні, потрібно виходити з господарсько-економічних і природних умов, щоб забезпечити кращими попередниками насамперед основні культури, а потім усі інші.

Вимоги до попередника. Потрібно, щоб після збирання попередника ґрунт містив достатньо вологи і поживних речовин, мав сприятливі фізичні властивості, був чистим від бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Після збирання попередника повинно залишатися досить часу для проведення обробітку ґрунту під наступну культуру, для внесення добрив тощо.

Озимі культури розміщують у сівозміні по чистих і зайнятих парах, однак їх можна висівати й після непарових попередників. Найпоширенішими з них є кукурудза на силос і озима пшениця, яку вирощують по чорному пару.

В окремих зонах України озимі розміщують після різних попередників. По чистих парах їх вирощують у південних і східних посушливих районах Степу.

На Поліссі на сірих лісових пилувато-супіщаних ґрунтах кращими попередниками є сидеральний пар, конюшина першого року на один укіс, льон-довгунець, викосумішки, а на дерново-підзолистих супіщаних – сидеральний пар і люпин на силос та зелений корм. Добрі врожаї у цих умовах дає озима пшениця після картоплі ранніх сортів. Озимі після люпину на зелене добриво вирощують переважно на бідних супіщаних і піщаних ґрунтах. Добрі врожаї вони дають після вико-житніх, вико-

пшеничних зайнятих парів. Цінними парозаймаючими культурами є сумішки вівса з горохом, чисті посіви гороху на зелений корм або силос. У зайнятих парах вирощують також буркун білий, сумішки кукурудзи з кормовими бобами.

У Лісостепу основними попередниками озимих зернових є багаторічні трави, зокрема конюшина та еспарцет і їх сумішки із злаковими компонентами, вико-вівсяна та вико-житні сумішки, зернобобові, кукурудза на зелений корм та силос. У південних і східних більш посушливих районах Лівобережного Лісостепу озиму пшеницю висівають також по чистих парах, після кукурудзи на зелений корм та силос, вико- і гороховівсяної сумішок, озимих на зелений корм, гороху, чини, озимої пшениці, яку вирощували по чорному пару. Добрим попередником є баштанні культури.

Ярі зернові культури розміщують в основному після просапних. Під яру пшеницю найкращі з них – картопля, кукурудза, гарбузи, гірші – цукрові буряки, ще гірші – соняшник, ячмінь. Овес також розміщують після просапних: найкраще після картоплі, кукурудзи і цукрових буряків. Високі врожаї ці культури дають після зернобобових та озимих зернових культур.

Просапні культури. Цукрові буряки вибагливі до попередників і високі врожаї дають лише за умови достатнього забезпечення рослин вологою та поживними речовинами на ґрунтах, чистих від бур'янів. Їх розміщують в основному після озимої пшениці, але при обов'язковому внесенні під них органічних і мінеральних добрив. Добрими попередниками цукрових буряків є також зернобобові культури. На їх урожайність впливає не тільки попередник, але й передпопередник. За даними багаторічних досліджень, найкращий урожай одержують тоді, коли буряки висівають після озимих, які вирощували

після конюшини або еспарцету однорічного використання на один укіс. Добрі врожаї вони дають у ланках з чистим паром, але при цьому знижується вихід кормових одиниць з 1 га ріллі.

Добрі результати дає розміщення цукрових буряків після озимих, які висівали після гороху, дещо гірші – після озимих, якщо їх висівали після вико-вівсяної сумішки, кукурудзи на силос. Однак у сучасних умовах основними попередниками цукрових буряків є озимі після конюшини, еспарцету, вико-вівсяної сумішки і кукурудзи на зелений корм та силос.

Найкращими ланками в умовах достатнього зволоження вважають трав'яну (багаторічні трави – озимі – цукрові буряки), а в посушливих умовах – парову (чорний пар – озимі – цукрові буряки).

На Поліссі кращою ланкою цукрових буряків є конюшина – льон – озима пшениця – цукрові буряки та люпин – льон – озима пшениця – цукрові буряки. Непридатні попередники цукрових буряків – ярі зернові, особливо просо.

Картоплю розміщують після озимих зернових, які вирощували після різних попередників – люпину на силос і на зерно, конюшини, льону, кукурудзи на силос, ранньої картоплі. Найкращий попередник – конюшина або сидеральний пар.

На Поліссі картоплю вирощують після озимих з післяжнивним люпином. Добрим попередником тут для неї є люпин на зерно, особливо тоді, коли його збирають на високому зрізі. В цій зоні картоплю можна вирощувати після льону.

Можливими попередниками для картоплі є зернобобові, баштанні культури, цукрові буряки та кукурудза на силос. У заплавах річок і на окультурених торфовищах її висаджують і після багаторічних трав. Після

цього ж попередника вирощують картоплю і в гірських районах Карпат.

Небажано вирощувати картоплю після картоплі.

Кукурудзу в сівозмінах України розміщують після озимих, які висівали по зайнятих і чистих парах, а також після просапних. На Поліссі найкращими попередниками кукурудзи є картопля, цукрові буряки, озимі, люпин на зерно, а також кукурудза.

У Лісостепу добрі попередники кукурудзи – озимі після гороху, картопля і кукурудза, а цукрові буряки лише в роки з достатнім забезпеченням вологою.

У західних областях України, де випадає достатньо опадів, кращим попередником кукурудзи є цукрові буряки, картопля, зернобобові й кукурудза, а також озимі після зайнятих парів.

У Степу найкращі попередники кукурудзи – озимі після чистих парів, бобові й кукурудза; гірші – друга озимина по чистому пару; погані – ячмінь, суданська трава і соняшник.

Отже, набір попередників для кукурудзи досить широкий. Проте здебільшого її висівають після озимих, попередником яких є чисті й зайняті пари, а також після цукрових буряків (крім посушливих років), картоплі та ін.

Соняшник потребує багато вологи (майже в 2-3 рази більше порівняно з озимою пшеницею). У районах нестійкого і, особливо, недостатнього зволоження осінні й зимові опади не відновлюють повністю в ґрунті витрачену багаторічними травами, цукровими буряками вологу, тому висівати соняшник після цих попередників недоцільно, оскільки різко знижується врожайність.

Кращими попередниками соняшнику є озима пшениця, озиме жито по чистих і зайнятих парах, а також озимі та ярі зернові, вирощені після зернових бобових і просапних культур. Соняшник розміщують перед чистим

паром або просапними культурами, щоб запобігти засміченню наступних культур його падалицею. Не рекомендується соняшник висівати на тому самому місці раніше, ніж через вісім років.

Зернобобові культури (горох, чину, сою, люпин, сочевицю) переважно вирощують після просапних – кукурудзи, цукрових буряків, картоплі. Добрим попередником гороху є озимі зернові, після яких вирощують інші зернобобові.

Дуже вибагливою культурою до попередників є кормовий люпин. На Поліссі його вирощують після картоплі, кукурудзи, ярих і озимих зернових. При поверненні його надане поле через два роки урожайність зеленої маси знижується майже вдвоє. Тому недопустимо вирощувати зернобобові після зернобобових раніше, ніж через 3-4 роки.

Льон. Це культура, яка дуже вибаглива до родючості ґрунту і чистоти полів від бур'янів.

Кращі попередники льону – озимі зернові після багаторічних трав. На слабоокультурених ґрунтах його доцільно вирощувати після багаторічних трав і картоплі. Добрими попередниками льону є також люпин на силос і буркун.

Щоб уникнути розвитку в ґрунті шкідливих для льону мікроорганізмів, його не можна вирощувати на цьому ж полі раніше ніж через 5-6 років. Якщо частіше – різко знижується урожайність.

Після льону в сівозміні вирощують картоплю, гречку, ярі зернові культури, а в районах з більш пізніми строками сіви озимих – озиме жито й озиму пшеницю.

Круп'яні культури. Просо, гречка і рис дуже реагують на правильне чергування їх у сівозміні. Просо вибагливе до родючості ґрунту, до чистоти полів від бур'янів. За розміщення його на родючих цілинних та

перелогових землях і особливо по пласту багаторічних трав одержують найвищі врожаї. Добрими попередниками проса вважаються зернобобові й добре оброблені просапні культури (цукрові буряки, картопля). В багатьох районах просо розміщують і після озимих культур, які висівали по чистих та зайнятих парах.

У Степу просо – добра покривна культура для люцерни або еспарцету.

Гречка не дуже пригнічується бур'янами, але вона також різко знижує урожайність при повторних посівах. Добрі врожаї вона дає при розміщенні після картоплі, кукурудзи, цукрових буряків та інших просапних культур. На чистих від бур'янів полях її можна з успіхом вирощувати після озимих і ярих зернових. Високі врожаї дає гречка після зернобобових.

Рис вирощують у спеціальних сівозмінах, в яких повторні його посіви чергуються з багаторічними травами або зернобобовими культурами. Сівба рису на одному і тому ж місці більше ніж три роки підряд призводить до зниження родючості ґрунту, посилення забур'яненості посівів і зниження врожайності.

Коноплі, на відміну від льону, добре ростуть на родючих ґрунтах. Вирощують їх після озимих зернових, ярої пшениці, картоплі, овочів.

Тютюн при вирощуванні в сівозмінах підвищує урожайність у 1,5-2 рази порівняно з повторними посівами. Добрі попередники для нього – озимі та ярі зернові культури, кукурудза й однорічні сумішки. Не можна розміщувати тютюн після картоплі, помідорів, баклажанів, інших культур із родини пасльонових, оскільки він належить також до цієї родини.

Багаторічні трави і пари в сівозміні. Багаторічні трави вирощують у польових, кормових та інших сівозмінах. У більш вологих районах вирощують

конюшину, а в посушливих – люцерну, еспарцет.

Залежно від природних умов і особливостей сівозмін трави вирощують під покривом озимих та ярих колосових, а також проса. На Поліссі на легких ґрунтах трави підсівають під озимі культури, на важких – під ярі зернові. Добрими покривними культурами для багаторічних трав на Поліссі є кукурудза (з міжряддям 30 см), вико- і люпино-вівсяні сумішки на зеленій корм.

У Лісостепу та Степу трави здебільшого підсівають під ярі зернові культури.

У посушливих районах України поширені чисті (безпокривні посіви трав (наприклад, літні посіви, особливо люцерни).

Пари розміщують після просапних культур, озимих зернових та ін. Чорні пари в сівозміні розміщують після ярих зернових, суданської трави, а також після соняшнику [28].

6.4. Проміжні культури в сівозміні

Проміжні культури вирощують між збиранням однієї основної культури і сівбою наступної. Основна культура – це така сільськогосподарська культура, яка займає поле більшу частину вегетаційного періоду. Проміжні культури використовують на корм худобі в різному вигляді (зелений корм, силос, сінаж, трав'яне борошно), а також на зелене добриво. У південних районах з достатнім зволоженням або на зрошуваних землях деякі з проміжних культур формують на одному і тому самому полі повноцінний другий урожай.

Проміжні культури – важливий фактор інтенсифікації землеробства. Вони дають можливість продуктивніше використовувати землю, підвищуючи коефіцієнт використання ріллі до 1,5–2,0; збільшують виробництво кормів і поліпшують їх якість. Ці культури

виконують санітарну функцію в боротьбі з бур'янами, хворобами і шкідниками сільсько-господарських рослин; послаблюють негативну післядію високої концентрації окремих культур у спеціалізованих сівозмінах; збагачують ґрунт органічними речовинами, а бобові – й азотом, захищають фунт від ерозії, поліпшують його структуру і в цілому сприяють підвищенню родючості. У зрошуваному землеробстві вони послаблюють засолення фунтів.

Всі проміжні культури за характером і сфоками вирощування поділяють на озимі та ярі. Ярі бувають післяукісними, післяжнивними і підсівними.

Озимі проміжні культури висівають наприкінці літа чи на початку осені під покрив або після збирання врожаю основних культур, а врожай (зелену масу) збирають навесні наступного року. Вирощують їх після озимих і ярих зернових, зернобобових, люпину перед ярими культурами пізніх строків сівби. Кращими озимими проміжними культурами є озиме жито, пшениця, тритикале, їх сумішки з озимою викою, озимий ріпак, озима суріпиця, зимуючий горох. Вони дають дуже ранній зелений корм. їх посіви досить поширені по всій Україні. У Степу їх вирощують на зрошуваних землях.

Післяжнивні проміжні культури вирощують у сівозмінах після збирання основної культури (озимих або ярих зернових) у повній стиглості в поточному році в літньо-осінній період. Для їх вирощування необхідно, щоб від сівби до збирання врожаю залишалось 65–70 безморозних днів з сумою активних температур до 1000 °С і кількістю опадів не менше 100 мм. Післяжнивно здебільшого вирощують культури на зелений корм. На Поліссі для цього придатні овес, люпин, люпино-вівсяні сумішки, в Лісостепу – кукурудза, горох, ріпак, овес, гірчиця біла, редька олійна та інші швидкорослі культури, у південних районах – кукурудза, соняшник, суданська

трава, сорго, могар, а на зрошенні – багато інших.

Післяукісні культури вирощують після збирання основної культури на зеленій корм, силос або сіно в цьому ж році (наприклад, після озимого жита, однорічних трав та ін.). Від післязливних культур вони відрізняються більш ранніми строками сівби. У післяукісних посівах вирощують кукурудзу на силос і на зелений корм, просо, гречку. Можна також вирощувати однорічні трави, картоплю, а в окремі роки навіть кормові й цукрові буряки, а також соняшник у сумішках з кукурудзою, горохом, кормовими бобами та ін.

Підсівні проміжні культури висівають навесні під покрив основної культури (озимих і ярих зернових, однорічних злаково-бобових сумішок). У підсівних посівах вирощують буркун, сираделу, однорічний і багаторічний люпин, турнепс, суданську траву, конюшину, райграс однорічний, еспарцет.

До підсівних певною мірою близькі сумісні посіви, коли разом висівають дві або більше культури, а після збирання однієї з них відростають інші. Так, у сумісних посівах кукурудзи і суданської трави після збирання врожаю на зеленій корм або силос добре відростає суданська трава, і урожай її зеленої маси досить високий.

6.5. Класифікація сівозмін

В основу сучасної класифікації сівозмін покладено дві ознаки: головний вид рослинницької продукції, яку одержують у сівозміні; співвідношення площ окремих груп культур, що різняться між собою за біологічними особливостями, агротехнікою і впливом на родючість ґрунту. За першою ознакою сівозміни поділяють на типи.

Тип сівозміни свідчить про господарське

призначення основної рослинницької продукції, яку виробляють у сівозміні (зерно, продукція технічних культур, корми, овочі тощо). Виділяють три типи сівозмін: польові, кормові, спеціальні.

У польових сівозмінах вирощують в основному зернові, технічні культури, які не потребують особливих ґрунтових умов чи спеціальних умов вирощування (наприклад, цукрові буряки, соняшник, картопля). У сучасних польових сівозмінах вирощують також кормові буряки. Проте повне забезпечення тваринництва кормами не входить у завдання польових сівозмін. Вони займають близько 90% всіх орних земель і їх впроваджують, як правило, в усіх господарствах.

Кормові сівозміни призначені переважно для виробництва соковитих і грубих кормів, а також незначні площі в них займають зернові, технічні, овочеві та інші культури. Залежно від місця розміщення та від того, яка група кормових культур переважає, кормові сівозміни поділяють на прифермські та лукопасовищні.

У прифермських сівозмінах вирощують переважно силосні культури, коренебульбоплоди і трави на зелену масу. Їх розміщують поблизу тваринницьких ферм.

У лукопасовищних сівозмінах вирощують переважно багаторічні трави на сіно і випас (лукопасовищний період, який триває 3-5 років), а також одне-два поля займають просапні й зернові культури, в які знову підсівають багаторічні трави (польовий період).

Спеціальні сівозміни призначені для виробництва продукції культур, які потребують дуже родючих ґрунтів або спеціальних умов вирощування. За призначенням серед спеціальних сівозмін розрізняють овочеві, коноплярські, тютюнові, махоркові, рисові сівозміни з ефіроолійними та лікарськими рослинами, ґрунтозахисні тощо.

Спеціалізація й концентрація сільсько-господарського виробництва сприяє зменшенню кількості культур у польових сівозмінах і насичення їх основними. Однак, оскільки ці культури розміщуються на звичайних ґрунтах у польових сівозмінах, на відміну від спеціальних, вони називаються спеціалізованими польовими (наприклад, зернобобові, зерно- картопляні та ін.).

Ґрунти, які піддаються ерозії, відводять під сівозміни, завданням яких, крім раціонального використання землі, є захист ґрунтів від ерозії. Такі сівозміни називаються ґрунтозахисними. Залежно від того, який набір культур вони включають, їх відносять до польових, кормових чи спеціальних.

Кожен з розглянутих типів сівозмін може поділятися на види. Вид сівозміни свідчить про співвідношення груп культур і парів, що відрізняються за біологічними особливостями, їх технологією вирощування та впливом на родючість ґрунту (зернові, пари, трави, просапні та ін.).

Найбільш поширені такі види сівозмін: зерно-парові, зерно-паро-просапні, зерно-просапні, зерно-трав'яні, зерно- трав'яно-просапні (плодозмінні), просапні, трав'яно-просапні, сидеральні, травопільні.

У зерно-парових сівозмінах кілька полів займають зернові, а одне поле перебуває під чистим паром: 1 – чистий пар; 2 – яра пшениця; 3 – яра пшениця; 4 – ячмінь, овес.

У зерно-паро-просапних сівозмінах кілька полів займають зернові культури (50-70 %), одне поле відводять під чистий пар і не менше одного поля займають просапні культури. Тепер такі сівозміни широко впроваджують у Степу: 1 – чистий пар; 2 – озима пшениця; 3 – озима пшениця; 4 – кукурудза; 5 – однорічні трави; 6 – озима пшениця; 7 – кукурудза; 8 – кукурудза на силос; 9 – озима

пшениця; 10 – ячмінь; 11 – соняшник.

Зерно-просапні – це такі сівозміни, в яких вся площа зайнята зерновими, просапними і парозаймаючими культурами (без чистих парів), при цьому просапні культури займають меншу площу, ніж зернові: 1 – просапні; 2 – зернові; 3 – зернові; 4 – просапні; 5 – зернові; або: 1 – зернові бобові; 2-3 – озима пшениця; 4 – кукурудза; 5-6 – озима пшениця; 7 – цукрові буряки, 8 – ячмінь; 9 – кукурудза; 10 – озима пшениця. Ці сівозміни поширені в менш посушливих північних районах Степу та в Південному Лісостепу.

У зерно-трав'яних сівозмінах більшу частину площ займають посіви зернових і непросапних технічних культур, а на іншій частині площ вирощують багаторічні трави: 1 – пар зайнятий; 2 – озима пшениць з підсівом багаторічних трав; 3-4 – багаторічні трави одного-двох років використання; 5 – льон; 6 – озимі; 7 – ярі зернові. Ці сівозміни поширені на Поліссі, в Західному Лісостепу та в районах поширення водної ерозії (раніше їх називали травопільними).

У трав'яно-просапних сівозмінах вирощують багаторічні трави (які тут займають два і більше полів) та просапні культури. Вони поширені на зрошуваних землях при вирощуванні бавовнику та інших культур на осушених землях (торфовищах), в заплавах. Прикладом трав'яно-просапних сівозміни може бути така: 1-2 – багаторічні трави одного-двох років використання; 3 – кукурудза; 4 – картопля; 5 – коренеплоди; 6 – силосні культури; 7 – однорічні трави з підсівом багаторічних трав.

Зерно-трав'яно-просапні, або плодозмінні сівозміни, – це сівозміни, в яких вирощують зернові, просапні культури й однорічні та багаторічні трави – переважно бобові. Зернові культури тут займають не більше половини площі. В цих сівозмінах здійснюється

принцип плодозмін, тобто таке чергування культур, коли висівають одну після одної культури, різні за технологією вирощування і впливом на родючість ґрунту. В таких сівозмінах жодну культуру не розміщують два роки підряд в одному і тому самому полі.

Плодозмінна сівозміна вперше була впроваджена в Англії у графстві Норфольк з таким чергуванням культур: 1 – конюшина першого року використання; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – ячмінь з підсівом конюшини. Ця сівозміна, яку називають Норфолькською, є класичним прикладом плодозмінної сівозміни, в якій конюшина займає 25 %, просапні – 25, зернові – 50 % площі.

Плодозмінні сівозміни тепер поширені в Україні в районах вирощування цукрових буряків (південні райони Полісся, Лісостеп, зрошувані землі). Вони дещо видозмінені й мають таке чергування культур: 1 – багаторічні трави першого року використання; 2 – озимі; 3 – цукрові буряки або соняшник; 4 – ярі зернові; 5 – зернові бобові або кукурудза на силос; 6 – озимі зернові; 7 – однорічні трави; 8 – озимі зернові; 9 – цукрові буряки; 10 – ячмінь з підсівом багаторічних трав.

Просапні сівозміни – це такі сівозміни, в яких просапні культури займають всю або більшу частину площі. Чистих парів у них немає, а просапні культури висівають повторно або після інших просапних. Наприклад: 1 – кукурудза; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – кукурудза; 5 – озима пшениця; 6 – соняшник; 7 – озима пшениця; 8 – цукрові буряки; 9 – кукурудза; 10 – ячмінь. У цій сівозміні просапні культури займають 60 % площі.

У *сидеральних сівозмінах* вирощують сидеральні культури, зелену масу яких використовують на зелене добриво. Їх впроваджують на бідних піщаних ґрунтах у

районах достатнього зволоження, в умовах зрошення, а також на засолених ґрунтах (з посівами буркуну).

Травопільні сівозміни – це такі сівозміни, в яких багаторічні трави займають половину і більше площі. Крім того, в них вирощують ще зернові, однорічні трави й технічні культури. Впроваджують їх у гірських районах для захисту ґрунтів від водної і вітрової ерозії, на природних кормових угіддях.

Розглянуті сівозміни класифікують за співвідношенням різних культур, за прийнятим чергуванням і впливом їх на родючість ґрунту. Але поряд з цим при класифікації сівозмін враховують кількість полів і навіть напрям спеціалізації. Наприклад, розглянута вище просапна сівозміна за всіма вказаними ознаками буде називатися так: польова десятипільна просапна, просапної системи землеробства, кукурудзо-бурякового напрямку. Повну назву слід давати кожній сівозміні.

Ґрунтозахисні сівозміни. Щоб запобігти розвитку водної і вітрової ерозії, застосовують спеціальні ґрунтозахисні сівозміни з багаторічними травами. їх вводять на схилах крутизною 5° і більше. Крім багаторічних трав, тут вирощують і однорічні культури звичайної рядкової сівби, вводять післяукісні, післяжнивні й підсівні проміжні культури, щоб ґрунт не залишався відкритим після збирання однорічних культур. Уникають вирощування просапних культур, щоб не допустити розпилення ґрунту. А якщо такі культури висівають, то їх розміщують впоперек схилу смугами завширшки 30-60 м, які чергуються із смугами багаторічних трав або однорічних культур звичайної рядкової сівби. На схилах більшої крутизни (10–12°) вводять травопільні сівозміни, в яких багаторічні трави займають понад 50 % всієї площі. На землях, де сильно розвивається водна ерозія, в Лісостепу рекомендуються такі сівозміни: 1–3 –

багаторічні трави; 4 – озимі із смугами трав; 5 – кукурудза; 6 – зернобобові з посівом післяжнивних культур; 7 – озимі та ярі зернові з підсівом багаторічних трав.

У районах поширення вітрової ерозії застосовують ґрунтозахисні сівозміни із смуговим розміщенням багаторічних трав і чистих парів. Смуги розміщують впоперек до напрямку пануючих вітрів. Ширина смуг на легких ґрунтах повинна становити 50, а на важких – 100–150 м. При смуговому розміщенні культур, пару і багаторічних трав можлива така п'ятипільна сівозміна з десятирічною ротацією: 1-5 – багаторічні трави; 6-7 – яра пшениця; 8 – кулісний пар; 9-10 – яра пшениця. Смугу, яка раніше була зайнята паром, два роки підряд засівають ярою пшеницею, а смугу, яка була другий рік під ярою пшеницею, на третій рік засівають багаторічними травами. Значне поширення в Україні має така ґрунтозахисна сівозміна: 1-5 – багаторічні трави; 6 – озима пшениця; 7 – однорічні трави; 8 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав. Крім цих культур, у ґрунтозахисних сівозмінах можна вирощувати такі культури, як кукурудза, а в Карпатах – льон і картоплю.

На дуже крутих схилах в умовах Карпат (10–20°) доцільно впроваджувати короткопільні сівозміни, в яких тільки одне поле відводиться під однорічні зернові колосові культури, під які знову підсівають трави.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Оптимізація агроєкосистем за допомогою сівозмін.
2. Екологічні основи чергування культур у сівозмінах.
3. Проміжні культури у сівозміні та їх екологічна роль.
4. Класифікація сівозмін.
5. Екологічні принципи побудови збалансованих сівозмін.
6. Типи сівозмін та їх екологічне значення.

7. ХІМІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ТА РАДІОНУКЛІДИ

7.1. Забруднення довкілля та екоотоксиканти

Господарська діяльність, що призводить до зміни хімічного складу будь-якого природного компонента довкілля, є за своєю суттю геохімічною, за охоплення ще й біотичних компонентів – біогеохімічною. Техногенне втручання у природний хімічний склад чи то повітря, чи води, ґрунтів, літосфери, або живої речовини, неминуче, з більшою або меншою швидкістю передається від одного середовища до іншого в процесі їхніх екологічних взаємовідношень і взаємоперетворень. Тому, із усталених геохімічних та екологічних позицій зміну хімічних властивостей довкілля, пов'язану з господарською діяльністю та іншими антропогенними процесами, розцінюють як забруднення.

В екоотоксикології у поняття забруднення зазвичай більше вкладають медико-біологічний зміст, коли зміну хімічної природи довкілля розглядають із точки зору безпеки для здоров'я людини. З екоотоксикологічних позицій під забрудненням розуміють будь-які зміни складу повітря, вод, ґрунтів і харчових продуктів, що створюють ризик хронічного чи гострого отруєння, або спричиняють небажаний довготривалий вплив на здоров'я та діяльність людини. Такі ж негативні наслідки цілком очікувані і стосовно інших живих істот.

Шкодочинність або й токсичність забруднювальних речовин визначають три чинники. *Перший чинник* – це їхня хімічна природа (активність, доступність тощо), тобто наскільки елементи, сполуки або речовини активно вступають у хімічні взаємодії, розчиняються і мігрують у середовищах поширення. *Другий* – це концентрація, або вміст на одиницю об'єму чи маси повітря, води, ґрунту тощо. *Третій чинник* – стійкість агента, тобто тривалість

його існування в активному стані у повітрі, воді, ґрунті й інших середовищах.

Забруднення з екотоксичними наслідками, що виникають в результаті господарської діяльності людини, узагальнено називають антропогенними. Їх розділяють на промислові (від окремих підприємств чи галузей промисловості), сільськогосподарські (від внесення добрив, використання отрутохімікатів, безгосподарне скидання відходів тваринництва тощо), військові (військова промисловість, військові випробування і бойові дії, наслідки знищення хімічної зброї тощо).

За своєю природою усі забруднення ділять на фізичні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні та механічні. Фізичне забруднення пов'язане зі зміною фізичних властивостей середовища: температури (теплове забруднення); хвилевих параметрів (світлове, шумове, електромагнітне забруднення); радіаційних параметрів (радіаційне, радіоактивне забруднення). Фізико-хімічне забруднення – це аерозольне забруднення повітря дрібнодисперсними рідкими або твердими речовинами (смог, дим).

Проникнення в довкілля хімічних речовин, відсутніх у ньому раніше, або таких, що змінюють природну концентрацію до рівня, який перевищує звичайну норму, класифікують як хімічне забруднення. До хімічних належать забруднення важкими металами й іншими токсичними елементами, пестицидами, окремими простими або складними хімічними речовинами.

Біотичне забруднення пов'язане із потраплянням у довкілля і розмноження в природному середовищі небажаних для людини, у т.ч. отруйних організмів. Це може бути також проникнення до природних екосистем «чужих» для їх біоценозу організмів. Особливо небезпечним є забруднення довкілля патогенними

мікроорганізмами.

Засмічення середовища агентами, що роблять його просторові параметри неприродними, мають несприятливу механічну й фізичну дію, є механічним забрудненням. Проте, воно практично завжди супроводжується негативними фізико-хімічними ефектами – привнесенням у своєму складі різних ксенобіотиків [12].

В екотоксикології об'єктом особливої уваги є елементи, молекули, речовини, що володіють такою властивістю, як біодоступність. Такі агенти здатні взаємодіяти немеханічним способом із живими організмами. Як правило, це елементи чи сполуки, що присутні у середовищі існування організмів у газоподібному або рідкому станах, у формі водних розчинів, адсорбовані на частках ґрунту і різних поверхнях, інколи тверді речовини, але у формі дрібнодисперсного пилу (розміром не більше 50 мкм), нарешті, речовини, що потрапляють в організм з їжею.

За розрахунками фахівців, у природному середовищі знаходиться від 7 до 8,6 млн. хімічних речовин, а їх перелік щорічно поповнюють ще 250 тис. нових сполук. Із багатьох хімічних речовин особливо небезпечні 200: бензол, азбест, бенз(а)пірен, пестициди (ДЦТ, елдрин, ліндан та ін.), важкі метали (особливо ртуть, свинець, кадмій), різноманітні барвники і харчові добавки тощо.

Загалом до переліку екотоксичних забруднювальних агентів довілля включені забруднювачі повітря – гази: оксиди сірки, азоту й вуглецю; озон; хлор; вуглеводні; фреони; пилові частки: азбест, вугільний пил, кремній, метали. Забруднювач води і ґрунту – це метали, пестициди хлоорганічні (ДДТ, елдрин, диелдрин, хлордан), нітрати, фосфати, нафта і нафтопродукти, органічні розчинники (толуол, бензол, тетрахлоретилен),

низькомолекулярні галогеновані вуглеводні (хлороформ, бромдихлорметан, бромоформ, тетрахлорметан, дихлоретан), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), поліхлоровані біфеніли, діоксин, дібензофурані, кислоти.

Попри велику присутність ксенобіотиків у побуті й середовищі життя людей, основну частку шкідливих хімічних агентів все ж становлять відходи різних галузей виробництва. Вони розповсюджені у навколишньому середовищі у формі газів, рідин, твердих частинок. Ці речовини можуть взаємодіяти між собою та з компонентами довкілля, надходити до організму людини з повітрям, водою та харчовими продуктами і, залежно від дози й тривалості надходження, спричинити алергічні реакції, гострі та хронічні отруєння і системні захворювання.

Залежно від походження і шляхів переміщення у довкіллі чужорідні хімічні речовини можна поділити на такі групи:

- ксенобіотики промислового походження (органічні розчинники, барвники тощо);
- важкі метали та інші хімічні елементи, які використовують у промисловому виробництві;
- агрохімікати й отрутохімікати, що використовують у сільському господарстві (добрива, гербіциди, пестициди, інсектициди);
- лікарські препарати;
- побутові хімічні речовини, що використовують як харчові добавки, засоби санітарії, особистої гігієни, косметичні засоби;
- отрути біологічного походження, які утворюються в організмі тварин, рослин, грибів, у клітинах мікроорганізмів, або за їх розкладання;
- отруйні речовини масового ураження, засоби хімічної зброї (зарин, іприт, фосген та інші).

Проте, лише екополютант, що накопичився в середовищі в кількості, достатній для спричинення токсичного процесу в біоценозі (на будь-якому рівні організації живої матерії), може бути розглянутий як екотоксикант. Тому, одним із складних практичних завдань екотоксикології є визначення кількісних параметрів, за яких екополютант набуває статусу екотоксиканата. У його вирішенні необхідно врахувати, що в реальних умовах на біоценоз діє увесь ксенобіотичний профіль середовища, модифікуючи при цьому біоактивність окремого полютанта, спричиняючи синергетичний ефект. Тому в різних регіонах кількісні параметри трансформації забруднювачів в екотоксиканти є різними.

У регіонах із потужним промисловим виробництвом і щільною урбанізацією, а також інтенсивного аграрного виробництва, відбувається безперервне надходження ксенобіотиків у всі компоненти навколишнього середовища. У складі техногенних і комунальних викидів – сотні неорганічних та органічних хімічних агентів різної концентрації, дисперсності, реактивності, та, врешті решт, токсичності для людини й біоти.

Забруднення мінеральними речовинами зазвичай досліджують за окремими хімічними елементами. Від 60-х років ХХ ст. особливу увагу приділяли групі елементів, уміст яких у природних компонентах менше 0,01% і яку умовно назвали "важкими" металами. До важких металів належать більше 40 елементів із атомною масою понад 50 одиниць: V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi та ін. Згодом групу доповнили іншими рідкоземельними (розсіяними) елементами, яким властиві сильна токсичність, мутагенний і канцерогенний ефекти.

Загалом рідкоземельні (розсіяні), у т.ч. важкі

метали, є природними компонентами літосфери і широко розповсюджені в навколишньому середовищі. Різноманітні викиди – дими, розсіюваний пи́л, тверді відходи, стоки, зазвичай містять велику групу елементів. Інтенсивність міграції визначається швидкістю обміну й перерозподілу хімічних елементів між компонентами природного середовища.

Базовим поняттям в екології є фоновий вміст, як середній зміст хімічних елементів в природних тілах за результатами дослідження їхньої природної варіації (статистичних параметрів розподілу). Природний геохімічний фон - це середня величина природної варіації вмісту хімічних елементів у компонентах довкілля, яка сформована до того часу, коли це довкілля зазнало антропогенного забруднення. Геохімічний фон - поняття первинне, місцеве (локальне, регіональне). Показники концентрації, підраховані за відношенням до геохімічного фону, називають коефіцієнтами аномальності (контрастності). Коефіцієнти концентрації (аномальності), підраховані за відношенням до середнього змісту хімічного елемента в літосфері (кларка), в будь-якій геохімічній системі (грунті, гірській породі, рослинності тощо) або у її таксономічній одиниці (тип ґрунту, тип гірської породи, тип рослинності тощо), називають кларками концентрації. Кларк елемента - це число (у % або г/кг), що виражає середній його вміст у літосфері (чи гідросфері, Землі загалом тощо) по відношенню до загальної її маси.

У результаті міграції хімічних елементів по природних транспортних каналах в довкіллі утворюються геохімічні аномалії. Геохімічна аномалія - ділянка території, в межах якої хоч би в одному з природних тіл, що складають його, статистичні параметри розподілу хімічних елементів достовірно відрізняються від

геохімічного фону. Поява геохімічних аномалій завжди пов'язана з тими або іншими природними і неприродними джерелами дії, що не є обов'язковим компонентом цього типу геологічної структури або ландшафту. Навколо антропогенних джерел забруднення утворюються антропогенні геохімічні аномалії. У промислово розвинутих регіонах різних країн вміст деяких важких металів у ґрунтах перевищує фоновий рівень в 30-40 разів, а зони поширення техногенного забруднення в околицях мегаполісів і потужних промислових підприємств сягають 70-80 км. Зоною забруднення зазвичай стають ті частини геохімічної аномалії, в межах яких забруднювальні речовини сягають концентрації, що чинить несприятливий вплив на живі організми.

Локальні аномалії, пов'язані з діяльністю промислових підприємств або транспортних магістралей, накладаються на регіональний сільськогосподарський техногенний фон, який змінюється залежно від ступеня хімізації та інтенсивності використання земель. Систематичне нарощування обсягів застосування мінеральних добрив на дерново-підзолистих ґрунтах України впродовж 60 років призвело до кількакратного збільшення вмісту в них Pb, Ni, Cr, Cd, Zn, Cu. Водночас для зниження наполовину вмісту таких металів, як Zn, Cd, Cu, Pb необхідно, відповідно 500, 1100, 1500 і кілька тисяч років.

Хімічні елементи в повітрі та воді мігрують у вигляді двох основних форм: розчиненої та завислої. У атмосферному повітрі елементи можуть знаходитися в аерозольній фазі (зависла в повітрі, дисперсна) і парогазовій фазі. У відносно чистих - еталонних фонових умовах, більшість металів (Cd, Co, Cr, Cu, Zn, Pb, і Hg), а також Se, As, Br, Sb містяться в атмосфері, головним чином у парогазовій формі. У атмосферному повітрі селітебних територій великого промислового міста роль

суспензій у складі атмосфери для більшості елементів зростає до 70-90 %. Проте для низки елементів парогазова фаза, або не уловлювана фільтром субмікронна фракція, становить значну частину змісту (As – 66 %, Sb – 67 %, Hg – 60 %).

Практично для усіх досліджених хімічних елементів на відносно віддалених і порівняно чистих територіях в осадах з атмосфери переважають їх розчинні форми. Поблизу джерел викидів одночасно зі збільшенням загальної маси повітряного пилу і ступеня концентрації в ньому елементів стрімко зменшується частка їх розчинних форм (окрім кадмію).

З іншого боку, осадженнями фіксується усього лише 20-30 % маси викидів. Інша частина викиду розсіюється, поступаючи в регіональні і глобальні міграційні цикли, створюючи «фонове» забруднення. Центр найщільніших випадань полютантів приурочений до джерела викиду. Проте, вплив процесів глобального перенесення антропогенних забруднюючих речовин призвів до того, що зараз, по суті, не можливо отримати надійні дані щодо природного фонового стану повітря і випадань, які мають визначатися ходом вулканічної діяльності й літогенними процесами.

Елементи, що поступають із осадами з атмосфери, концентруються у поверхневій частині ґрунтів (0-20 см і 0-40 см). В результаті техногенних викидів та акумуляції ґрунти починають трансформувати сполуки важких металів, і в ґрунтових горизонтах виникають нові металорганічні сполуки, яких не було до техногенного забруднення. Локалізація та інтенсивність емісії техногенних хімічних елементів зумовлює формування техногенних геохімічних аномалій і біогеохімічних провінцій з різним ступенем екологічної напруженості.

Під дією техногенних викидів відбувається

деградація ґрунтів. У їх поверхневих пластах вміст мікроелементів, у т.ч. і важких металів, збільшується в десятки і сотні разів відносно фонових концентрацій. Такі забруднені ґрунти самі стають джерелом забруднення довкілля. На них культурні рослини настільки змінюють свій хімічний склад, що стають непридатними для споживання людини і як фураж для тварин. Хімічне забруднення ґрунтів важкими металами - найнебезпечніший вид деградації ґрунтового покриву, оскільки самоочисна здатність ґрунтів від важких металів слабка. Ґрунт стає геохімічним бар'єром для більшості токсикантів на шляху їх міграції з атмосфери в ґрунті і поверхневі води.

Поглинання хімічних елементів рослинністю означає їх залучення до малого чи великого біогеохімічного кругообігу речовин. Інтенсивність залучення різних елементів у цей процес неоднакова. Інтенсивність біологічного поглинання хімічного елемента, як частку від ділення його вмісту в золі на вміст у гірських породах А. Перельман (1975) назвав коефіцієнтом біологічного поглинання (Кб). Так, наприклад, розрахунки показують, що молібден рослинність акумулює в десятки разів інтенсивніше, ніж титан.

Усі елементи за інтенсивністю біологічного поглинання можна розділити на дві групи. До першої належать ті, концентрація яких у золі більша, ніж в земній корі. Особливо активно рослини поглинають бор, бром, йод, цинк і срібло ($K_b > 10$). До другої групи належать елементи з низькою інтенсивністю поглинання, що мають $K_b < 1$. Деякі з них присутні в земній корі переважно у формах, важко доступних для рослин (галій, цирконій, титан, ітрій, лантан), інші токсичні, тому і надходять у них обмежено (фтор, уран).

Поглинання хімічних елементів рослинами - процес, значною мірою регульований організмом. Доведено, що 19 елементів є необхідними для життя рослин, а ще 12 вважають умовно необхідними. Групу макроелементів становлять O, H, C, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Si, Al, Na та ін. (вміст у сухій речовині від 0,01 % і більше). Незамінними для нормальної життєдіяльності організмів у мікроконцентраціях (менше 0,001 %) є мікроелементи B, Cl, V, I, Mn, Co, Cu, Zn і Mo. Із умовно необхідних у рослинах присутні у різних кількостях Li, Fe, Al, Si, Ag, Ti, Cr, Ni, Se, Sr, Cd і Pb, корисність або незамінність яких ще не доведена. Натомість встановлена токсичність багатьох із цих елементів за надходження в рослини у підвищених кількостях. За фітотоксичністю важкі метали за однакових концентрацій розташовуються у такій послідовності: Cd>Ni>Zn>Mn>Cu>Pb.

За великих рівнів забруднення і неактивація токсикантів у ґрунті стає неповною і потік іонів починає атакувати коріння. Частина іонів рослина здатна переводити в неактивний стан ще до проникнення їх у коріння: хелатувати (зв'язувати) за допомогою корневих виділень і адсорбувати на зовнішній поверхні коріння. Та все ж значна їх кількість потрапляє в корінь, де частково адсорбується на стінках. Якщо в клітини кореня проникає токсичних іонів усе ж більше допустимого рівня, то починає діяти ще один механізм захисту, який переводить їх надлишок у вакуолі. За переміщення по тканинах рослини, елементи можуть бути поглинуті клітинними стінками, а також нейтралізовані присутніми в клітинному соку органічними сполуками. Для проникнення в клітину листка елемента необхідно здолати клітинну мембрану, тобто як і в коренях тут діє механізм вибіркового поглинання. У дослідях з різноманітними культурними і дикорослими рослинами встановлено, що інтенсивність

аккумуляції важких металів в органах зменшується у такому напрямку: корінь > листок > насіння. Причому вміст важких металів у тканинах кореня та насіння може відрізнятись в десятки, а іноді - в сотні разів.

Окрім проникнення токсикантів у рослину через коріння із забруднених фунтів значна їх частка проникає через листову поверхню, стебла й пагони із газопилових викидів і аерозолів безпосередньо через продири, а також просочується із розчином через покривні тканини.

Отже, за збільшення надходження хімічних елементів у природні середовища можлива зміна хімічного складу живих організмів. Мігруючи по харчових ланцюгах, мікроелементи можуть накопичуватися в органах і тканинах рослинних і тваринних організмів у токсичних концентраціях. Цю обставину необхідно враховувати, оскільки кінцевою ланкою трофічного ланцюга є людина. Сільськогосподарська та промислова сировина з перевищенням рівня ГДК мікроелементів можуть виявитися небезпечними для здоров'я людини при використанні їх в їжу і як сировини для виготовлення медичних препаратів.

Надходження небезпечних хімічних елементів, зокрема і важких металів до організму людини відбувається різними шляхами та за участі інших живих організмів (рослин, тварин). Закономірності аккумуляції важких металів необхідно враховувати в регіонах вирощування харчових і кормових культур, риборозведення, де можливе техногенне забруднення повітря, вод і ґрунтів. Присутність елементів-токсикантів у харчових продуктах в кількості, що в 2-3 рази перевищує фонові концентрації, небажана для агропромислового виробництва. Адже відомо, що із загального обсягу чужорідних хімічних речовин, що проникають в організм людини, 30-80 % і більше надходять саме з їжею, що своєю

чергою може зумовити розвиток різних захворювань населення, у т.ч., у найчутливіших його верств - вагітних жінок і дітей.

За вимогами Об'єднаної комісії ФАО та ВООЗ такі важкі метали, як ртуть, кадмій, свинець, мідь, стронцій, цинк, залізо, а також арсен взяті під особливий контроль. Вони включені до переліку компонентів, вміст яких відстежують у міжнародній торгівлі продуктами харчування.

7.2. Хімічні елементи першого класу токсичності

Кадмій. Із важких металів одним із найнебезпечніших для людини та інших живих організмів є кадмій.

Кадмій належить до розсіяних елементів і міститься у вигляді домішок у багатьох мінералах. Його середня концентрація у морській воді - приблизно 0,1 мкг/л, а в земній корі - 0,1 мг/кг. Кадмій застосовують в ядерній енергетиці для виготовлення стержнів атомних реакторів, у гальванотехніці для антикорозійних і декоративних покриттів, у виробництві акумуляторів (нікель-кадмієві батареї), використовують як стабілізатор полівінілхлориду, як пігмент у склі та пластмасах, як електродний матеріал, як компонент різних сплавів.

Головними джерелами забруднення довкілля кадмієм є: виробництво кольорових металів; спалювання твердих відходів і вугілля; стічні води гірничо-металургійних комбінатів; виробництво мінеральних добрив і барвників тощо. Антропогенна емісія кадмію в біосферу перевищує природну в декілька разів. Наприклад, в повітряне середовище щорічно поступає приблизно 9000 т кадмію, причому 7700 т (тобто більше, ніж 85 %) - у результаті діяльності людини. Тільки в Балтійське море

кожен рік потрапляє 200 т цього елемента.

Кадмій легко акумулюють багато організмів, зокрема бактерії та молюски, у яких біоконцентрація сягає рівнів декількох тисяч. Найбільший вміст елемента виявляють переважно в нирках, жабрах і печінці гідробіонтів; в нирках, печінці і скелеті наземних тварин. У рослинах кадмій концентрується в основному в корені та меншою мірою - в листках. У прісноводному середовищі кадмій проникає переважно за рахунок абсорбції безпосередньо з води, водночас морські організми, навпаки, нагромаджують кадмій з їжею.

У здоровому організмі кадмій може легко взаємодіяти з іншими металами, особливо з кальцієм і цинком, що впливає на виразність його впливів. Цей елемент здатний заміщати кальцій у кальмодуліні, порушуючи тим самим фізіологічні процеси регуляції поглинання кальцію. Він здатний інгібувати іонний транспорт та індукувати синтез металотіонеїну. Навіть незначна нестача заліза різко посилює акумуляцію кадмію. Токсичні ефекти кадмію широко варіюють залежно від виду, експонованого до його дії, концентрацій, низки умов (температура середовища) і наявності іонів інших металів. Встановлено, що токсичній дії кадмію найбільше піддаються водні організми в ембріональній стадії розвитку. Дослідження на рибах показали тератогенну дію сполук кадмію, яка проявляється в різноманітних виродженнях. Зазначали й інші ефекти поведінки кадмію. Проте, кваліфікувати і пов'язати різноманітні виявлені зміни саме з кадмієм у більшості випадків не можливо, оскільки в тканинах досліджуваних об'єктів завжди присутній підвищений вміст і інших елементів. Тим не менше, епідеміологічні дані вказують на надзвичайну небезпеку кадмію для людини - він є у списку канцерогенних токсинів як такий, що сприяє розвитку раку

легенів. Це спостерігають при постійному диханні повітря, забрудненого промисловими викидами, які містять кадмій. Найсучасніші дослідження на дріжджах і людських клітинах підтвердили канцерогенність кадмію.

Інший шлях потрапляння в людський організм кадмію - продукти харчування. Солі кадмію використовують як добавку для збереження піни у пиві. За непомірного споживання пива може виникнути гостра інтоксикація, а надходження невеликих кількостей кадмію впродовж тривалого часу спричинить хронічну інтоксикацію. Отруєння цим елементом через продукти може набувати хронічної форми також через те, що кадмій доволі повільно виводиться з людського організму (0,1 % за добу). Період виведення половини концентрації з людського організму може тривати 20 років. Симптоми отруєння кадмієм - ураження нирок, нервової системи, легень, порушення функцій статевих органів, болі в кістках. Ці ознаки можна спостерігати за загальної кількості кадмію в організмі 15 мг, або 0,2-0,4 мг/кг маси тіла. Летальна доза солі кадмію становить 14 мг/кг. Припустима доза споживання кадмію в пиві - 0,03 мг/кг, що становить дві пляшки.

У переважній більшості люди отримують вагому частину кадмію від цигаркового диму, коли п'ють забруднену ним воду або вживають харчові продукти, які містять підвищені рівні елемента. Паління зумовлює середнє щоденне вживання організмом цього токсиканта. Сьогодні підраховано, що приблизно у 5% населення США та Японії концентрація кадмію в організмі досягла вже критичної межі. Слід згадати і про те, що в одній цигарці міститься приблизно 2 нг кадмію, а це означає, що у курця, який викурює пачку цигарок за день, у 2 рази порівняно з тим, що не палить, збільшений рівень кадмію в печінці і нирках.

До 1997 року, коли ще не брали до уваги ступінь шкідливості цього металу, карбонат кадмію і хлорид кадмію використовували як фунгіциди для обробки полів для гольфу і домашніх газонів. Показовим є приклад захворювання під назвою «ітай-ітай». Воно було вперше діагностоване в Японії в 1940-х роках і супроводжувалося сильними болями, деформацією скелету, ушкодженням нирок. Через 15-30 років більше як 150 осіб загинули, як з'ясувалося, від хронічного отруєння кадмієм. Екологічною причиною цього отруєння стало зрошення рисових і соєвих полів водою з річки, забрудненої стоками цинкового рудника. Концентрація кадмію в рисі була на порядок більша, ніж за нормальних умов. Споживання отруєного цим токсикантом рису зумовило акумулятивний ефект, хронічну і, врешті решт, гостру інтоксикацію і смерть мешканців місцевості.

Арсен. Вміст арсену у земній корі (окрім геохімічних аномалій) становить 1×10^{-4} – $1 \times 10^{-3}\%$. У повітрі індустріальних регіонів він присутній у концентраціях $0,0005$ - $0,02$ мкг/м³. У ґрунтових водах фоновий рівень арсену варіює в межах $0,1$ - 200 мг/л, що зумовлено його вмістом у водопровідних геологічних пластах. У районах, де є поклади арсенітових руд, елемент присутній і в природних водах, при цьому з ґрунту у воду проникає до 5 - 10% загальної кількості арсену. У поверхневих водах середній вміст його - $0,01$ мг/л, а в океанічних - $1,8 \times 10^{-8}$ - $0,6 \times 10^{-6}\%$. У природних умовах арсен у вигляді різноманітних сполук поступає у довкілля, головним чином, при виверженні вулканів і ерозії ґрунтів, а також з біогенних морських джерел.

У природі арсен переважно існує у вигляді арсенідів міді, нікелю і заліза, а також оксидів і сульфідів. У водному середовищі присутній переважно у формі арсенітів і арсенатів. Різноманітні сполуки арсену

знаходять широке застосування у сільському і лісовому господарстві як пестициди і гербіциди, застосовуються в медицині і ветеринарії, скляній, керамічній, текстильній і шкіряній промисловості, електроніці, електротехніці, оптиці, при виробництві барвників, дзеркал і в інших галузях. Щорічно у світі промислово виготовляють більше 60 тис. т сполук арсену.

Антропогенні джерела надходження арсену у довкілля - це видобуток і переробка руд, що містять цей елемент, пірометалургія, спалювання природних видів палива - кам'яного вугілля, сланців, нафти, торфу, а також виробництво і використання суперфосфатів, що містять арсен, отрутохімікатів, препаратів і антисептиків.

Метаболізм арсену надзвичайно складний і суттєво відрізняється для органічних і неорганічних його сполук. Деякі види бактерій і грибів здатні трансформувати арсеніти в арсенати і навпаки, а неорганічні сполуки арсену здатні в анаеробних умовах піддаватися біометилуванню та інкорпоруватися в ліпіди клітинних мембран. Ряд тропічних водоростей таким чином нейтралізують арсен, у той час як для подібних водоростей з нетропічних водойм властива токсична дія. Останнє зумовлене великим вмістом фосфатів у таких водах і внаслідок цього нездатності зв'язуватися з фосфоліпідами, що призводить до нагромадження продуктів метаболізму арсену в клітинних білках і загибелі.

Абсорбція, трансплацентарний транспорт, поширення в організмі, елімінація і біотрансформація арсену багато в чому видоспецифічні, залежать від шляхів поступлення і хімічної структури сполук арсену.

В багатьох живих організмів відбувається конверсія п'ятивалентного арсену у токсичніший тривалентний. Виділення елемента з організму йде переважно у вигляді метилованих похідних. Це найбільш загальний шлях

детоксикації арсену в різних організмів - від мікробів до людини. Органічні сполуки арсену елімінуються без перетворення в неорганічні або прості метиловані форми. Зауважимо, що до тепер відсутні адекватні моделі на еспериментальних тваринах, які дозволяють вивчати метаболізм арсену в організмі людей. Метаболізм цього елемента у щурів істотно відрізняється від його обміну в людини. Водночас доведено, що арсен нагромаджується в організмі ссавців, які є заключними ланками трофічних ланцюгів.

Токсичні ефекти сполук арсену відомі здавна. Екологічним наслідком токсичності елемента стала хвороба під назвою “рак виноградарів”, які використовували ще з ХІХ ст. препарати арсену для обприскування виноградників.

При контакті з організмом людини, арсен поступає в кров, а пізніше виявляється, головним чином, у печінці, м'язовій тканині, нирках, селезінці та шкірі. Сполуки арсену виводяться з організму, в основному, із сечею. Період напіввиведення арсену варіює в межах від 10 год до кількох днів. Тривалентний арсен пригнічує активність багатьох ферментів. Допустима добова доза арсену для людини становить 3 мг.

Механізми біологічної дії арсену різноманітні - інгібування ензиматичної активності, зокрема, функціонування НАД-пов'язаних субстратів (пірувата, глюмата, (3-глютарата) і сукцинатдегідрогенази, вторгнення в процеси окислювального фосфорилування, інкорпорація арсену в структуру гемоглобіну, заміщення арсеном фосфору в ДНК та ін. Ця багатоманітність дій призводить до різних проявів зі сторони серцево-судинної, дихальної, репродуктивної і нервової систем, печінки, шкіри, нирок.

Головні ураження, спричинені арсеном у людей,

можна звести до наступних:

- порушення тканинного дихання;
- нагромадження в організмі кислих продуктів обміну (молочної піровиноградної кислоти), тобто загальний ацидоз;
- порушення гемодинаміки, порушення серцевої діяльності;
- гемоліз та анемія;
- дегенеративні та некротичні процеси в тканинах на місці контакту;
- ембріо- і гонадотоксичні і тератогенні ефекти (наприклад, жінки, які під час вагітності зазнали експозиції до арсену, часто народжували дітей із малою вагою, з різними виродженнями, а також мали більшу частоту викиднів);
- канцерогенна дія, яка проявляється через значний час після контакту з арсеном, причому окрім виробничих умов, головні шляхи поступлення цього елемента в організм людини - арсенумісні ліки, пестициди й питна вода.

Неорганічний арсен є документально підтвердженим канцерогеном і за класифікацією Міжнародного агентства з вивчення раку (МАВР) його зараховано до групи 1 (безумовні канцерогени для людини). Він спричинює рак легень і шкіри. Крім того, сполуки арсену володіють і мутагенним (кластогенним) ефектом - вони, не спричинюючи генних мутацій, індукують як *in vitro*, так і *in vivo* хромосомні аномалії у різних тварин і в людей. Підраховано, що дія арсену упродовж усього життя, який поступає разом із водою в концентрації 0,2 мг/л, сприяє 5% ризику розвитку раку шкіри.

Не дивлячись на те, що вплив арсену на різних представників тваринного і рослинного світу достатньо

добре відомий, цей елемент, враховуючи важкість зумовлених ним наслідків, поширення в об'єктах довкілля і сфери застосування, є одним із найнебезпечніших екотоксикантів [36].

Ртуть (Меркурій). Ртуть - розсіяний елемент, що концентрується у сульфідних рудах, і лише невелика його кількість трапляється у самородному стані. Середній уміст ртуті в атмосфері переважно нижчий, ніж 50 нг/м^3 , в земній корі - приблизно $0,08 \text{ мг/кг}$.

Присутність ртуті в ґрунті є незначною, ледве сягає $0,1 \text{ ррт}$. Досліджені її коливання в межах $0,01\text{-}2 \text{ ррт}$. В ґрунтах, забруднених промисловими викидами, концентрація ртуті сягає приблизно 10 ррт . Із добривами в ґрунт надходить мала доза мікроелемента - приблизно $0,2 \text{ ррт}$ у сухій масі. Значна частка ртуті (кілька десятків ррт) міститься в комунальних і промислових стоках, а також в їх осадах.

Рослини засвоюють ртуть із ґрунту, а також із повітря (промислові викиди, випаровування з ґрунту). В природних умовах кількість мікроелемента в рослинах звично становить $0,03 \text{ ррт}$, а в середньому не перевищує $0,2 \text{ ррт}$. Ртуть по-різному локалізується в живих організмах. Наприклад, у соломі зернових її кількість більша, ніж у зерні завдяки фізіологічним бар'єрам переміщення ртуті від коріння до надземних органів. Тому більшу небезпеку становлять атмосферні викиди, оскільки рослини здатні вбирати ртуть листям. Поглинання рослинами ртуті з ґрунту можна зменшити шляхом його вапнування і підвищення рН до $6,5$.

Ртуть широко застосовують в електротехнічній промисловості й приладобудуванні, на хлорних виробництвах, як добавку. Її використовують як теплоносій, як каталізатор при синтезі пластмас, в лабораторній і медичній практиці, у сільському господарстві.

Головними джерелами забруднення довкілля цим елементом є: пірометалургійні процеси отримання металу, спалювання органічного палива, стічні води, виробництво добрив, кольорових металів, фарб та ін.

Викиди ртуті у довкілля в результаті діяльності людини доволі значні. Загальна (природна і антропогенна) емісія ртуті в атмосферу становить більше 6000 т щорічно, причому менше половини - 2500 т становлять емісії від природних джерел.

З-поміж інших важких металів, як і екотоксикантів загалом, ртуть найбільше вивчена, перш за все щодо своєї циркуляції в харчових ланцюгах. Найнебезпечнішою її сполукою є метилртуть. У середині ХХ ст. в Скандинавії (як і інших країнах) проводили протруєння посівного зерна сполуками ртуті. У Швеції це була метилртуть-диціанамід, в Данії - фенілртуть, у Фінляндії - алкоксіалкілат ртуті. Концентрація ртуті в посівному зерні досягала 15-20 мг/кг і вже через декілька років була простежена значна загибель фазанів, курей, куріпок і інших зерноїдних птахів, а пізніше і хижих - сов і яструбів.

Сполуки ртуті, у т.ч. метилртуть, у великих обсягах потрапляє у водне середовище. Ртуть активно акумулюють планктонні організми, які є кормом для ракоподібних, а ті своєю чергою є здобиччю для риб. Шуки, виловлені в Балтійському морі біля шведського узбережжя, містили до 5,7 мг/кг метилртуті. Годовані цією рибою кішки вмирили від ртутного отруєння за 2-3 місяці. Вміст метилртуті в рибі біля берегів Нідерландів ще вищий і сягає 10 мг/кг. Якщо рівень ртуті 20 мг/кг є для риб смертельним, то у печінці птахів цих же районів виявляють ще більші концентрації токсиканта: в яструба - до 25, у крячки - до 50 мг/кг.

Ртуть володіє широким спектром токсичних впливів на теплокровних. Механізм її дії полягає у блокаді

амінних, сульфгідрильних та інших активних груп молекул білків. Вона здатна включатися в транспортну РНК, порушуючи цим біосинтез білків. Вплив ртуті призводить до біохімічних порушень, зокрема до порушення окислювального фосфорилування в мітохондріях нирок і печінки. Встановлені нейротоксичні, гонадотоксичні, ембріотоксичні і тератогенні властивості сполук ртуті. Особливо чутливими до дії ртуті є ембріони. У зародків леопардової жаби *Rana ripiens* концентрація метилртуті лише 1 мг/кг вже спричинює серйозні специфічні аномалії і призводить до затримки розвитку. Очевидно, що будь-які дози ртуті, які є безпечними для дорослого організму, можуть пошкоджувати мозок плоду.

Генотоксичні ефекти ртуті та її сполук вивчали достатньо інтенсивно. У дослідах *in vitro* була виявлена індукція аномальних мітозів і хромосомні пошкодження в клітинах при обробці їх метилртуттю, при цьому ефект від метилртуті перевищував дію класичного мітогенного агента - колхіцину в тисячу і більше разів. У японських дітей із вродженим отруєнням метилртуттю була виявлена незвичайно велика частота вироджень. В людей, які споживають в їжу рибу, забруднену ртуттю, шведськими вченими було виявлене підвищення кількості хромосомних аберацій.

Отже, ртуть надзвичайно шкідлива для людей і тварин. Її негативний вплив полягає перш за все у здатності зв'язуватися з групами сульфгідрилових амінокислот, що призводить до руйнування білків і ферментів. Ртуть акумулюється, головним чином, у нирках, печінці й мозку. Вона пошкоджує нирки, нервову та кров'яну системи, зменшує імунну стійкість організму, зумовлює генетичні зміни.

Використання ртутних препаратів для боротьби зі шкідниками рослин стало причиною масового отруєння

людей і домашніх тварин в Іраку і Гватемалі. У Швеції, Канаді, США передпосівна обробка насіння препаратами ртуті зумовила численні отруєння диких птахів (куріпок, качок), які скльовували висіяне зерно. Зафіксовані отруєння людей, які їли м'ясо цих птахів. Типовим прикладом екологічного лиха від отруєння ртуттю стала хвороба Мінамата в Японії. Симптоми отруєння виражалися в порушеннях зору, слуху, дотику, неврологічних порушеннях у людей, що споживали морепродукти з метилртуттю. У новонароджених дітей були зареєстровані вроджені вади розвитку. В Іраку люди використали протруєне метилртуттю посівне зерно для випікання хліба та в результаті 6530 осіб отруїлися і 495 загинули.

Свинець (Плюмбум). Вміст свинцю в земній корі становить $1,6 \times 10^{-3}$ % від її маси. Він концентрується в таких мінералах як галеніт, англезіт, церусіт. Загальні запаси свинцю на Землі оцінені у 100 млн. т, в основному представлені у вигляді сульфатів. Середній вміст свинцю в атмосфері 2×10^{-9} - 5×10^{-4} мкг/м³. У довкілля щорічно з природних джерел поступає з вулканічними викидами, ґрунтовим силікатним і метеоритним пилом, морськими сольовими аерозолями й ін. до 230 тис. т.

Природний вміст свинцю в озерній і річковій воді коливається від 1 до 10 мкг/л. Концентрації свинцю у підготовленій воді (тобто після очищення) зазвичай нижчі, ніж у вододжерелах. Але рівні вмісту в питній воді можуть бути набагато вищі внаслідок використання свинцевих труб або покритих свинцем резервуарів для очищення води. ГДК свинцю не повинна перевищувати у питній воді 0,01 мг/л.

У верхніх шарах ґрунту міститься в середньому 2-200 ppm свинцю. Найбільше він трапляється поблизу рудних родовищ або ж у зоні промислових або

транспортних викидів, де кількість цього важкого металу досягає 3500 ppm, а в деяких випадках - понад 1 %. Окрім надходження із материнської породи, свинець потрапляє в ґрунт разом із органічними добривами (до 15 ppm), а також із фосфорними добривами (приблизно 200 ppm) і вапняковими меліорантами (приблизно 1500 ppm).

У рослинах свинець присутній у кількості від слідів до кількох сот ppm у сухій масі (середня фонові концентрація 135 ppm), крайні межі коливань в листі лісових деревних порід < 10-3000 ppm. Вміст свинцю у рослинах уздовж автомобільних шляхів і вулиць з інтенсивним рухом у 5-20 і навіть 100 разів перевищує норму. Поблизу промислових підприємств, пов'язаних із переробкою свинцю, кількість його у хвойних дерев досягає 1280-2342 ppm, а в трав'яних рослин – 350-1200 ppm, тоді як у нормі вміст елемента становить 10-15 ppm сухої речовини.

Свинець, поглинутий з ґрунту, має схильність кумулюватися, головним чином у коріннях, що є вагомим бар'єром до його надмірного накопичення. Водночас атмосферний свинець нагромаджується у тканинах листків. Інтенсивно акумулюють свинець хвойні дерева і мох. Хоча численні спостереження не підтвердили потребу свинцю для розвитку рослин, доведені факти позитивного впливу невеликих його доз на підвищення врожаю культурних рослин - буряків, моркви, капусти, огірків та яблук.

Для людей і тварин свинець, із-поміж інших важких металів, є надзвичайно шкідливим. Припустима норма свинцю в продуктах – 2 ppm. Концентрується цей елемент в основному в кістках, нирках і печінці. Надлишок свинцю може зумовити малокрів'я, сповільнює дію ферментів, негативно впливає на нервову систему. В дітей свинець може ушкоджувати мозок, зумовлювати мутації.

Нагромадження в ґрунтах уздовж автомагістралей великої концентрації свинцю та отримання з них кормів для дійних тварин робить молоко отруйним. Це ж відбувається і в разі випасання худоби вздовж доріг. Не можна також вирощувати овочі та фрукти на захисних смугах автомагістралей, де навіть комахи - рослиноїди можуть кумулювати свинець у кількості 10-25 мкг/г.

Свинець повсюдно використовують у виробництві кабелів, як компонент різних сплавів, для захисних екранів від гама-випромінювання, у виробництві електричних акумуляторів, фарб, піротехніці, поліграфії, сільському господарстві. Важливо зазначити, що майже 50 % свинцю не підлягає вторинному використанню. Ще одне імовірне джерело попадання елемента в організм людини - свинцевий посуд.

Викиди свинцю у довкілля в результаті діяльності людини доволі значні. Головними джерелами забруднення біосфери цим елементом є відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання. З ними поступає щорічно до 260 тис. т (в США більше 90 % антропогенного забруднення припадає саме на це джерело). Потужні джерела - високотемпературні технологічні процеси (наприклад, спалювання кам'яного вугілля додає в довкілля 27,5-35 тис. т, нафти й бензину майже 50 % антропогенних викидів цього елемента). Від видобутку й переробки металу (у результаті роботи металургійних підприємств на поверхню Землі поступає приблизно 90 тис. т.

Концентрація свинцю в природних водах переважно не перевищує 10 мкг/л. Рівень загального вмісту елемента в атмосферних опадах переважно коливається від 1 до 50 мкг/л, але в промислових регіонах може сягати 1000 мкг/л, призводячи до серйозного забруднення снігового покриву і ґрунтів.

Найбільшу концентрацію свинцю в ґрунті

спостерігаємо в місцях забруднення довкілля металургійними, лакофарбовими, скловарними заводами. Перенесення свинцю у довкіллі і його поширення в об'єктах довкілля відбувається головним чином через атмосферу. Особливо це стосується транспортних забруднень, зумовлених додаванням до бензину тетраетилсвинцю $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$ і його викидами з двигунів у вигляді дрібних частинок неорганічних сполук.

Акумуляція свинцю, вивчена при аналізі льодовикового покриву Гренландії, показала, що найсвіжіші відклади льоду, які були досліджені, мали концентрацію свинцю в 400 разів більшу, ніж стародавні пласти з природного фону. Техногенне свинцеве навантаження призвело до того, що різко підвищився вміст цього металу в об'єктах довкілля. Концентрація свинцю в кістках сучасної людини в 700-1200 разів перевищує вміст у кістках людей, що жили 1600 років тому.

Вивчення циркуляції свинцю в харчових ланцюгах показало, що перенесення на біоту завислого у повітрі свинцю може відбуватися прямим (засвоєння випадань через надземні частини рослин) і/або фізіологічним шляхом (через ґрунт). Тобто рослини отримують свинець з повітря і з ґрунту, хоча міжвидові відмінності при цьому доволі вагомі. Перенесення елемента від рослин до тварин не є достатньо стабільними і добре вивченим. Натомість люди здебільшого зазнають впливу свинцю від споживання забруднених продуктів і води, а також від його вдихання. Окрім того, діти можуть отримувати свинець через фарби, грудне молоко, а також від заковтування предметів, не призначених для харчування.

Свинець має широкий спектр токсичних ефектів, які він спричинює у різних представників біоти. Механізм його дії зумовлений інгібуванням ферментів детоксикації ксенобіотиків і таким чином вплив свинцю призводить до

біохімічних порушень. Зокрема, виразними є порушення функції низки мітохондріальних або цитозольних ферментів (гемосинтетази, копропорфіриногенаксидази, w-амінолевулінадегідратази). Свинець пригнічує утворення цитохрому-Р-450 і цитохромоксидази.

Підвищений вміст свинцю у ґрунті спричинює до зменшення кількості головних представників ґрунтового мікробіоценозу. Стійкими до токсичного впливу сполук свинцю є деякі ґрунтові гриби, а чутливими - актиноміцети й азотфіксуючі бактерії. Останніх можна використовувати в якості біоіндикаторів ступеня забруднення ґрунтів сполуками свинцю. Показано, що вміст у ґрунті свинцю концентрацією 500-2500 мг/кг призводить до зниження врожайності редиски на 50 %, салати до 68 %, а цибулі-ріпки до 74 %. Менше всього свинцю нагромаджують бобові - до 0,5 мг/кг. Неорганічні сполуки свинцю, що в ґрунті утворюють нерозчинні солі і комплекси з різними аніонами, через кореневу систему в наземні рослини не потрапляють заводами. Перенесення свинцю у довкіллі і його поширення в об'єктах довкілля відбувається головним чином через атмосферу. Особливо це стосується транспортних забруднень, зумовлених додаванням до бензину тетраетилсвинцю $(C_2H_5)_4Pb$ і його викидами з двигунів у вигляді дрібних частинок неорганічних сполук.

Акумуляція свинцю, вивчена при аналізі льодовикового покриву Гренландії, показала, що найсвіжіші відклади льоду, які були досліджені, мали концентрацію свинцю в 400 разів більшу, ніж стародавні пласти з природного фону. Техногенне свинцеве навантаження призвело до того, що різко підвищився вміст цього металу в об'єктах довкілля. Концентрація свинцю в кістках сучасної людини в 700-1200 разів перевищує вміст у кістках людей, що жили 1600 років тому.

Вивчення циркуляції свинцю в харчових ланцюгах

показало, що перенесення на біоту завислого у повітрі свинцю може відбуватися прямим (засвоєння випадань через надземні частини рослин) і/або фізіологічним шляхом (через ґрунт). Тобто рослини отримують свинець з повітря і з ґрунту, хоча міжвидові відмінності при цьому доволі вагомі. Перенесення елемента від рослин до тварин не є достатньо стабільними і добре вивченим. Натомість люди здебільшого зазнають впливу свинцю від споживання забруднених продуктів і води, а також від його вдихання. Окрім того, діти можуть отримувати свинець через фарби, грудне молоко, а також від заковтування предметів, не призначених для харчування.

Свинець має широкий спектр токсичних ефектів, які він спричинює у різних представників біоти. Механізм його дії зумовлений інгібуванням ферментів детоксикації ксенобіотиків і таким чином вплив свинцю призводить до біохімічних порушень. Зокрема, виразними є порушення функції низки мітохондріальних або цитозольних ферментів (гемосинтетази, копропор-фіріногеноксидази, со-амінолевулінатдегідратази). Свинець пригнічує утворення цитохрому-Р-450 і цитохромоксидази.

Підвищений вміст свинцю у ґрунті спричинює до зменшення кількості головних представників ґрунтового мікробіоценозу. Стійкими до токсичного впливу сполук свинцю є деякі ґрунтові гриби, а чутливими - актиноміцети й азотфіксуючі бактерії. Останніх можна використовувати в якості біоіндикаторів ступеня забруднення ґрунтів сполуками свинцю. Показано, що вміст у ґрунті свинцю концентрацією 500-2500 мг/кг призводить до зниження врожайності редиски на 50 %, салати до 68 %, а цибулі-ріпки до 74 %. Менше всього свинцю нагромаджують бобові - до 0,5 мг/кг. Неорганічні сполуки свинцю, що в ґрунті утворюють нерозчинні солі і комплекси з різними аніонами, через кореневу систему в наземні рослини не

потрапляють.

Прояв токсичної дії сполук свинцю досліджений у гідробіонтів в дозах 0,1-0,4 мг/кг. Хлорид свинцю в концентрації 0,01 мг/л у воді вбиває дафній через добу, в той час як нітрат свинцю виявляє цей же ефект при значно більшій концентрації - 5 мг/л. Найбільше токсичними є органічні сполуки - тетраетил- і тетраметилсвинець.

Деякі види риб (райдужна форель, мінога, триголкова колюшка) можуть слугувати зручним індикатором забруднення свинцем водного середовища, оскільки реакція втечі проявляється в цих видів риб вже при мінімальних концентраціях екотоксиканта. Ікринки і головастики досліджених видів амфібій також дуже чутливі до токсичної дії сполук свинцю, а дорослі особини цих видів реагують біохімічними змінами (підвищення рівня екскреції амінолевулінової кислоти) за вмісту свинцю в їжі в дозах вище 10 мг/кг.

Серед теплокровних найчутливіші до отруєнь сполуками свинцю коні й собаки, резистентні щурі, миші і птахи. В останніх (качки, гуси) токсичні ефекти свинцю проявляються лише при великому його вмісті в їжі - 100 мг/кг і більше. Не дивлячись на те, що всі сполуки свинцю діють загалом подібно, їх розташовують за зменшенням токсичності наступним чином: нітрат > хлорид > оксид > карбонат > ортофосфат.

Експерименти на щурах і мишах дали переконливі докази канцерогенності свинцю і його неорганічних сполук. У культурах клітин лейкоцитів мишей свинець зумовив хромосомні аберації. Даних про тератогенність цього металу не отримано. У великих дозах свинець є кумулятивною метаболічною отрутою загальної дії. До симптомів гострого отруєння належить швидка втома, відчуття дискомфорту в ділянці живота, дратівливість, анемія й у дітей - поведінкові зрушення.

Свинець за малих рівнів може знижувати активність ферменту, який бере участь у нормальному синтезі гена. Зниження активності цього фермента може слугувати показником впливу свинцю. Метал має також спорідненість для амінокислот, що містять сірку. В доповнення до цього, свинець має тенденцію зв'язування з мітохондріями, що призводить до порушення регуляції транспорту кисню і генерації енергії. При відносно великих рівнях вмісту свинцю у воді зазначають невелике збільшення вмісту його в крові. Наприклад, середнє збільшення 25 мкг свинцю на літр крові пов'язано з питною водою, що містить в середньому 100 мкг/л свинцю. Для дітей раннього віку і вагітних жінок виявлене збільшення вмісту свинцю становило відповідно 40 і 50 мкг/л крові. Проте, у зв'язку з існуванням криволінійної залежності, трактування цих цифр варто проводити з певною обережністю.

Добова потреба людини у свинці становить 0,35-0,50 мг.

У картині свинцевого отруєння можна виділити низку клінічних симптомів.

Зміни збоку нервової системи:

а) астеничний синдром - функціональні розлади ЦНС (головні болі, втомлюваність, погіршення пам'яті тощо);

б) енцефалопатії (від головних болів і епілептичних випадків до "свинцевих мінінгітів" і порушень мовної та слухової функцій);

в) рухові розлади - паралічі, поліневрити з переважним пошкодженням м'язів-розгиначів);

г) пошкодження зорових аналізаторів.

Зміни системи крові - від ретикулоцитозу, анізоцитозу і мікроцитозу до свинцевої анемії, частіше олігохромної.

Ендокринні й обмінні порушення (ферментативні розлади, порушення обміну порфірінів, дітородної функції).

Зміни збоку шлунково-кишкового тракту (від нудоти, печії до свинцевих колік).

Зміни збоку серцево-судинної системи (аритмія, синусова брадікардія або тахікардія, вазоневроз).

Порушення функцій нирок (пошкодження ниркових каналів, що виражені тріадою «Фанконі-аміноацидурия, гіперфосфатурия, глюкозурия»); інтерстиційні нефропатії, які ведуть до ниркової недостатності).

Поглиблені епідеміологічні дослідження серед робітників плавильних і акумуляторних заводів не показали канцерогенності свинцю для людини. Водночас, в низці досліджень були виявлені хромосомні аберації в крові людей, які професійно контактували з солями свинцю, проте в інших роботах кластогенних ефектів не виявлено.

Особливо слід зауважити, що маленькі діти значно легше, ніж дорослі акумулюють свинець і тому належать до групи великого ризику відносно свинцевих інтоксикацій.

Селен. Середній вміст елемента у масі земної кори $5 \times 10^{-6}\%$, у морській воді 4×10^{-3} мг/л. За хімічними властивостями дуже подібний до макроелемента сірки.

Науково доведено, що за нестачі селену як мікроелемента живих тканини, людський організм має слабкий імунітет і ослаблений метаболізм. Елемент входить до складу активних центрів деяких білків у формі амінокислоти селеноцистеїну. Тому, селен в оптимальній кількості зміцнює імунну систему, володіє протипухлинною активністю, захищає від проникнення в організм канцерогенів, протидіє всмоктуванню в кров токсинів, необхідний для синтезу антиоксидантних фер-

ментів. Цей мікроелемент допомагає запобігти серцевим нападам, позитивно діє на нервову систему, пом'якшує алергічні реакції, сприяє дробленню ниркових каменів, відновлює нормальний кров'яний тиск.

Його препарати використовують для лікування бронхіальної астми. Хронічна нестача мікроелемента селену в їжі з плином часу спричинює стан тривоги і втомлюваність, сприяє розвитку лейкозу.

Джерелом селену для людини є будь-які морепродукти, фісташки, гриби, соя, кольорова і білокачанна капуста, ріпа, часник, виноград.

З'ясована позитивна кореляція вмісту селену в поверхневих водах і дощових опадах. Тому основними джерелами селену в поверхневих водах є атмосферні опади, тверді атмосферні частки і ґрунтовий селен. Є припущення, що більша частина селену атмосферних опадів може бути ґрунтового походження за рахунок виділення селеновмісних сполук в атмосферу.

Результати комплексних біогеохімічних досліджень вказують на те, що селен-дефіцитні патології у низці випадків не залежать від його рівня в харчовому ланцюгу, а зумовлені техногенними і біологічними чинниками (розведення слабоадаптованих порід тварин, незбалансованість раціону тощо).

Стосовно людини, за теперішнього слабо контрольованого харчування, біохімічні зв'язки між споживанням селену і патологічними порушеннями ще більш складні. Тому основним критерієм щодо забезпечення селеном є фактичний його вміст у харчовому меню і добове споживання, а також рівень засвоєння різних селеновмісних речовин. Численні дані свідчать про наявність кореляції між харчовою потребою у селені та вітаміном Е. Недостатність селену у тварин зумовлює ряд захворювань, етіологія яких аналогічна проявам Е-

авітамінозу.

Більшість сполук селену – селеноводень, селенова і селениста кислота, доволі токсичні навіть у середніх концентраціях. Селеноводень (H_2Se) – сполука водню і селену, безбарвний горючий газ з гидким запахом за нормальних умов. Хімічні властивості селеноводню подібні до сірководню, хоча H_2Se має більшу кислотність, розчинний у воді. Від горіння селеноводню в повітрі або кисні утворюється оксид селену і вода. Селеноводень – найтоксичніша сполука селену із небезпечним періодом дії 0,3 ppm на 8 годин. Хоча сам селен менш токсичний, випари його сполук отруйні - ГДК аморфного селену в повітрі 2 мг/м^3 , SeO_2 , Na_2SeO_3 $0,1 \text{ мг/м}^3$, ГДК селену у воді $0,01 \text{ мг/л}$.

Вважають, що більшість людей потребує не більше $0,85 \text{ мкг}$ селену на день на 1 кг маси тіла для підтримання максимальної активності тканин організму. Для запобігання ризику інтоксикації селеном рекомендована денна доза становить $40\text{-}45 \text{ мкг}$ селену. Рекомендовану потребу покривають: 22 горішки фісташок, 100 г білих грибів, 250 г рису.

Надлишок селену в людському організмі спричинює нудоту і блювоту, випадіння волосся, ламкість нігтів, висипки на шкірі, блідість, зниження функцій нирок і печінки. У результаті тривалого вживання понаднормової дози мікроелемента може виникнути цироз печінки. Ознакою перенасичення організму селеном є виразний “часниковий” запах із рота.

Збагачення раціону тварин селеном має протекторну дію на організм, зменшує токсичну дію комплексів ксенобіотиків (свинець, кадмій, ДДТ, 2,4-Д-нітрати) за більшістю показників (сорбційні властивості органів і тканин, кількість середніх молекул в сироватці крові). Водночас, за окремими показниками спостерігали

підсилення токсичного ефекту (загальний білок крові). Селен натрію може ефективно корегувати порушення функціонального стану нирок за одночасної інтоксикації хлоридами кадмію та алюмінію.

Цинк. Цинк є поширеним у біосфері елементом. Вміст його в ґрунтах оцінюють від 1 до 300 мг/кг. У 10 т перегною накопичується приблизно 400 г цинку.

Карбонати, оксиди і сульфідни цинку погано розчиняються у воді. Проте добре розчинні хлоридні й сульфатні солі, здатні до гідролізу з утворенням гідроксиду і карбонату цинку. У результаті цього концентрація цинку в природних водах, як правило, низька. У поверхневих водах України виявлено від 0,005 до 0,02 мг цинку. У підземних водах цинку більше: від 0,007 до 0,1 мг/л. ГДК цинку в водопровідній воді повинна бути не більше 5 мг/л.

Рослини засвоюють цинк у формі іонів Zn^{2+} або хелатів цинку. Вони можуть нагромадити 200-500 г, а деколи понад 2 кг/га Zn. Вміст цинку у рослинах залежить передусім від їх видів. Наприклад, відома усім фіалка може акумулювати до 12000 ppm цинку у сухій масі. Нормальний же вміст цього елемента коливається в межах 20-200 ppm. Виявлена значна різниця вмісту цинку в різних органах рослин. Наприклад, у листі цукрового буряка його вміст 67,8 ppm, а в коренеплодах - 21,85 ppm. Значну кількість цинку містить часник, цибуля, проте дуже мало його у фруктах, моркві та капусті. Роль цинку для рослинних організмів полягає передусім у його участі в багатьох ферментативних реакціях, в яких його дія нагадує дію Mn^{2+} і Mg^{2+} . У рослин цей фермент сконцентрований у хлоропласті, він є каталізатором у реакції води з двоокисом вуглецю. Нестача цинку спричинює низку проблем, таких як хлороз листя між прожилками, здібнення листкових пластинок, утворення розеток із

пагонів у фруктових дерев. Фруктові дерева, яким не вистачає цинку, дають мало плодів, до того ж вони дуже дрібні. Негативно впливає на рослини і надмірна кількість цинку, оскільки його надлишок зумовлює зниження фіксації рослинами фосфору і заліза. Рослини по-різному реагують на проникнення в організм цинку. Окремі з них дуже толерантно витримують аномальну концентрацію цинку у ґрунті і можуть без особливих ознак інтоксикації нагромаджувати його у своїх тканинах. Шкідливість цинку у доквіллі проявляється за умов його великих концентрацій в зоні промислових викидів. Навіть підвищені концентрації цинку призводили до міжжилкового хлорозу у клена червоного, а дуже великі концентрації зумовлювали в'янення молодого листя і пагонів та некроз тканини листя і пагонів.

Необхідність цинку для організму тварин вперше виявлена в 30-х роках ХХ ст. Цинк - елемент, що необхідний як для тварин, так і людини для функціонування різноманітних ферментних систем. Відомо більше 70 металоферментів, що містять цинк. Багато цинку міститься у волоссі та нігтях. Рекомендована добова доза цинку становить, залежно від віку і статі від 4 до 15 мг.

На всмоктування цинку у людини і тварин впливає багато чинників, наприклад, споживання білка, вітамінів, металів. За недостатнього споживання цинку і при малій масі тіла всмоктування його зростає, тоді як великі пероральні дози цинку, кальцію і фітину зменшують засвоєння цинку. Проте, визначити частку цинку, що всмоктується, доволі важко, оскільки цей елемент виводиться також через кишківник. До того ж, цинк не накопичується в тканинах, і вважається, що між часткою цинку, що всмоктується і часткою, що надійшла в організм, існує зворотна залежність.

Цинк вважають нетоксичним елементом. Унаслідок малої токсичності елемента й ефективних гомеостатичних механізмів регуляції його обміну небезпека для людини хронічної токсичності цинку, що надходить з питною водою та продуктами харчування, малоюмовірна. Симптоми токсичної дії цинку на людину – блювота, дегідратація, нудота, сонливість, головокружіння і погіршення м'язової координації. Відома гостра ниркова недостатність, спричинена хлоридом цинку.

За добової дози 150 мг цинку спостерігали порушення метаболізму міді й заліза, оскільки він є антагоністом цих металів. Проте, за адекватного споживання міді й заліза, навіть великі дози цинку не створюють серйозної проблеми. Цинк є метаболічним антагоністом кадмію. Тести на поріг присмаку свідчать про те, що 5 % населення відрізняють воду, що не містить цинку, від води, що містить її в концентрації 4,3 мг/л (у вигляді сульфату цинку). Рівні, при яких виявляються інші солі цинку, дещо вищі.

Фтор (Флуор). Вміст фтору у ґрунті найчастіше коливається в межах 100-500 ррт, але в окремих випадках сягає 1500 ррт. Відомі факти, коли в ґрунтах, сформованих із фосфоритної материнської породи або розташованих поблизу джерел промислових викидів, його вміст становив приблизно 500 мкг/г сухої маси. Вміст фтору у ґрунті залежить від механічного складу ґрунту. Натуральним джерелом ґрунтового фтору є деякі мінерали, такі як флюорити, криоліти, апатити. Невелика кількість фтору є в перегній (до кількох ррт в сухій масі), дещо більше в мінеральних добривах.

Фтор із ґрунтів потрапляє в рослини, а з рослинною їжею, водою - в організм тварин і людей. Цей елемент міститься в усіх продуктах, проте в деяких його особливо багато (наприклад, риба, м'ясо, сир, овочі, чай тощо).

Фтор, який міститься в харчових продуктах, діє менш токсично, ніж той, який надходить з водою. У середньому з водою і їжею людина отримує до 1 мг фтору за добу.

Рослини містять різну кількість фтору - від слідів до приблизно 80 ppm в сухій масі. Особливо багато фтору в черешні, винограді, моркві, огірках, квасолі, салаті, капусті, буряку. Малий вміст елемента в сливі, вишні, малині, кавунах. Споживання фтору рослинами залежить від чинників, які впливають на зміни фторових зв'язків у ґрунті. Відомо, що підвищення рН, а також більший вміст фосфору, алюмінію, гумусу, колоїдних фракцій знижує всмоктування цього мікроелемента.

Немає даних про позитивний вплив фтору на рослини, але його шкідливість в умовах підвищених концентрацій для рослинних організмів доведена. Він негативно впливає на активність деяких ферментів (еколоази й фосфатаз), порушуючи дихальні процеси. Діючи деструктивно на хлорофіл, фтор сповільнює асиміляцію CO₂, знижуючи своїм впливом доступність фосфору, негативно діє на ріст рослин. Наприклад, річний приріст дугласії, яка зазнала впливу фторидів, що були у викидах алюмінієвого заводу, зменшився на 50 %.

Токсичність фтору залежить від форми сполук, які він утворює. Найтоксичнішим є HF (плавикова кислота), менше токсичними є NaF, KF, NH₄F, до малотоксичних належить нерозчинний у воді CaF₂. Мікрокількості фторидів присутні в багатьох водах, а більші концентрації часто пов'язані з підземними джерелами. У районах, багатих на фторовмісні мінерали, колодязні води можуть містити до 10 і більше мг фтору на літр води. Найбільший рівень, що наведений у літературі, становить 2800 мг/л. Більшість вод містить менше 1 мг фтору на літр. Іноді фториди можуть надходити в ріки у результаті промислових скидів. Малі концентрації фтору є в

більшості поверхневих джерел водопостачання. Вони на 80 % використовуються водопроводами. Варто врахувати також і те, що освітлення води коагуляцією зменшує вміст фтору на 10-30 %.

Кип'ятіння води також зменшує вміст фтору ще на 2-40 %. Кількість фтору, який випадає в осад, залежить від твердості води. Чим вища твердість, тим більше фтору випадає в осад.

ГДК фтору у водопровідній воді для I і II кліматичних районів - 1,5 мг/л, III-го - 1,2 мг/л, IV-го - 0,7 мг/л.

Значення мікроелемента фтору для людей і тварин загальновідоме. Він є есенціальним елементом для деяких видів тварин. Зокрема, у результаті впливу доз фтору спостерігали збільшення плодовитості й швидкості росту. Добова потреба у мікроелементі становить 3-4 мг. Фтор міститься в кістках і зубах (особливо в емалі), де його кількість може сягати кількох сотень ppm в перерахунку на суху масу. Водночас м'яка тканина містить його не більше 1 ppm. Нестача фтору в організмі може призвести до руйнування зубів і порушень у кістковій системі. Фтор виявляє антибактеріальний вплив. Для забезпечення організму людини фтором достатньо, щоб питна вода його містила приблизно 1 мг/л. Тому в деяких країнах її збагачують сполуками фтору. Присутність елемента у воді призводить до значного зниження карієсу як у дітей, так і в дорослих. Частота його зменшується в міру зростання концентрації фтору приблизно до 1,0-1,5 мг/л. Проте, тривале споживання води із вмістом фтору більше 3-6 мг/л призводить до флюорозу зубів і кісток. Надлишок фтору, особливо токсичні його промислові викиди в атмосферу, зумовлює зміни в метаболізмі кальцію в кістковій тканині тварин, засвоєнні його, порушує апетит, обмежує надій молока у худоби.

У великих дозах фтор гостро токсичний для людини. Патологічні зміни включають геморагічний гастроентерит, гострий токсичний нефрит, ураження печінки і серцевого м'яза. Смертельна доза становить приблизно 5 г для фториду натрію, тобто приблизно 2 г фтору.

Хронічні ефекти в людини при великих рівнях впливу фтору проявляються у вигляді крапчастості зубів і флюорозу, при якому порушується структура кісткової тканини. Початковими ознаками і симптомами інтоксикації є блювота, болі в черевній порожнині, нудота, діарея і навіть судоми. Дослідження, проведені упродовж більше 30 років, не виявили зв'язку між раком і вмістом фтору у воді. Тому не підтвердилися припущення про те, що фтору притаманна мутагенна або тератогенна активність.

7.3. Хімічні елементи другого класу токсичності

Хром. Хром належить до елементів із повсюдним поширенням - його вміст у земній корі становить $8,3 \times 10^{-3}$ %. Практично завжди він присутній у тривалентному стані (переважно у вигляді мінералу хроміту).

Надходження хрому у довкілля відбувається як із природних джерел (засвоєння рослинами з ґрунту, ерозія гірських порід і ґрунтів, а також у доволі невеликих обсягах з вулканічними викидами). Але найбільше його потрапляє у довкілля у результаті виробничої діяльності (використання хрому, спалювання вугілля, меншою мірою від видобутку руди і виробництва металів). Головними сферами застосування хрому є виробництва ферохромових сплавів і сталі для потреб хімічної промисловості, нагрівальних елементів електричних приладів, вогнетривких цегол, хромової кислоти і хроматів, які потрібні для синтезу барвників у текстильній

промисловості тощо. Вміст аерозолів, до складу яких входить хром, в зоні заводів з виплавки хромистих металів значно перевищує фоновий. Частинки вітер розносить на великі відстані та вони випадають з атмосферними опадами. Встановлено збільшення рівня вмісту хрому в донних осадах за рахунок техногенних джерел. Великі кількості хрому можуть міститися у поверхневих і підземних водах у результаті скидів хімічних заводів і особливо підприємств з обробки металів.

Рівень вмісту хрому у воді, у зв'язку з низькою його розчинністю, як правило, невеликий. Проте є випадки великого вмісту хрому у зв'язку із забрудненням води стоками, які містять його сполуки. Хром може знаходитися у три- або шестивалентній формі у вигляді розчинної солі або нерозчинених часток, а часто у вигляді хімічного комплексу. На валентність хімічної форми у природних водах впливає кислотність води. При нейтральному значенні рН тривалентний хром перетворюється на нерозчинний гідроксид. Загальний вміст хрому в неочищеній воді становить зазвичай 10 і менше мг/л, рідко перевищує 25 мг/л, за винятком випадків великого забруднення. Великі рівні вмісту хрому властиві воді підвищеної жорсткості. Питна вода зазвичай містить хром у малих кількостях - 5 і менше мкг/л. Дуже рідко у водопровідній воді можна знайти такі великі рівні як 20 мкг/л.

У рослинних і тваринних організмах хром завжди присутній (він є у хімічній структурі ДНК). Цей елемент, ймовірно, необхідний для вуглеводного і ліпідного обміну, і для утилізації амінокислот деякими системами. Він також можливо має значення для профілактики легких форм діабету й атеросклерозу. У людей, що проживають у районах, де атеросклероз трапляється рідко або практично відсутній, виявлена тенденція до більших рівнів вмісту

хрому в тканинах, ніж у людей з районів, де це захворювання є ендемічним. Проте, питання, чи є цей елемент незамінним елементом живлення для біологічних об'єктів до тепер не з'ясоване.

Деякі, зокрема лікарські рослини, здатні його нагромаджувати у значних кількостях. Концентрація хрому у продуктах харчування варіює: у м'ясі міститься до 60 мг/кг, в деяких видах сирів - до 130, у горіхах - до 140, а в ячному жовтку - до 200 мг/кг хрому. Дуже велика концентрація хрому у печінці та пивних дріжджах.

З-поміж важких металів хром є одним із найменше отруйних. Більшість мікроорганізмів здатні його акумулювати. Токсичність елемента проявляється у припиненні росту і гальмуванні метаболічних процесів. Безхребетні (комахи, багатощетинкові черви, ракоподібні) загалом чутливіші до токсичних ефектів хрому, ніж хребетні тварини. Проте, лососеві риби вразливі до концентрації більше 0,02 мг/л.

Більшість із досліджених сполук шестивалентного хрому (проте не тривалентного) володіють вираженою генотоксичністю - вони спричинюють генні мутації у бактерій і в поведінці клітин ссавців, хромосомні аберації й обмін сестринських хроматид, а також клітинну трансформацію *in vitro*. Ембріотоксичні і тератогенні ефекти виявлені в експериментах на тваринах. У дослідях на щурах отримані переконливі докази канцерогенності хромату кальцію і низки відносно нерозчинних сполук шестивалентного хрому (вони спричинюють в основному пухлини легень).

За впливом на людей виокремлюють легеневу і шлункову форми інтоксикації. У чистому виді хром все ж токсичний для людини, оскільки його металевий пил подразнює легені. Сполуки тривалентного хрому спричинюють дерматити, чотиривалентного призводять до

різних захворювань, зокрема й онкологічних. Виявлені різні алергічні реакції, подразнення верхніх дихальних шляхів. Шестивалентний хром у великих дозах є чинником раку органів травлення. Існують незаперечні факти підвищеного ризику раку легень у робітників, що були під впливом великих доз хрому. Численними епідеміологічними дослідженнями встановлено, що в людей, які професійно контактують з хроматами надзвичайно велика частота бронхогенного раку. Несприятливі для людини ефекти присутнього у воді елемента пов'язані з шестивалентним хромом. ГДК хрому-VI в атмосферному повітрі 0,0015 мг/м³. Тривалентний хром розглядають як форму, есенціальну для людини, тому вважають умовно нетоксичною.

Нікель (Нікол). Ґрунти містять від 10 до 100 мг/кг нікелю. Багато його солей розчинні у воді, що може призводити до забруднення вод. У поверхневих водах рівень вмісту елемента становить 5-20 мкг/л і може сягати 1 мг/л. У системах водопостачання підземними водами виявлено до 0,13 мг/л нікелю. У підземних водах, які омивають гірські породи, що містять нікель, вміст його може сягати 20 мг/л.

Виробництво і використання нікелю для обробки металів є причиною забруднення ним довкілля. Найпотужнішими джерелами забруднення є стічні води цехів нікелювання, збагачувальних фабрик. Величезні обсяги викидів цього елемента ідуть від спалювання кам'яного й бурого вугілля, тому, в атмосферу щорічно потрапляє до 70 тис. т цього елемента. Переважну частину нікелю переносять річкові води у завислому стані. Річки Чорноморського басейну щорічно виносять із суходолу приблизно 10,7 тис. т нікелю, 91,9 % якого перебуває в завислому стані.

Підвищення концентрації нікелю у харчових

продуктах спостерігали лише за умов вирощування сільськогосподарських культур із використанням для зрошення полів води, забрудненої нікелем (недоочищені промислові стоки).

Нікель - необхідний для людини і тварин мікроелемент, зокрема для регуляції обміну ДНК. Його сполуки як каталізatori відіграють важливу роль в кровотвірних процесах. Добова потреба людини в нікелі становить не більше 0,6 мг.

Забруднення нікелем ВООЗ вважає дуже небезпечним. Вільні іони нікелю (Ni^{2+}) приблизно у двічі токсичніші від його сполук. Найпоширенішими у природних водах є сполуки нікелю, в яких він має ступінь окислення +2. Сполуки Ni^{3+} утворюються, зазвичай, у лужному середовищі.

В експерименті у тварин великі дози (1600 мкг/кг їжі) спричинюють мінімальні токсичні ефекти. Додаваючи в питну воду щурам і мишам 5 мг/л нікелю упродовж всього життя, вчені не помітили ніякого несприятливого ефекту. Проте, за будь-якого шляху введення нікель уражає тканини легень, спричинює зміни у кровообігу, корегує вміст цукру в крові і кров'яний тиск. Солі нікелю у вигляді пилу подразнюють слизові оболонки, уражають шкіру людини. На заводах із електролітичного виробництва нікелю у працівників бували часті носові кровотечі, подразнення слизової носа і навіть зникнення носової перегородки у хрящовій частині, сірий наліт на краю ясен, темний наліт на язиці. У значній кількості робітників проявлялося порушення нюху. За стажу в середньому 5-10 років, робочі скаржилися на головний біль, головокружіння, неврівноваженість, зниження апетиту, задуху. Об'єктивно в них спостерігали зниження кров'яного тиску, функціональні порушення центральної нервової системи, шлункові захворювання.

Встановлено, що деякі сполуки нікелю канцерогенні, проте розчинні форми вважають не канцерогенними.

Мідь (Купрум). Загальна кількість міді у верхніх шарах ґрунту коливається в межах 1-180 ppm, а найчастіше становить 5-50 ppm. У випадку постійного використання фунгіцидів кількість її може зростати до 1000 ppm. Найважливішими джерелами надходження міді вважають гірські породи, стічні води хімічних і металургійних виробництв, шахтні води, різні реагенти, що містять мідь, а також зливні стоки із сільськогосподарських угідь. У ґрунтах, забруднених промисловими викидами, цей показник сягає навіть 5000 ppm.

Природним джерелом міді в ґрунті є мінерали (Cu_2S , CuFeS_2 , Cu_2O , $\text{CuCO}_3\text{-Cu(OH)}_2$), тому вміст елемента в ґрунті значною мірою залежить від його наявності в материнській породі.

Мідь є необхідним елементом для рослин і тварин. Рослини засвоюють мідь як мікроелемент живлення у формі іонів або ж у вигляді хелатів. Кількісні показники залежать від видів рослин, ґрунту й інших чинників, які впливають на її засвоєння, і становлять 20-100 г/га, в окремих випадках - до 200 г/га. Більшу кількість (понад 100г/га) асимілюють такі культури, як помідори, морква, шпинат, буряки. Концентрація міді в рослинах, порівняно з іншими мікроелементами, є невеликою: 2-20 ppm, зрідка 1-70 ppm Cu в сухій масі. Проте цей елемент виконує важливі фізіологічні функції.

Нестача міді зумовлює різні хвороби рослин, зокрема хлорози. Мідь може надходити до рослин не лише через коріння, але й через листя, тому при нестачі цього елемента в ґрунті застосовують позакореневе підживлення солями міді. Оброблення листя мідним купоросом рятує

рослини не лише від грибкових захворювань, а й сприяє їх підживленню.

Основна біохімічна функція міді у тваринному організмі проявляється у ферментативних реакціях. Вона є у великій кількості ферментів, наприклад, в катехолазі, цитохромоксидазі, супероксиддисмутазі, у білках еритрокупреїні, гепатокупреїні, гемоціаніні. Засвоєна у кишківнику, вона транспортується до печінки за допомогою альбуміну. У крові більшості молюсків і членистоногих мідь використовується замість заліза для транспорту кисню.

В організмі дорослої здорової людини вагою 70 кг міститься 80-150 мг міді, найбільша її кількість зосереджена у головному мозку і в печінці. Тому щодобове поповнення міді потрібне у кількості 2-3 міліграми.

Надлишок міді також шкідливий, як і його нестача. Отруєння рослин можливе за надмірної концентрації при захисті від хвороб. Це особливо небезпечно на кислих ґрунтах, де надлишок міді негативно впливає на врожайність рослин. Якщо в фітомасі є забагато міді, то це шкідливо і для тварин, особливо для овець, які отруюються навіть при малих концентраціях елемента в рослинах (10-20 ppm Си у сухій масі). Самі ж рослини на землях із надмірним умістом міді можуть нагромадити до 1000 ppm Си і більше у сухій масі без будь-яких ознак отруєння. Середня фоновая концентрація міді в листках лісових дерев становить 128 ppm, а порогові коливання - 10-3000 ppm.

Концентрація міді в питній воді, зазвичай, коливається від 0,01 до 0,5 мг/л, а ГДК її у водопровідній воді - 1 мг/л. Мідь надає воді неприємного в'язкого присмаку. Поріг присмаку становить приблизно 5 мг/л, хоча в дистильованій воді присмак визначається за концентрації 2,6 мг/л.

Споживання надлишкових доз міді призводить до

подразнення слизових оболонок, ураження кровоплинних капілярів, печінки, нирок і розладу центральної нервової системи, що супроводжується депресією. Можуть виникати виражені розлади шлунково-кишкового тракту і некротичні зміни в печінці й нирках.

Відомі тяжкі та смертельні випадки отруєння після потрапляння солей міді через стравохід у дозі 1-2 г. Доза 10 г є абсолютно смертельною дозою для людини. Дози 0,2-0,5 г спричинюють блювоту.

Клінічна картина отруєння людини при потраплянні сполук міді у стравохід супроводжується неприємним в'язким металевим присмаком у роті, збільшенням слиновиділення, нудотою, блювотою. Можуть виникати колючоподібні болі в животі, кров'янистий пронос, іноді калові маси набувають чорного кольору. При потраплянні солей міді (CuCO_3 , CuSO_4) через дихальні шляхи розвивається симптомокомплекс «мідно-протравленої» лихоманки. Її симптомами є болі у шлунку, прискорений пульс і понижений артеріальний тиск. «Міднопротравлена» лихоманка зазвичай триває упродовж декількох днів і за усунення подальшого контакту зі солями міді закінчується одужанням. За довготривалої дії настає зникання організму до інтоксикації.

Сполуки міді можуть виявляти також місцеву подразнювальну дію на шкіру, іноді з'являється дрібна червона висипка, що супроводжується свербінням, екзема. Шкіра лица і волосся у працівників, які доволі довго торкалися сполук міді, можуть забарвлюватися у зелено-жовтий чи зеленувато-чорний колір. На яснах іноді появляється темно-червона крайка.

Кобальт. Кобальту у ґрунті міститься менше, ніж інших мікроелементів (1-40 ppm). Більше його є у важких глинах із присутністю заліза, менше - в ґрунтах гранітового, пісковикового та вапнякового походження, а

також у торф'яниках. Отже, кількість кобальту значною мірою залежить від мінеральних ґрунотвірних і біологічних чинників, наявності в цих ґрунтах заліза й марганцю. З органічними добривами в ґрунт потрапляє до 2 г елемента на 10 т, у фосфатному борошні його вміст сягає 50 ppm.

Рослини використовують кобальт у вигляді іонів Co^{2+} або хелатів у невеликій кількості (0,02-0,50 ppm). Більшість рослин нагромаджує кобальту 1-3 г, лише деякі - приблизно 10 г/га. Кобальт є незамінним мікроелементом для організмів, які зв'язують атмосферний азот, зокрема для бобових рослин, а також для вільхи.

Роль кобальту в метаболізмі рослин різноманітна. Він активізує багато ферментативних реакцій, зокрема дію аргінази, лецитинази, карбоксилази. Виявлено позитивний вплив кобальту на синтез білка, на фосфорне живлення рослин. Невеликі дози кобальту, внесені в ґрунт, підвищують вміст білка (наприклад, у зерні вівса). Відома дія кобальту на синтез деяких вітамінів, зокрема вітаміну PP (нікотинової кислоти). Недобір кобальту жуйними тваринами трапляється у випадку, коли його вміст у ґрунті падає нижче, ніж 5 ppm. Добова потреба людини в кобальті точно не встановлена і за даними різних авторів коливається від 0,05 до 0,2 мг.

Надмірні концентрації у ґрунті кобальту, як одного з важких металів, зумовлюють хлорози, некрози і навіть всихання листя. Надлишок кобальту може гальмувати засвоєння інших важких металів, наприклад, заліза. Фонова концентрація кобальту в листі лісових порід США становить 6,2 ppm, межі коливань надзвичайно великі – 1-10000 ppm. Проте, це підтверджує велику толерантність рослин до присутності цього мікроелемента у довкіллі.

У природних поверхневих водах вміст кобальту становить 20 мкг/л. У воді гірських річок його міститься

від 0,8 до 3600 мкг/л. У підземних водах Закарпатської області в гірській зоні міститься 0,11 мкг/л кобальту, в передгірній - 0,17 мкг/л, в низовинній - 0,28 мкг/л. Якщо рН ґрунту вище за 6,6, то мікроелемент практично відсутній у розчинах. У більшості ґрунтових вод України міститься від 0,05 до 0,01 мг/л кобальту.

ГДК кобальту для води відкритих водойм - 1 мг/л, лімітуючим показником є загальносанітарний. Великі концентрації кобальту негативно впливають на діяльність підшлункової і щитоподібної залоз людини. Солі кобальту, які використовують для стабілізації піни у пиві, спричиняють у його активних споживачів кардіоміопатії, тому після доведення фактів захворювання їх використовувати заборонено.

Летальна доза кобальту для тварин становить 25-30 мг/кг. Токсична доза (LD₅₀ для щурів) - 50 міліграмів. Особливо токсичні пари октакарбонілу кобальту Co₂(CO)₈.

Молибден. Молибден мало поширений у природі. Вміст його у масі земної кори оцінюють ~ 3×10⁴ %. У природних водах молибден присутній головним чином у вигляді MO₂. Вміст його у природній воді відкритих водойм коливається від 0,0001 до 0,1 мг/л. Невеликий вміст молибдену в підземних водах України - від 0,0005 до 0,005 мг/л. У шахтних водах молибденових родовищ концентрація цього елемента коливалася в межах від 0,01 до 0,07 мг/л, але в окремих випадках сягала 10 мг/л.

Молибден є життєво необхідним мікроелементом для рослин, тварин і людини. Віднедавня молибденові мікродобрива почали використовувати в сільськогосподарській практиці. Від внесення молибдену у ґрунт зростає врожай люпину, кормових, бобів, гороху, а також салату, цвітної капусти, кукурудзи, цукрового буряка. Молибден підвищує активність ферментів, що каталізують перетворення нітратів і потрібний для

нормального функціонування азотфіксуючих бактерій. Відновлення нітратів у ґрунті здійснюється мікроорганізмами за допомогою молібден-залежного фермента нітратредуктази. Дефіцит молібдену зумовлює нагромадження нітрозамінів, які володіють канцерогенною активністю.

Нестача молібдену у їжі призводить до гальмування процесів росту і розвитку тварин і людини. Мікроелемент потрапляє в організм людини головним чином через харчові продукти. Вміст молібдену в них коливається в межах 0,004-3,0 мг/кг. В овочах його вміст становить 0,04-0,2 мг/кг. Добова потреба людини в молібдені становить 0,15-0,3 мг.

Доказом активної участі молібдену в хімізмі тканин людського організму є спостереження над людьми, які проживають в місцевостях з підвищеним або з пониженим вмістом молібдену у ґрунтах, воді, харчових продуктах. Встановлено, що підвищене надходження молібдену з водою і їжею до організму людини зумовлює виникнення ендемічної подагри.

За допомогою радіоізотопного аналізу встановлено, що молібден має здатність вибірково накопичуватися в наднирниках, нирках, кістках, очах, мезентеріальних лімфатичних вузлах. Сполуки молібдену впливають на зворотання білків, навіть в дуже малих концентраціях. Є дані про участь молібдену в порушенні білкового обміну і явищах гіпоглікемії. Водні розчини молібдену доволі швидко всмоктуються із кишківника.

Надлишкове надходження молібдену з водою або їжею у тваринний організм призводить до порушення обміну речовин - виникає "молібденозис": Захворювання супроводжується анемією, зниженням вмісту міді в печінці, проносом.

ГДК молібдену у питній воді встановлена на рівні

0,25 мг/л за санітарно-токсикологічним показником.

Олово (Станум). У природі олово - розсіяний елемент. Вміст його в земній корі за різними оцінками становить від 2×10^{-4} % до 8×10^{-3} % за масою. Трапляється у вигляді руди - олов'яного каменю SnO_2 (до 78,8 % олова). У природні води олово надходить внаслідок процесів вилуговування мінералів, що містять олово (каситерит, станін). У глинистих ґрунтах олова міститься приблизно 1×10^{-3} %, у сухій рослинній масі 5×10^{-4} %, у живих тканинах тварин 5×10^{-5} %, у воді океанів 7×10^{-7} %. У незабруднених поверхневих водах олово міститься у субмікрограмних концентраціях. У підземних водах його концентрація сягає одиниць мікрограмів в 1 дм^3 .

У рослинах найбільша кількість олова міститься в насінні соняшника і гороху. У тваринних організмах його найбільше в м'язах тріскових риб і в м'язовій тканині (язик) великої рогатої худоби. Олово є в тканинах і виділеннях людини постійно. У 100 мл крові міститься 0,014 мг олова, основна його кількість знаходиться у складових компонентах крові (0,011 мг) і лише 0,002 - у плазмі. Добовий харчовий раціон людини становить приблизно 17 мг олова. Біологічна роль олова вивчена не достатньо.

Олово належить до важких металів із помірно вираженим токсичним ефектом, що дозволяє його широко використовувати у різних сферах ще від 4000 років тому. Половину олова, що видобувають у всьому світі, сьогодні витрачають на отримання білої жерсті, яку застосовують головним чином для виготовлення консервних банок. Сплави різних металів і композицій з оловом мають різноманітне застосування у техніці, електроніці тощо.

Олово в отруйних кількостях діє спочатку збуджуюче, а пізніше має паралізуючий вплив на центральну нервову систему. При отруєнні оловом

спостерігали діарею, блювоту, загальну слабкість, а також параліч одних відділів центральної нервової системи і збудження інших, внаслідок чого розвивається атаксія, скутість рухів, іноді судоми. Можливим джерелом надлишкової кількості олова у продуктах є жерсть консервних банок.

Натомість, зі сполук олова олов'яний водень SnH_4 - це сильна отрута, що спричинює судоми. Деякі органічні сполуки олова є отрутами для нервової системи, вони спричинюють паралічі. При хронічній дії оловотетраметилу і оловотетраетилу передусім страждають зорові нерви.

Підвищений вміст у волоссі людини може бути наслідком контакту з цим елементом на виробництві і в побуті, зокрема, консерви, зубні пасти, які містять фтор. З надлишком олова може бути пов'язане зниження апетиту, металевий присмак у роті, болі в животі, проноси, нудота.

При надходженні олова через легені у вигляді пари і пилу, воно не спричинює сильних отруень, але, відкладаючись у легенях, сприяє розвитку сполучної тканини за типом пневмоконіотичного процесу. Його ще називають станнозом, він має доброякісну течію і не змінює функціонального стану легеневого апарату. Такі ефекти спостерігали від дії оксиду олова. Проте у працівників плавильних заводів, що виготовляють олово, часто розвивалися явища хронічного бронхіту і емфіземи. З віком олово нагромаджується в легенях, очевидно, у зв'язку з повільним всмоктуванням у кров і хронічною ретенцією при надходженні його у процесі життя людей, що зазнають постійного впливу цього металу.

Олово може в помітних кількостях поступати через шлунково-кишковий тракт при вживанні їжі, особливо соків, у разі зберігання в посуді, що містить олово в складі сплавів, з якого він виготовлений. Нерозчинні сполуки

олова майже не всмоктуються в шлунково-кишковий тракт, але і розчинні сполуки вбираються дуже слабо і переважно у вигляді сполук із білками. При цьому солі двовалентного олова всмоктуються легше і у великих кількостях порівняно з чотиривалентним оловом.

Промислові забруднення сполуками олова можливі зі стічними водами різних виробництв (фарбування тканин, синтез органічних фарб, виробництво сплавів з добавкою олова тощо). Індустріалізація спричинила включення його у вигляді промислових викидів у біохімічні кругообіги лісових екосистем. Олово впливає на мікроорганізми і ґрунтову фауну. Забруднення ним середовища гальмує процеси розкладу органічної речовини і сповільнює кругообіг поживних елементів. Пороги токсичності для багатьох видів бактерій, грибів, комах та інших компонентів ґрунтової біоти є в межах 100-10000 ррт катіонів на суху масу ґрунту. Великі концентрації олова зумовлюють порушення процесів метаболізму у лісових біогеоценозах і, зокрема, фотосинтезу, токсичні зовсім припиняють його.

Олово спричинює у покритонасінних лісових порід міжжилковий хлороз, некроз кінчиків і країв листя, у голонасінних - дистальний некроз. Механізм токсичної дії олова полягає в: 1) порушенні функції ферментів; 2) в антиметаболічній дії; 3) в утворенні стійких осадів або хелатів із головним метаболітом; 4) у виконанні ролі каталізатора розкладу головного метаболіту; 5) в зміні проникності клітинних мембран; 6) в заміщенні важливих структурних або електрохімічних важких елементів у клітині. Кожна з цих аномалій здатна серйозно порушити низку найістотніших фізіологічних функцій.

Олово також має тенденцію нагромаджуватися в живих організмах, причому в кількостях не тільки більших, ніж у довкіллі, а й у концентраціях, що зростають

у міру просування по харчових ланцюгах.

Йод (Iod). Йод дуже розсіяний у природі елемент, його вміст у земній корі за масою становить 4×10^{-5} %. Найбільші концентрації йоду є в нафтових водах (3×10^{-3} %) і морській воді (0,06 мг/мл). Проте йод у вигляді солей присутній практично всюди. Вміст йоду в артезіанських свердловинах залежить від йодного рівня місцевості й коливається від 0,01 до 100 мкг/л. Вміст елемента в питних вододжерелах коливається від слідів до 25 мкг/л, у ґрунтових колодезних водах - від 1,0 до 128 мкг/л.

Із живих організмів найбільше йоду у водоростях (5 кг на тонну висушеної морської капусти (ламінарії)). Як біофільний мікроелемент, йод має велике значення для організму тварин і людини. Споживання йоду рослинами залежить від вмісту в ґрунтах і від виду рослин. Організм-концентраторами йоду є деякі морські губки (накопичують до 8,5 %), морські водорості (до 1 %).

Йод концентрується у ґрунтах, мулах, які утворюються за участю організмів, а також міститься у тонкодисперсних породах, багатих на органічну речовину. Крім того, йод розсіяний у вигляді слідів у всіх гірських породах. Отже, і органічна речовина і гірські породи, можуть бути джерелом надходження йоду у природні води. Важливим джерелом йоду в ґрунтах і водах є дощові опади, які захоплюють його з атмосфери, до якої він потрапляє з вітром із боку моря.

В організм тварин і людини йод поступає із повітрям, водою і продуктами харчування. Всмоктування йоду відбувається в передніх відділах тонкого кишечника. В організмі людини накопичується від 20 до 50 мг йоду. З такої кількості в м'язах залишається 10-25 мг, а в щитоподібній залозі - 6-15 мг.

Потреба в йоді людини і тварин становить приблизно 3 мкг на 1 кг маси тіла (збільшується при

вагітності, посиленому рості, переохолоджені). Йод необхідний для правильної роботи щитоподібної залози. Щодо останньої, то в ній йод відкладається в мітохондріях епітеліальних клітин і входить до складу речовин, які згодом конденсуються в гормон тироксин. Цей гормон є вкрай важливим для людини, оскільки здатний стимулювати процеси обміну в організмі. При нестачі йоду порушується робота всієї ендокринної системи. Введення в організм йоду підвищує основний обмін, посилює окислювальні процеси, тонізує м'язи, стимулює статеву функцію. Йод зв'язаний з циркуляційною динамікою, впливає на метаболізм органічних, мінеральних речовин і води, сприяє росту покривів. Йод має вирішальне значення у період вагітності. Коли жінці бракує цього мікроелемента, дитині, яку вона виношує загрожують розумові, неврологічні й фізичні дефекти організму.

Багатими джерелами йоду є морепродукти: морська капуста, оселедець, камбала, лосось; у менших кількостях - шпинат, морква, ананаси. Для мешканців тих районів, де продукти і вода містять мало йоду, дієтологами була спеціально розроблена йодована сіль.

Надлишок йоду в організмі виражається в появі висипки, вугрів на шкірі, періодично виникає нудота, головний біль, зрідка м'язова слабкість, депресії, металевий присмак у роті. Надлишок елемента пригнічує активність щитоподібної залози, тоді виникає уповільнення серцевого ритму, підвищення ваги.

Виділення йоду з організму відбувається через нирки (до 70-80%), молочні, слинні та потові залози, частково з жовчю.

Випари йоду отруйні та подразнюють слизові оболонки. Смертельна доза елемента за потрапляння в шлунок – 2-3 г. На шкіру йод здійснює припікаючу і знезаражувальну дію. Плями від йоду змиваються

розчинами соди. Токсична дія проявляється ураженням нирок і серцево-судинної системи. Від вдихання пари йоду з'являється головний біль, кашель, нежить, може бути набряк легенів. При потраплянні на слизову оболонку очей з'являється сльозотеча, біль в очах і почервоніння. При попаданні всередину з'являється загальна слабкість, головний біль, підвищення температури, блювота, пронос, болі в серце і почастішання пульсу. Через день з'являється кров у сечі. Через 2 дні з'являються ниркова недостатність і міокардит. Без лікування настає летальний результат.

Дуже небезпечним є радіоактивний ізотоп йоду-131. Йод-131 – це радіонуклід із періодом напіврозпаду 8,04 доби, β - і γ -випромінювач. Накопичення в щитоподібній залозі великих кількостей йоду-131 спричинює радіаційне ураження секреторного епітелію і зумовлює гіпотиреоз - дисфункцію щитоподібної залози. Зростає також ризик злоякісного переродження тканин. Мінімальна доза, при якій є ризик розвитку гіпотиреозу у дітей, - 300 рад., у дорослих – 3400 рад. У жінок ризик розвитку пухлин у чотири рази вищий, ніж у чоловіків, у дітей у 3-4 рази вищий, ніж у дорослих. Забруднення територій йодом-131 від вибуху на ЧАЕС зумовило великі дози опромінення щитоподібної залози у людей, що призвело в наступному до значного збільшення її патології.

Стабільний йод і його сполуки використовують у медицині, аналітичній хімії, а також в органічному синтезі та фотографії. ГДК йоду у воді 0,125 мг/дм³, в повітрі 1 мг/м³.

7.4. Хімічні елементи третього класу токсичності

Залізо (Ферум). Залізо належить до найпоширеніших елементів і вміст його у масі земної кори становить приблизно 4,65 %. Загальна кількість елемента у ґрунті може коливатися в межах 0,002-10 %, У середньому

вона становить приблизно 2 %. У воді залізо присутнє головнo у двовалентнoму і тривалентнoму станах. У добре аерованій воді концентрації заліза рідкo бувають великими. Проте в деяких підземних водах, озерах чи резервуарах, за відсутності сульфідів і карбонатів, можуть міститися великі концентрації розчинного двовалентного заліза. Присутність його в природних водах може бути пов'язана з розчиненням гірських порід і мінералів, дренажем кислих шахтних вод, фільтрацією зі звалищ, скидом стічних вод і стоками металургійної промисловості.

ГДК заліза у водопровідній питній воді не повинна перевищувати 0,3 мг/дм³, за нормами ЄС - 0,2 мг/дм³. Із цих міркувань залізо належить до III класу небезпеки.

За значень рН, властивих для питних вод, солі двовалентного заліза випадають в осад у вигляді нерозчинного гідроксиду заліза - іржі. Така вода неприємна на смак, зафарбовує білизну, водопровідну арматуру і сантехнічне обладнання. Залізо, що осідає в розподільній системі, знижує плин води і прискорює ріст залізобактерій.

Залізо є поживним макроелементом для рослин. Вони використовують його у формі іонів Fe²⁺ і Fe³⁺, а також хелатів. Наприклад, сільськогосподарські рослини поглинають від 2 до 2500 заліза г/га. Одночасно вони виділяють в ґрунт хелатори (наприклад, органічні кислоти), які зв'язують у ньому залізо, утворюючи хелати. На засвоєння заліза рослинами впливає багато чинників, зокрема, кислотність ґрунту, концентрація деяких катіонів. Мідь, яку використовують у вигляді мідного купоросу для захисту рослин, погіршує поглинання ними заліза. Нормальному засвоєнню заліза перешкоджає надмірна концентрація важких металів - Ni, Mo, Zn, Co, V. Залізо у рослинах бере участь у важливих фізіологічних процесах.

Якщо в ґрунті концентрується велика кількість Fe^{2+} , рослини можуть проявляти ознаки отруєння. Наприклад, на землях рисових плантацій, а також на землях з великим рівнем засвоюваності заліза на листках з'являються бронзові плями, а згодом вони цілком стають бронзовими.

Залізо є мікроелементом для людей і тварин. Понад половина заліза тваринного організму знаходиться в гемоглобіні. Нестача заліза у процесі утворення гемоглобіну призводить до анемії. Поїдаючи рослинну їжу, тварини засвоюють лише декілька відсотків присутнього у них заліза. Для нормального забезпечення потреб свійської худоби в залізі необхідно, щоб його кількість у сні в середньому становила 100 ppm. Здебільшого цей показник буває значно вищим.

Залізо є необхідним елементом у харчуванні людини. Воно міститься в ряді важливих білків (гемоглобіні, цитохромах, у багатьох окислювально-відновних ферментах). Мінімальна добова потреба в залізі коливається від 7 до 14 мг, залежно від віку і статі, у вагітних жінок потреба може підвищуватися до 18 мг. У більшості людей організм засвоює приблизно 10 % заліза, яке поступає у нього. Від 60 до 70 % його іде на утворення гемоглобіну, 5 % утилізується при виробленні міоглобіну, решта відкладається, в першу чергу, в печінці, кістковому мозку, селезінці. Дефіцит заліза у людей теж спричинює розвиток анемії. Основний шлях потрапляння заліза в організм людини - продукти харчування. Проте, воно важко засвоюється, тому ця проблема залишається актуальною навіть за великого абсолютного вмісту елемента в тому чи іншому продукті.

Понаднормове проникнення в організм заліза спричинює захворювання гемохроматоз. Від нього найчастіше страждають люди певних районів, де ґрунт перенасичений залізом. Воно легко накопичується у

тканинах і органах людини, особливо в печінці, менше у підшлунковій залозі й серці. У таких випадках залізовмісні добавки або препарати тільки погіршують стан хворого. Як наслідок надлишку заліза можуть розвиватися артрит, імпотенція, безпліддя, хронічна втомлюваність.

У людей певних професій (шахтарі, робітники, що видобувають залізну руду, менше зварювальники) можливе потрапляння сполук заліза при вдиханні, що може спричинити професійні захворювання. За систематичного вдихання повітря, яке містить частинки заліза, можлива поява таких захворювань, як пневмоконіоз (хронічне захворювання легень, зумовлене довготривалим вдиханням виробничого пилу), сидероз і пневмосклероз.

При вживанні їжі або води з концентрацією заліза більше 0,3 мг/л існує загроза появи алергічних реакцій, сухості шкіри, збільшується ризик інфарктів, порушень і патологій репродуктивної системи.

Виділяється залізо з організму в основному через стінки товстого кишечника, а також незначна кількість через нирки із сечею. Обмін заліза в організмі залежить від функціонування печінки. При порушеннях її роботи може розвиватися залізодефіцитна анемія або зворотне явище - надлишкове накопичення заліза в організмі. При цьому вміст заліза в печінці може досягати 20-30 г, а також ймовірна підвищена його концентрація у підшлунковій залозі, нирках, міокарді, інколи в щитоподібній залозі, м'язах, епітелії язика.

Марганець (Манган). Марганець - 14-й елемент за поширеністю на Землі, а після заліза - другий важкий метал, що міститься в земній корі. Вміст марганцю в ній за масою становить 0,1 %, у морській воді - 2×10^{-7} %, у живій речовині Землі - 1×10^{-3} %, в ґрунті - $8,5 \times 10^{-2}$ %.

Марганець є незамінним поживним мікроелементом як для рослин, так і для тварин. Первинним джерелом

надходження його у ґрунт є вивітрювання металів і їх біогенне накопичення в едафотопі біогеоценозів. У сільськогосподарські землі він потрапляє разом з рослинними рештками та перегноєм. Втрати марганцю часто пов'язані з опадами, які його вимивають, головним чином із кислих ґрунтів, де він є у розчинній двовалентній формі. У помірній зоні атмосферні опади вимивають упродовж року приблизно 250 г/га марганцю. За той же період із сільськогосподарських земель разом з урожаєм його вилучають приблизно 100-200 г/га.

Рослини засвоюють двовалентний марганець із його розчинних солей. Кількість марганцю, яку поглинають рослини, коливається в межах 200-1500 г/га, залежно від виду рослин, доступності, а також різних чинників, які впливають на його вбирання корінням. Найбільше марганцю серед сільсько-господарських культур забирають із ґрунту коноплі і буряк. У рослинному організмі марганець розподілений нерівномірно та переважно становить декілька десятків ррт у сухій масі (пшениця: зерно 34,4; солома – 25,4; жито: зерно – 45,1; солома – 32,1; буряк цукровий: в корені – 22,0; в гичці – 426; у насінні люпину – 143,1; у сіні конюшини – 52,5). Є види рослин, які концентрують марганець - манганофіли. їх багато серед флори лісів і водойм та порівняно мало серед степових рослин. Потреба рослин у марганці зумовлена різними його функціями в метаболізмі рослин, зокрема, таких важливих, як інтенсифікація процесу фотосинтезу та дихання рослин. У рослинах він прискорює утворення хлорофілу і підвищує їх здатність синтезувати вітамін С. Тому внесення марганцю в ґрунт із добривами помітно підвищує врожайність багатьох культур. Нестача марганцю призводить до різних хвороб рослин (сіра плямистість вівса, хлорози тощо).

У крові людини і більшості тварин уміст марганцю

становить приблизно 0,02 мг/л. Винятком є вівці, кров яких багата марганцем і становить 0,06 мг/л. Немає його тільки в білку курячого яйця і дуже мало в молоці. Відсутність марганцю в їжі тварин відображається на їх рості та життєвому тонусі. Миші, котрих годували лише молоком, що містить дуже мало марганцю, втрачали здатність до розмноження. Коли ж до їхньої їжі почали додавати хлористий марганець, ця здатність відновилася. Марганець впливає і на процеси кровотворення. Крім того, він прискорює утворення антитіл, які нейтралізують шкідливу дію чужорідних білків. Марганець потрібний ссавцям і птахам для розвитку кісток, репродуктивних процесів. Нестача цього мікроелемента зумовлює послаблення росту, порушує координацію рухів, а також розроджуваність.

Добова потреба людини в цьому мікроелементі становить 5-7 мг. Із усієї кількості елемента, що поступає всередину, всмоктується лише приблизно 3 %. Він необхідний для функціонування ферментів, що беруть участь у формуванні кісткової і сполучної тканини, регуляції глікогенезу. Марганець активно впливає на біосинтез холестерину, метаболізм інсуліну тощо. У більшості випадків елемент не є структурним компонентом ферментів, але впливає на їх каталітичну активність. Особливе значення він має у підтримці функцій статевих залоз, опорно- рухового апарату, нервової та імунної систем. Цей мікроелемент необхідний для профілактики розвитку цукрового діабету, патології щитоподібної залози, недостатності коронарних артерій серця.

Основні шляхи потрапляння марганцю в організм - респіраторний і через шлунково-кишковий тракт. Ступінь абсорбції марганцю, що потрапив інгаляційним шляхом, невідомий, а в кишково-шлунковому тракті всмоктується не більше 5 %. Основні джерела марганцю для нашого

організму: чорний чай, соя, пшениця, горіхи, петрушка, шипшина, червона смородина, банани. Марганець швидко обновлюється в організмі, період його напіввиведення – 22,5 доби.

В атмосферному повітрі вміст мікроелемента незначний: у сільських районах – 0,01-0,03 мкг/м³, у великих містах без металургійного виробництва - 0,03-0,07 мкг/м³. Викиди марганцю у повітряний басейн коливаються в межах 1-2 тис. т/рік. Аналіз його вмісту в атмосфері більше 100 міст в середньому виявив 0,06-0,09 мкг/м³, проте у Франкфурті-на-Майні та у Мюнхені він сягав 0,16 мкг/м³, у містах Бельгії – 0,46, у Данії - 0,80 мкг/м³. У районах, забруднених викидами від заводів марганцевих сплавів, встановлений зв'язок між забрудненням атмосферного повітря марганцем і підвищеною частотою респіраторних захворювань, у т.ч. пневмонією.

Викиди марганцю у довкілля здійснюють в основному промислові підприємства з видобутку і переробки марганцевих руд, виплавки чавуну, сталі, сплавів, при електрозварюванні і різці металів. Особливо великі концентрації сполук марганцю є в робочій зоні зварників, які можуть їх вдихати. Надлишок марганцю в організмі можливий лише в людей, які працюють у шахтах або очищають марганцеву руду, а також в електрозварників. Професійні отруєння марганцю спричиняє хронічна дія його оксидів, сплавів, зварювальних аерозолів. Хронічні професійні інтоксикації марганцю отримали назву “марганотоксикоз”. Основними клінічними проявами цієї інтоксикації є порушення діяльності центральної нервової системи, а тривала дія марганцю спричинює пошкодження нервів із симптомами, що нагадують паркінсонізм. З алергічною дією марганцю пов'язаний розвиток професійної бронхіальної астми,

алергозів верхніх дихальних шляхів, екземи і дерматитів. Тривала дія марганцю, що міститься в аерозолях може розвинутихронічну легенеvu патологію - манганоконіоз.

Одним із методів оцінки впливу марганцю на здоров'я населення, є визначення його концентрації у сечі та волоссі. У сечі людей, які професійно не контактують із марганцем, його вміст коливається в межах 6- 8 мкг/л. Дані про канцерогенність цього елемента відсутні. Навпаки, деякі вчені вважають, що марганець володіє антиканцерогенною дією.

Прісна вода, залежно від місцевості, може містити від 0,001 до декількох десятків мг марганцю в 1 л. Надходження марганцю з питною водою може значно варіювати, але зазвичай воно істотно нижче, ніж із їжею. Традиційно воно менше 0,1 мг/добу, але може бути і на порядок вищим. Присутність марганцю в системах питного водопостачання небажана з низки причин, не пов'язаних зі здоров'ям. За концентрації 0,15 мг/л він додає небажаний присмак напоям, зафарбовує арматуру і випрану білизну. ГДК марганцю у водопровідній воді має бути не більше 0,1 мг/л.

Стронцій. За рівнем фізичної поширеності в земній корі стронцій займає 23-є місце - його частка за масою становить 0,014 %. Ступінь токсичності стронцію залежить не тільки його вмісту ґрунті й воді, але й співвідношенням кальцію і стронцію. Відношення Ca/Sr в породах земної кори становить 90/1, в ґрунтах - 40-50/1, у різних ріках України від 384/1 до 61/1. Несприятливо низьке співвідношення виявлене в річкових водах сульфатного типу.

Стронцій є подібним за хімічними властивостями до кальцію, тому міститься в мікроорганізмах, рослинах і тваринах. Він найбільше відкладається у кістковій тканині, у м'яких тканинах затримується менше 1 %. З великою

інтенсивністю накопичується цей елемент в організмі дітей до 4-річного віку, коли триває активне формування кісткової тканини. Шляхи потрапляння стронцію в організм людини різні. Це - питна вода, їжа (помідори, буряк, зелені овочі, ячмінь, жито, пшениця), легеневе дихання й ін.

Вміст стронцію в річковій воді зазвичай не перевищує 0,2 мг/л, у південних районах України його буває до декількох міліграмів. Концентрація стронцію у підземних водах зазвичай знаходиться у межах 0,005-0,1 мг/л, в сильно мінералізованих водах може досягати декількох десятків міліграмів. У більшості підземних вод України міститься від 0,006 до 0,07 мг/л стронцію, але у водах південно-західного схилу Українського кристалічного масиву вміст його сягає 1,5 мг/л, у водах Гірського Криму - 0,25-0,8 мг/л. ГДК стронцію в питній воді 7 мг/л.

Негативний вплив нерадіоактивного стронцію проявляється у край рідко і тільки за дії інших чинників (дефіцит кальцію і вітаміну Д, неповноцінне харчування, порушення співвідношення мікроелементів - таких як барій, молібден, селен та ін.). За такого збігу порушень він може зумовити у дітей "стронцієвий рахіт", ураження і деформацію суглобів, затримку росту.

Проте, радіоактивний стронцій - ^{90}Sr практично завжди негативно впливає на організм людини. Відкладаючись у кістковій тканині, він зумовлює інкорпороване опромінення кісткового мозку. Це збільшує ризик захворювання раком кісткового мозку, а за надходження великої кількості ^{90}Sr може виникнути променева хвороба. Ізотоп стронцію ^{90}Sr період напіврозпаду 28,9 років. Повний розпад цього радіонукліда настає лише через декілька сотень років. Забруднення територій України радіоактивним стронцієм від вибуху на

ЧАЕС 1986 року і потрапляння його в ґрунти з повітря значно погіршило умови вирощування сільськогосподарської продукції.

Хлор. Хлор становить 0,025 % від загальної кількості атомів земної кори. Найбільші запаси хлору містяться у солях океанічної води - 19 г/л. Людський організм містить 0,25% іонів хлору за масою.

Хлор належить до найважливіших біогенних елементів і входить до складу усіх живих організмів. У тварин і людини іони хлору беруть участь у підтриманні осмотичної рівноваги клітин. У шлунку іони хлору створюють сприятливе середовище для дії протеолітичних ферментів шлункового соку. Хлор накопичується у вісцелярній тканині, шкірі і скелетних м'язах. Всмоктується хлор, в основному, в товстому кишківнику. У клітинах акумулюється 10-15 % усього хлору, з цієї кількості від 1/3 до 1/2 - в еритроцитах. Близько 85 % хлору знаходяться в міжклітинному просторі. Хлор виводиться із людського організму в основному із сечею (90-95 %), калом (4-8 %) і через шкіру (до 2 %).

Чистий молекулярний хлор (Cl_2) - токсичний задушливий газ жовто-зеленого кольору з різким запахом, важчий за повітря у 2,5 рази. Газоподібний хлор був однією з перших хімічних отруйних речовин, використаних у військових бойових діях у першу світову війну. Газ конденсується в рідину за температури -34°C , затвердіння настає за $-101,3^\circ\text{C}$. Хлор розчиняється у воді й деяких органічних розчинниках, його добре адсорбує активоване вугілля.

Хлор має широке застосування через інтенсивну окислювальну дію (відбілювач, дезінсекційний і дезінфікуючий засіб). Транспортують хлор у рідкому стані. Нещасні випадки найчастіше пов'язані з розгерметизацією резервуарів або газопроводів. Подразнювальна дія на

дихальні шляхи можлива за концентрації в повітрі приблизно 0,006 мг/л (тобто вдвічі вище, ніж поріг сприйняття запаху хлору).

Хлор може вільно виділятися при реакції отримання хлорного вапна. За потрапляння у повітря утворює з парами води туман із молекул соляної кислоти і хлору. Газоподібний хлор взаємодіє з киснем і це за нагрівання та впливу світла може супроводжуватися вибухом, виникненням пожежі, яка призводить до утворення фосгену. Цей газ дуже отруйний, задушливий. Смертельна концентрація 0,01-0,03 мг/л упродовж 15-ти хв.

До організму хлор може потрапити через органи дихання і слизові оболонки. Газ володіє вираженою подразнювальною і припікаючою дією на шкіру й очі, а також резорбтивною дією. У розвитку інтоксикації (особливо в початковій стадії) велику роль відіграють рефлекторні впливи внаслідок подразнення інтерорецепторів слизових оболонок дихальних шляхів. Уражаюча токсодоза 0,6 мг×хв./л, смертельна токсодоза 6,0 мг×хв./л.

Подразнювальна дія хлору виявляється за концентрації 0,01 г/м, а вдихання хлору у високих концентраціях упродовж 10-15 хв. може призвести до розвитку хімічного опіку легень. Вдихання парів у концентрації 0,1 г/м³ небезпечно для життя. При вдиханні хлору в дуже високих концентраціях причиною смерті, упродовж декількох хвилин можуть стати шоківий стан, який спричинений хімічним опіком, ураження дихального та судинно-рухового центрів або рефлекторна зупинка дихання та спазм голосової щілини.

Менше вивченими, але також надзвичайно небезпечними є речовини зі слабкою припікаючою дією. Це - хлорид фосфору, хлорид сірки, метилізоціанат. Вдихання парів хлориду фосфору упродовж декількох

хвилин у концентрації 0,08-0,15 г/м³ призводить до гострого отруєння. При дії отрут у невеликих концентраціях симптоми інтоксикації розвиваються після прихованого періоду, тривалість якого залежить від багатьох факторів і може становити від 1 до 24, а інколи до 48 годин. За легких отруєнь можливий розвиток токсичних бронхітів, при отруєнні середнього ступеня - токсичних пневмоній і при тяжких отруєннях - токсичного набряку легень. Крім того, у клінічній картині інтоксикації виникають неврологічні порушення у вигляді постійно токсикаційного астенічного синдрому з вегетосудинною дистонією, ознаками менінгізму, міастенічним синдромом.

При роботі з хлором слід користуватися захисним спецодягом, протигазом, рукавичками. ГДК хлору в атмосферному повітрі наступні: середньодобова - 0,03 мг/м³, максимальні разова - 0,1 мг/м³. ГДК у робочих приміщеннях промислового підприємства - 1 мг/м³.

7.5. Токсичні сполуки сірки й азоту

Сполуки сірки. З-поміж простих мінеральних екотоксикантів сполуки сірки привертають найбільшу увагу, як найпоширеніші у довкіллі техногенні полютанти, що чинять різнобічний вплив на біогеохімічні процеси в наземних і водних екосистемах планети.

Сірка (Сульфур) є шістнадцятим за поширеністю елементом у земній корі. Трапляється у вільному (самородному) стані та у вигляді різних сполук. Сірка, як життєво важливий елемент, входить до складу амінокислот цистеїну та метіоніну, вітамінів біотину й тіаміну, ферментів. У тілі людини міститься приблизно 2 г сірки на 1 кг маси.

Найважливіші природні сполуки сірки: FeS₂ – залізний колчедан (пірит), ZnS - цинкова обманка (сфалерит), PbS - свинцевий блиск (галеніт), HgS - кіновар.

Сірка присутня у нафті, кам'яному й бурому вугіллі, природних газах і сланцях. Сірка - шостий елемент за вмістом у природних водах, присутня в основному у вигляді сульфат-іона і зумовлює жорсткість прісної води. Найбільшу небезпеку становлять сполуки сірки, які потрапляють в атмосферу від спалювання вугілля, нафти і природного газу, а також при виплавці кольорових металів і виробництві сірчаної кислоти. Антропогенні викиди сірки в двічі перевищують її природне вивільнення.

Сірку та її сполуки застосовують для виготовлення сірників і пороху, для виробництва сірчаної (H_2SO_4) і сірчистої (H_2SO_3) кислот, металів, барвників, для вулканізації каучуку, для дезінфекції і знищення комах, для боротьби з грибковими захворюваннями фруктових дерев і плодів.

Токсична дія пилу самородної сірки дуже слабка, гострі отруєння виключені. Проте, можливий негативний вплив сірки за постійного потрапляння в організм великої її кількості. У робітників, які працюють на сірчаних рудниках, окрім суб'єктивних розладів (скарги на головний біль, підвищену втому тощо), спостерігали подразнення верхніх дихальних шляхів, гастрит, шкірні захворювання, зниження кров'яного тиску. Були випадки змін у кістках черепі, запальні захворювання кісток верхньої щелепи і основи черепа. В особливо вразливих людей порошокоподібна сірка спричиняє екзему.

Якщо самородна сірка не володіє виразними токсичними властивостями, багато її сполук дуже отруйні.

Сірководень (H_2S) викидають у повітря окремо або разом з іншими сірковмісними сполуками підприємства, що виготовляють штучне волокно, цукор, а також нафтопереробні й коксохімічні заводи. Особливостями цих забруднювачів є різкий, неприємний, подразливий запах і дуже сильна токсичність. Вони в 100 разів токсичніші від

сірчаного газу. В атмосфері сірководень повільно окислюється до сірчаного ангідриду. У природі сірководень утворюється від діяльності вулканів і сульфатредукційних бактерій. Їхню дію можна спостерігати у місцях, де є нестача кисню. Це - донні відклади річок, боліт, озер і морів, у портах і районах стоку забруднених вод із суходолу, в каналізаційних мережах міст. Сульфатредукційні бактерії відщеплюють кисень від молекул сульфатної кислоти та її сполук, що містяться у стоках і застійних водах, і виділяють сірководень. Якщо ця сполука утворює чорні сульфідні речовини, то вони не шкідливі. Проте, вільний сірководень дуже небезпечний. Він має різкий запах тухлих яєць і густину $1,19 \text{ г/дм}^3$, добре розчиняється у воді. Цей газ легко поглинається слизовими оболонками очей, носа, дихальних шляхів. У значних кількостях він дуже подразнює ці органи, роз'їдає їх, призводить до запалення трахеї, бронхів, легень і навіть до смерті. Внаслідок тривалої дії незначних концентрацій сірководню виникають подразнення шкіри, висипка, фурункули. Одне-два вдихання газу великих концентрацій зумовлює параліч органів дихання й смерть. Також ця сполука спричинює розвиток атеросклерозу.

Сірковуглець (CS_2) - безбарвна рідина з неприємним запахом. Погано розчиняється у воді. Випари сірковуглецю легкозаймисті, а в суміші з повітрям - вибухають. Вдихання пари сірковуглецю діє на людину наркотично: з'являється головний біль, оніміння кінцівок, порушення дихання, а за високих концентрацій і тривалого впливу настає глибокий наркоз, зникають усі рефлекси, смерть. Великі кількості сірковуглецю витрачають на боротьбу із шкідниками с.-г. культур, але більше його використовують на виготовлення віскози. Сірковуглець одержують пропусканням пари сірки крізь шар розжареного вугілля. За тривалого зберігання сірковуглець жовтіє і набуває

неприємного запаху.

Сірководень і сірковуглець належать до II класу небезпечності.

Чиста сірка завдяки простим хімічним реакціям перетворюється у два оксиди: (IV) SO_2 і (VI) (SO_3).

Діоксид сірки (IV) SO_2 - це безбарвний важкий газ (у 2,2 рази важчий від повітря), з різким запахом, що спричинює кашель, не горить і дуже легко розчиняється у воді. Найважливіша галузь його застосування - виробництво сірчистої кислоти H_2SO_3 . Діоксид сірки токсичний. Невелика концентрація його у повітрі зумовлює подразнення слизових оболонок дихальних органів і очей. Діоксид сірки - один із найпоширеніших техногенних забруднювачів, який отрує доквілля. Потрапляючи у повітря ця сполука зумовлює випадання "кислотних дощів", шкідливих для нормального перебігу життєвих процесів як у природних, так і штучних (аграрних) екосистемах. Природним джерелом SO_2 може бути окиснення сірководню атмосферним киснем та озоном. ГДК максимальної разової дії - $0,5 \text{ мг/м}^3$.

Триоксид сірки (VI) SO_3 - безбарвна рідина, яка за температури нижчої від 17°C кристалізується, перетворюючись на довгі шовковисті кристали. Зберігають його у запаяних скляних посудинах. Це - дуже летка речовина, сильний окисник, на повітрі димить. Триоксид сірки токсичний, уражує слизові оболонки й головним чином верхні дихальні шляхи, спричинює тяжкі опіки шкіри, енергійно руйнує органічні сполуки. Бурхливо взаємодіє з водою з виділенням великої кількості тепла, утворюючи сульфатну кислоту, для чого його і використовують у виробництві. У лабораторній практиці його використовують як водовбирний засіб.

Сірковмісні забруднювачі, які щорічно десятками мільйонів тонн викидають в атмосферу великі промислові

підприємства в усьому світі, вітри переносять на величезні відстані. Безпосередньо навколо джерел забруднення виявлені виразні токсикози у зелених насаджень. Вони проявляються у вигляді некротичних крапок, або суцільного пошкодження листкових пластинок дерев, особливо голок хвойних порід. Хвойні ліси і хвойні породи (сосна, ялина) є найменше стійкими до інтоксикації сірковмісними поллютантами.

Сполуки азоту. Азот (Нітроген) – N_2 інертний газ без кольору, смаку і запаху, що в атмосфері за масою становить 75,6 %, за об'ємом – 78 %. Вміст азоту в земній корі за різними оцінками – $0,7^{-1,5} \times 10^{15}$ т, в гумусі ґрунтів - приблизно 6×10^{10} т. Сполуки азоту є невід'ємними компонентами живих органічних молекул. У складі білків азоту є 16-18 % за масою. Сполуки азоту становлять основу нуклеопротейдів, хлорофілу, гемоглобіну тощо. Вони необхідні для існування усіх живих організмів біосфери.

Кругообіг азоту є необхідною умовою життя на Землі. Щорічно біота планети засвоює приблизно 1 млрд. т азоту. Із цієї кількості лише 20 % його надходить із атмосфери завдяки абіотичній активації та головно біотичній фіксації. Абіотичне надходження: атмосферна іонізація, розряди, вулканічні викиди тощо, разом надають біосфері лише двадцятку частину тієї кількості, яку фіксують її живі компоненти. Білкові сполуки мертвих тканин та організмів на останній стадії біотичної деструкції піддаються мікробному дезамінуванню, тобто вивільненню аміаку, котрий є ресурсом мінерального живлення азотом у відновленій формі солей амонію або окисленій формі нітратів і нітритів. Загальний обсяг надходження активного азоту в біосферу природно збалансовувався адекватною кількістю його виведення з неї головно завдяки денітрифікації та геологічним

відкладам у літосферу. Проте, теперішнє зовнішнє втручання у природний кругообіг азоту, зумовлене додатковим привнесенням в екосистеми активних його сполук, має як корисні, так і шкідливі й не передбачувані наслідки.

Щорічно в сільському господарстві Світу використовують 300 млн. т добрив (головно азотних). Окрім того в атмосферу від промисловості й транспорту потрапляє 65 млн. т-рік 1 азотовмісних полютантів. Лише автомобілі у великих містах можуть викидати від 20 (Великобританія) до 70 % (Україна) оксидів азоту від загального обсягу техногенних емісій. Розрахунок показує, що обсяг глобальної річної емісії сполук азоту досяг 30 % від кількості його додаткового природного надходження в біосферу.

Незважаючи на те, що газоподібний азот доволі інертний за нормальних умов, при підвищеному тиску (наприклад при плаванні з аквалангами глибоко під водою) він спричинює наркоз, сп'яніння або задуху (за дефіциту кисню). За швидкого зниження тиску (підняття із глибини на поверхню моря) азот у крові зумовлює кесонну хворобу.

Велика кількість сполук азоту дуже активні і нерідко токсичні. Усі оксиди азоту фізіологічно активні, і належать до третього класу небезпеки. Оксид діазоту N_2O має наркозний ефект і його використовують у хірургічній практиці. Оксид азоту NO - сильна отрута, що чинить вплив на ЦНС, а також зумовлює ураження крові за рахунок зв'язування гемоглобіну. Відносно сильну токсичність (за концентрації вище 0,05 мг/л) має диоксид азоту NO_2 . Він подразнює дихальні шляхи й гальмує аеробне окислення в легеневій тканині, що призводить до розвитку токсичного набряку легенів.

Нітрати є *солями азотної* (HNO_3), нітрити - *азотистої кислоти* (HNO_2). Нітрити легко окислюються у

нітрати. Концентрація перших у середовищі переважно дуже низька (у воді, наприклад, 1-10 мг/дм³), водночас концентрація нітратів вагомо більша (50-100 мг/дм³). Із нітратів найвідоміші нітрати амонію, натрію, калію, кальцію, які переважно називають селітрами. Усі селітри широко і давно застосовують в якості мінеральних добрив.

Нітрати і нітрити застосовують у харчовій і скляній промисловості, для отримання ракетного палива, піротехнічних і вибухових речовин, використовують у гумовому і текстильному виробництвах, гальванотехніці і медицині. Нітрати і нітрити відомі як консерванти для продуктів харчування. Значна частина (біля 40 %) нітритів поступає в організм із м'ясними і рибними продуктами, нітрати ж людина отримує, головним чином, з овочами.

Найбільшою здатністю до акумуляції нітратів володіють представники гарбузових (дині, огірки, гарбузи, кавуни), капустяних, амарантових. Існує значна різниця щодо схильності накопичувати нітрати між сортами однієї і тієї ж культури. Продукти тваринного походження містять відносно менші концентрації нітратів і нітритів. У зв'язку із різним вмістом цих агентів в харчових продуктах, у різних країнах широко варіюють і норми їх добового споживання.

Токсичний вплив нітратів і нітритів зупиняє ріст мікроорганізмів і спричинює харчові отруєння. За нормального перебігу процесів нітрати й нітрити абсорбуються в кишково-шлунковому тракті. При цьому нітрати швидко виділяються з організму. Натомість, нітрити реагуючи з гемоглобіном крові перетворюють його у метгемоглобін, який на відміну від гемоглобіну не здатний служити носієм кисню. Ця властивість нітритів визначає багато інших фізіологічних ефектів. Нітрати менше токсичні, порівняно з нітритами, і вони не окислюють гемоглобін і не призводять до

метгемоглобінемії. В організмі нітрати можуть утворюватися із амонію. За участі бактерій нітрати перетворюються в нітрити.

Токсичний вплив нітратів і нітритів доволі повно вивчений на різних видах тварин, у т.ч. на гідробіонтах, і на людині. Смертельна доза нітратів для людей становить 8 -15 г, нітритів істотно нижче - 0,18 г для дітей і літніх людей, і 2,5 г - для дорослих.

Нітрит водню (NH_3) - аміак, важлива та невід'ємна ланка в кругообігу азоту в біосфері, продукт діяльності мікроорганізмів-азотфіксаторів, які зв'язують атмосферний азот. Аміак - безбарвний газ із різким запахом (у побути відомий за запахом нашатирного спирту), майже удвічі легший від повітря, надзвичайно добре розчинний у воді, дуже токсичний.

Аміак є поширеним продуктом хімічної промисловості. Його світове щорічне виробництва становить приблизно 150 млн. т. За потрапляння в довкілля аміак є небезпечним забруднювачем атмосфери і води, агресивним токсикантом щодо зелених насаджень і тварин. Здебільшого аміак використовують для виробництва азотних добрив (нітрат і сульфат амонію, сечовина), вибухових речовин і полімерів, азотної кислоти, соди й інших продуктів хімічної промисловості. Рідкий аміак використовують як розчинник. У холодильній техніці використовують аміак як холодильний агент. У медицині 10 % розчин аміаку (нашатирний спирт), застосовують для виведення із непритомного стану (для збудження дихання), для стимуляції блювоти, а також зовнішньо (невралгії, міозити, укуси комах тощо).

Аміак також є кінцевим продуктом азотистого обміну в організмі людини і тварин. Він утворюється в наслідок катаболізму білків, амінокислот та інших азотистих сполук. Надлишок його в організмі має

токсичний ефект, тому в печінці він перетворюється в сечовину й виводиться нирками. При інгаляційному потраплянні в організм цей газ спричинює токсичний набряк легенів і важке ураження нервової системи. Аміак володіє як резорбтивною, так і місцевою дією. Пари аміаку сильно подразнюють слизові оболонки очей і органів дихання, а також шкірні покриви, спричинюють сильну сльозотечу, біль в очах, хімічний опік рогівки, втрату зору, напади кашлю, почервоніння і свербіж шкіри. За потрапляння на шкіру зрідженого аміаку і його розчинів виникає печіння, хімічний опік із пухирями, виразками.

ГДК аміаку в повітрі робочої зони виробничого приміщення становить 20 мг/м^3 , в атмосферному повітрі населених пунктів середньодобова $0,04 \text{ мг/м}^3$, максимальна разова $0,2 \text{ мг/м}^3$.

Особливо небезпечні нітрозаміни, які є дуже токсичними азотними сполуками. За потрапляння в організм вони вражають в печінку, спричинюють крововиливи, конвульсії, можуть спричинити коматозний стан. Велика частина нітрозамінів має сильну канцерогенну дію навіть при одноразовій дії, проявляють мутагенні властивості. Проте, N-нітрузо-N-метилсечовина має протипухлинну активність.

Нітрозосполуки широко застосовують у промисловості в якості компонента ракетного палива, антиоксидантів. Вони є проміжними продуктами синтезу барвників, лікарських препаратів тощо. Нітрозосполуки входять також до складу протикорозійних препаратів, їх застосовують як пестициди і протипухлинні агенти.

Винятково важливою особливістю нітрозамінів (НДЕА і НДМА) є можливість їх утворення із хімічних попередників в об'єктах довкілля, у продуктах харчування і навіть в організмі. Нітрозаміни також знайдені в тютюновому димі і деяких алкогольних напоях.

Наприклад, із 56-ти зразків японського пива у 24-х знайдено НДМА в концентраціях від 1 до 4,2 мкг/кг, а в СІНА у всіх досліджених 18 сортах – від 0,4 до 7,0 мкг/кг.

Встановлено, що в шлунковому соку тварин і людини з нітратів і вторинних амінів або амідів можуть утворюватися М-нітросполуки. Максимальний рівень синтезу НДМА спостерігали за рН 3,4 і температури 37°C.

Токсичність нітрозамінів для людини була встановлена 1937 року. Ці агенти володіють широким спектром біологічних ефектів, проте головною і, очевидно, найнебезпечнішою їх властивістю є здатність спричинювати пухлини. Історія відкриття канцерогенності нітросполук почалася, коли на норкових фермах Норвегії та Англії сталося масове вимирання тварин. Причиною було додавання до корму оселедцевої муки, при готуванні якої утворюються нітрозаміни, ідентифіковані пізніше фізико-хімічними методами.

Встановлено, що із 332-х різних нітросполук, вивчених до кінця минулого десятиріччя, 290 (87 %) виявилися здатними спричинювати пухлини в експерименті на тваринах. У всіх 40 видів тварин, на яких досліджували канцерогенну дію нітрозамінів виникали злякисні новоутворення. Для прояву токсичних, мутагенних і пухлиноподібних властивостей, нітросполуки потребують їх активації в організмі. Така активація відбувається за допомогою мікосомних ферментів у печінці та в інших органах, де згодом виникають пухлини. Метаболіти нітрозамінів перетворюються у надзвичайно реактивні електрофільні сполуки, які реагують з клітинними макромолекулами (перш за все із ДНК), що призводить до утворення пухлин.

Нітросполуки виявляють також трансплацентарну дію і за потрапляння в організм вагітних самиць спричинюють токсичний ефект на ембріони, що

призводить до розвитку вироджень і/або пухлин у потомства. Встановлено що ембріон найчутливіший до летальної дії нітрозосполук у перші дні вагітності, до канцерогенного впливу - на стадії гістогенезу, і до тератогенного - на стадії органогенезу. З екстраполяцією цих спостережень на людину дослідники зробили висновки, що найбільший ризик ембріотоксичної дії припадає на перший і третій-шостий тижні вагітності, тератогенної - на другий-вось- мий, а канцерогенної - на період пізніше шести тижнів вагітності. Дія N-нітрозосполук є канцерогенно небезпечною не тільки для потомства першого покоління, але й наступних.

Нітрозосполуки володіють різноманітними мутагенними ефектами. Вони здатні спричинювати у різних біологічних об'єктів генні мутації та хромосомні зміни.

7.6. Стійкі органічні забруднювачі

Переважає більшість синтетичних сполук - органічні речовини, тобто такі, що містять вуглець - елемент, який лежить в основі живої речовини. Масове виробництво синтетичних органічних сполук розпочали в 30-х роках ХХ ст. і відтоді його обсяг зростає. Сумарне світове виробництво 150 тис. т у 1935 р. до 1995 р. становило вже 150 млн. т. Деякі із використовуваних синтетичних органічних речовин не мають прямого відчутного впливу на довкілля, зокрема ті, які використовують у фармакології, косметичці, харчових продуктах. Але різноманітні фарби, дезінфікуючі засоби, домішки до пластмас, металоорганічні сполуки й пестициди потрапляють у навколишнє середовище у великих кількостях і створюють загрози для біоти і людини. Особливо небезпечні ті, що є біодоступними та мають тривалий період жигтя у довкіллі.

Речовини, відомі як стійкі органічні забруднювачі

(СОЗ), є переважно найбільше токсичними й небезпечними хімічними сполуками. Вони належать до різних класів хімічних сполук, але їх об'єднують чотири загальні властивості:

- надзвичайна або сильна токсичність (I-II клас);
- стійкість до розкладання та збереження у довкіллі упродовж багатьох років і десятиліть із наступним розпадом до менш небезпечних форм;
- легкість випаровування та швидка міграція на великі відстані у повітрі й воді;
- акумулятивність у жирових тканинах.

За своїми особливостями дванадцять стійких органічних забруднювачів, які включені до Стокгольмської конвенції про СОЗ розподілені на 3 групи.

Перша група СОЗ - сильнотоксичні пестициди (ДДТ, діелдрин, алдрин, гептахлор, мірекс, токсафен, ендрин, хлордан, гексахлорбензол).

Друга група СОЗ - промислові продукти (поліхлоровані біфеніли - ПХБ).

Третя група СОЗ є особливою групою. Вона представлена так званими діоксинами - групою сполук, що утворюються як побічні продукти деяких виробництв. Вони постійно присутні в незначній кількості у будь-яких виробничих процесах, які включають хлор, і особливо при високотемпературних процесах.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Екотоксиканти та забруднення ними довкілля.
2. Групи екотоксикантів.
3. Групи токсичності екотоксикантів.
4. Реакція організмів на вплив екотоксикантів.
5. Кругообіг екотоксикантів у агроєкосистемах.
6. Способи зниження шкоди екотоксикантів у агроєкосистемах.
7. Токсичність сполук сірки й азоту у агроєкосистемах.
8. Органічні токсиканти у агроєкосистемах.

8. ПЕСТИЦИДИ-ЕКОТОКСИКАНТИ

8.1. Небезпека пестицидів

За підрахунками аналітиків щорічно від третини до половини світових запасів продуктів поїдають або пошкоджують комахи, плісняві грибки, гризуни, птахи й інші шкідники. Вони знищують урожай і в полі, і при його зборі, навантаженні, транспортуванні та зберіганні. У випадку успішної боротьби з комахами і хворобами, які знищують зернові культури, щорічний приріст урожаю становив би приблизно 200 млн. т зерна, чого вистачило би для харчування 1 млрд. осіб.

За створення першого ефективного пестициду для захисту с.-г. культур від комах 1938 року швейцарський хімік П. Мюллер був удостоєний Нобелівської премії 1948 року. Цей інсектицид має назву дихлордифенілтрихлоретан і в екотоксикології нині добре відомий як ДДТ.

Проявляючи надзвичайні інсектицидні властивості ДДТ дійсно істотно підвищує врожайність, дає вагомі економічні результати в сільському господарстві та боротьбі з комахами, які переносять важкі інфекції. Під час другої світової війни ДДТ застосовували проти вошей, які поширювали висипний тиф, і це зберегло життя мільйонам людей. Використання ДДТ для знищення комарів-переносників малярії стрімко знизили смертність від цього захворювання. Якщо ще 1948 року лише в Індії загинуло від малярії більше 3 млрд. осіб, то 1965 року у цій країні не було зареєстровано жодного випадку смерті від цієї недуги. Завдяки ДДТ удалося взяти під контроль спалахи популяцій саранчі, чим додатково врятувати мільйони людей Азії та Африки від голоду.

Проте, через 2-3 десятиріччя були виявлені й негативні екологічні наслідки масового використання ДДТ

і багатьох інших пестицидів. Подальші дослідження показали, що ДДТ впливає практично на всі живі організми. Так, він накопичується в тканинах ссавців і є канцерогеном, мутагеном, ембріотоксином, нейротоксином, імунотоксином. Цей токсикант змінює гормональну систему, спричинює анемію, хвороби печінки. Дуже сильно ДДТ впливає на птахів, призводячи до утворення дуже тонкої шкаралупи яєць, чим перешкоджає нормальному розвитку пташенят. ДДТ також зменшує відтворення у риб і змій. Рух ДДТ харчовими ланцюгами призводить до багаторазового збільшення його концентрації в організмах птахів, риб і ссавців. Промисловість колишнього Радянського Союзу виробляла ДДТ від 1946-1947 рр. Упродовж 50-70-х років ХХ ст. використовували приблизно 20 тис. т ДДТ щороку. 1969-1970 років ДДТ виключили із офіційного списку рекомендованих пестицидів у СРСР. Проте і після цього виробництво й застосування його не припинили. Навіть 1986 року, через 16 років після офіційної заборони, щорічне виробництво ДДТ становило 10 тис. т. До кінця 80-х років ХХ ст. цей препарат використовували в Узбекистані й у багатьох областях Росії для контролю за спалахами популяцій саранчі.

У нашу добу ДДТ знаходять у жирових тканинах людини, у грудному молоці матерів-годувальниць. Він може потрапляти в систему кровообігу. Аналіз продуктів харчування показує збільшення в них вмісту ДДТ із роками. Так, 1975 року ДДТ знаходили у 8 % зразків м'яса, в 5-10 % зразків коренеплодів і картоплі. А вже 1988 року в 30 % зразків сухого молока для дитячого харчування кількість ДДТ у 5 разів перевищувало допустиму норму. Те ж можна сказати і про 52 % зразків дієтичної олії, аналізованої 1989 року.

ДДТ – це агент, використання якого призвело до

глобального забруднення довкілля. Встановлено, що вплив ДДТ на середовище географічно істотно ширший, ніж територія його безпосереднього застосування в результаті переходів з ґрунту у воду і повітря, з повітря у воду і т.д., переносу біотою, повітряними масами і океанічними течіями. Таким чином, сьогодні забруднення довкілля цим інсектицидом набуло повсюдного поширення. ДДТ виявлений навіть в Антарктиді.

У природному середовищі ДДТ поступово втрачає хлор і перетворюється на інші сполуки, що отримали назви ДДЕ та ДДД. Але й вони є теж не менше токсичним агентами довкілля, ніж ДДТ.

Діелдрин, як і ДДТ, є інсектицидом. Він ефективніший і стійкіший, ніж ДДТ. У тих випадках, коли у комах з'являлася стійкість до ДДТ, часто використовували діелдрин. Він також здатний до руху харчовими ланцюгами та накопичення в тканинах живих організмів.

1955 року ВООЗ рекомендувала розпилення діелдрину на Північному Борнео для боротьби з комарами - переносниками малярії. Це призвело до того, що хвороба була цілком ліквідована. Проте, від діелдрину загинули й інші комахи, включаючи мух і тарганів. Потім загинули маленькі ящірки, які жили в будинках. Вони отруїлися, з'ївши мертвих комах. Після цього почали гинути кішки, що з'їдали мертвих ящірок.

Це призвело до розмноження пацюків, які робили набіги на села. Над островом нависла загроза чуми, переносником якої були блохи, які паразитують на пацюках. Крім того, в остров'ян почали розвалюватися дахи будинків. Причиною цього було те, що діелдрин знищив ос та інших комах, що харчувалися гусеницями. Зроста кількість гусениць безперешкодно з'їдала листя, з якого були зроблені дахи.

Концентрування діелдрину по харчовому ланцюгу добре ілюструють дослідження біоти, проведені в Балтійському морі. Концентрація діелдрину в зоопланктоні становила 21 нг/кг жиру, тоді як у кінцевій ланці харчового ланцюга - в оселедця вона дорівнювала 121 нг/кг жиру.

Алдрин дуже близький за своєю дією до ДДТ і діелдрину. Він також має велику стійкість та кумулятивність. Алдрин знайдений у молоці, тканинах і крові людей. Він токсичний для ссавців, птахів, риб, ракоподібних, молюсків.

У Німеччині при дослідженні яєць птахів була встановлена присутність у них багатьох хлоровмісних органічних сполук. Так, у 100 % яєць була виявлена присутність гексахлорбензолу і я,я-ДДЕ (метаболіту ДДТ), у 56 % яєць знайдено гептахлор, у 47,2 % яєць - алдрин, у 43,5 % яєць - діелдрин.

Гептахлор - інсектицид, який використовували для боротьби з ґрунтовими комахами. Ним протравлювали насіння кукурудзи і цукрового буряка. Так само, як і інші хлоровмісні сполуки, він токсичний для ссавців та інших живих організмів. При застосуванні гептахлору було виявлено, що під впливом ультрафіолетових променів більше 90 % гептахлору після його розпилення перетворюється в гептахлор- епоксидектон - раніше невідому хімічну сполуку, яка у багато разів токсичніша, ніж первинний.

Мірекс є ефективним інсектицидом. Ця речовина свого часу виявилася єдиним надійним засобом у боротьбі з мурахою *Solenopsis invicta*. Оскільки інсектицид діє ще й на інших шкідливих комах, його певний період вносили літаками на південному сході США. Лише 1976 року, коли з'ясувалося, що він є канцерогеном і серцевим токсикантом, препарат заборонили у США. Проте, в інших країнах, наприклад, у Бразилії, його застосовували до 1990

року.

Токсафен як інсектицид використовували для боротьби зі шкідниками цукрового буряка, гороху, з колорадським жуком. Цей препарат - складна суміш кількох сотень сполук, які утворюються при хлоруванні камфену. Як і інші леткі пестициди, токсафен здатний поширюватися в повітрі, тому його знаходять у повітрі та ґрунтах регіонів, де його раніше не використовували.

Токсафен є одним із найпоширеніших хлоровмісних пестицидів для обробки фунтів. Так, у різних районах штату Алабама (США) вміст токсафену в ґрунтах коливається від 3 до 2832 нг/кг сухої маси ґрунту (у середньому 149 нг/кг). У водних організмах концентрації токсафену також дуже високі в усьому світі: у рибах, що живуть у затоці Св. Лаврентія (Канада), вміст токсафену становить 28 мг/кг жиру; у риб Балтики – 6 мг/кг; у форелі Великих Озер США – 25-30 (1982 р.) і 15 мг/кг жиру (1992р.).

Концентрація токсафену в оселедці Північного моря дорівнює 1-4 мкг/кг сирої ваги; у китів затоки Св. Лаврентія – 23 мг/кг; у дельфінів Північного моря - 19 мг/кг живої маси. У риб токсафен спричинює ушкодження хребта. Хребці стають дуже тендітними і при різкому русі легко ламаються, що приводить до паралічу задньої частини тіла і загибелі риб.

В організм людини токсафен потрапляє в основному з рибою. Люди, які харчуються нею, можуть одержувати за добу 2,8-5,6 нг токсафену на кг своєї маси. Останнім часом токсафен виявлений у грудному молоці жінок Швеції, Фінляндії, Нідерландів (0,05-0,07 мг/кг маси жиру). Дослідження токсафену показали, що він є канцерогеном, нейротоксином, уражає кров, печінку, нирки людини, є сильним токсикантом для інших ссавців, птахів, риб, молюсків. Тепер цей інсектицид заборонений

для застосування у всіх країнах.

Інсектицид *ендрин* офіційно заборонений для використання в США від 1979 року через його високу стійкість і токсичність для ссавців, птахів, риб, ракоподібних та ін. Він ушкоджує репродуктивну систему, біоакумулюється в рибах і молюсках. Є підозри, що ендрин нейротоксичний і є канцерогеном.

Хлордан як інсектицид використовували у сільському господарстві США від 1950 до 1980 року для знищення мурах і термітів. 1970 року його дозволили використовувати тільки для боротьби з термітами, а 1988 року була оголошена повна заборона на його застосування. Так само, як і інші хлоровмісні пестициди, хлордан токсичний для ссавців, птахів, риб та інших живих організмів. Він є канцерогеном, мутагеном; нейротоксичний, ушкоджує кров, печінку, сім'яники.

Гексахлорбензол (ГХБ) – інсектицид і фунгіцид. У США припинено його виробництво та використання. У Російській Федерації ГХБ використовували як протруйник насіння для боротьби із захворюваннями зернових культур у суміші з іншими препаратами. Токсикант здатний до руху харчовими ланцюгами та накопичення в його кінцевих ланках. Було встановлено, що в планктоні Гданської затоки вміст ГХБ становить 11 нг/кг жиру; у оселедців, що харчуються цим планктоном, - 41 нг/кг; у дельфінів - 200 нг/кг жиру.

При безпосередньому контакті ГХБ впливає на слизову оболонку і шкіру. Він акумулюється в організмі ссавців, виявляючи властивості канцерогена, тератогена, імунотоксина і спричинює інші небажані ефекти. Докладне вивчення токсичних властивостей ГХБ показало, що він як і ПХБ є діоксиноподібним токсикантом. Внесок ГХБ у токсичність грудного молока в Росії оцінено в 11-13 токсичних одиниць, а токсичність за рахунок суми

діоксинів і ПХБ - 18-20. Якщо врахувати, що більше половини цієї сумарної токсичності спричинена присутністю ПХБ, то внесок ГХБ у загальну токсичність молока є визначальним.

8.2. Екологічні аспекти використання пестицидів

Проблеми, пов'язані з використанням і шкідливою дією ДДТ й іншими синтетичними (зокрема, хлорованими) пестицидами, можна звести до наступних:

- розвиток резистентності шкідників до цих препаратів;
- стійкість пестицидів в середовищі і накопичення їх у зростаючих концентраціях в організмах;
- відродження шкідників і вторинні спалахи чисельності;
- ріст матеріальних затрат на застосування пестицидів;
- небажані впливи на довкілля і здоров'я людини.

У цих аспектах і доцільно розглянути негативні екологічні наслідки дії подібних сполук.

Популяції комах-шкідників традиційно вельми численні та представлені великою різноманітністю як індивідуально стійких, так і різновікових особин у різних стадіях розвитку. Це дозволяє витримувати пестицидний прес, оскільки навіть за ідеального застосування найтоксичнішого агента завжди залишиться певна кількість особин, лялечок, яєць, які не отримують летальної дози. Саме вони дають нову генерацію стійкіших комах. Усе це відбувається дуже швидко, адже здатність багатьох видів до надшвидкої репродукції у прийнятних умовах загальновідома. Комахи можуть давати численне потомство через короткі проміжки часу.

Таким чином, багаторазове застосування пестицидів призводить до спонтанної селекції та розмноження ліній із

великою популяційною стійкістю саме до тих препаратів, які створені для їх знищення. Відомі випадки, коли стійкість популяції комах до хімікатів зростала в десятки тисяч разів. Біля 25 головних видів комах-шкідників стали стійкими до усіх пестицидів. Водночас, набуваючи стійкості до одного агента, популяція стає резистентною і до інших. Кількість видів комах, стійких до пестицидів, зросла за перші 10 років інтенсивного використання пестицидів майже в 2 рази - від 224 до 428.

Другий аспект проблеми пов'язаний із поведінкою пестицидів у довкіллі. Хлорорганічні (як наприклад, ДДТ, ліндан, кепон, алдрін і багато інших) або Hg-, As-, Pb-умісні пестициди належать до доволі стабільних. Це означає, що вони дуже повільно руйнуються (або навіть зовсім не руйнуються) під дією середовища або мікробів.

Про стійкість пестицида у довкіллі судять за часом, упродовж якого він зберігається в ґрунті після обробки:

- швидко руйнується - менше 15 тижнів;
- помірно руйнується - 15–45 тижнів;
- повільно руйнується - 45–75 тижнів;
- стійкі- більше 75 тижнів.

Період напівруйнування ДДТ становить приблизно 20 років. Сполуки ртуті і миш'яку, повністю не розкладаються – вони циркулюють в екосистемах або залишаються похованими в мулі. Переважна більшість пестицидів мають тенденцію нагромаджуватися в живих організмах, причому не тільки в кількостях більших, ніж у довкіллі, але й у концентраціях, що зростають в міру просування харчовими ланцюгами. їм особливо притаманний ефект біологічного посилення – біомагніфікація.

Не дивлячись на те, що дані про вплив пестицидів на угруповання організмів і функціонування екосистем ще

не повні та не систематизовані, з'ясовано, що через високу здатність до біоаккумуляції і низький ступінь розкладу, вони можуть негативно впливати на організми всіх трофічних рівнів, особливо на первинних продуцентів, які володіють великою чутливістю.

Відомі численні приклади біоаккумуляції ДДТ. Наприклад водні рослини - водорості кладофора, за три дні засвоюють із води стільки ДДТ, що його концентрація у них збільшується у 3000 разів. Один кг жиру тюленів, які живуть біля британських берегів, містить 10-40 мг ДДТ. Нечутливі до дії ДДТ дощові черв'яки є своєрідними пастками цього ектоксиканта, активно поглинаючи його з ґрунту і нагромаджуючи в організмі. Вивчення накопичення ДДТ і його переходів у ланках трофічного ланцюга на прикладі екосистеми озера Мічіган показало, що донний мул містить 0,014 мг/кг, придонні їстівні ракоподібні – 0,41, різні види риб – 3-6, і жирова тканина чайок, які живляться цією рибою – більше 2400 мг/кг.

Наступний, дуже важливий аспект проблеми, полягає в тому, що часто після обробки пестицидами шкідники можуть з'являтися в набагато більших кількостях. Це явище називають відродженням. Шкідливі комахи можуть розмножуватися вибухоподібно, що називають вторинним спалахом чисельності. Наприклад, кліщі, шкідники бавовнику за своєї малочисельності не спричиняли катастрофічних утрат продукції, проте після запровадження пестицидів у галузі на плантаціях шкідливими стали вже не 6 а 16 видів. Вони почали інтенсивно розмножуватися завдяки усуненню менш витривалих їхніх ворогів і сьогодні втрати врожаю від шкодочинності кліщів величезні. В деяких районах США відмовилися від вирощування бавовни у зв'язку з тим, що затрати на боротьбу з шкідниками, перевищували вартість врожаю [18].

Приведені приклади дають відповідь на запитання, чому ж збільшується обсяг затрат на застосування пестицидів? Стійкість видів-шкідників, яка виникає після тривалих обробок пестицидами, відродження і вторинні спалахи їх чисельності, а також поява нових шкідників призводять до того, що виникає потреба у ще більшій кількості отрути. Виробництво вимагає синтезувати і використовувати нові препарати, токсичніші й дорожчі у виготовлені. Традиційні ж препарати потрібно застосовувати на тих самих полях у щораз більших обсягах і концентраціях.

Поширене таке переконання, що створення нестійких у довкіллі і, водночас, ефективніших (тобто токсичніших) пестицидів дозволить вирішити проблему шкідників. Очевидно, що і цей шлях тупиковий, а з екологічної позиції подібні надії не обґрунтовані. Нестійкі пестициди найчастіше більше токсичні, і вимагають частішого їх застосування. Крім того, подібні пестициди традиційно володіють невідомими й віддаленими небажаними ефектами, так що наївно вважати їх “екологічно безпечними”. Крім того, деякі корисні комахи, наприклад, бджоли, можуть виявитися чутливішими до нестійких пестицидів, ніж шкідливі комахи. Водночас, немає ніяких підстав надіятися на те, що в результаті впливу цих токсинів не буде виникати до них стійкість у шкідників, або не будуть виникати вторинні спалахи чисельності саме тих організмів, проти яких спрямована їх дія.

Найважливіший аспект проблеми поширення пестицидів – це небажані їх впливи на довкілля, екосистеми і здоров’я людини.

Пестициди – одна із причин вимирання диких видів. Будучи мутагенними чинниками вони володіють здатністю руйнувати генетичний апарат клітини і спричиняти

мутації. Навіть невеликі зміни в генетичній системі організму зумовлюють корекцію поведінки, яка може вплинути на життєвість особин і виживання популяцій.

Яскравим є приклад, наведений у книзі Р. Карсон «Безмовна весна», стосовно руху ДДТ у харчовому ланцюзі. Гриб *Seratoecystis* спричинює так звану «голландську хворобу» дерев, яка призводить до загибелі в'язів. Це захворювання передає комаха в'язовий заболонник *Scolytes multistriatus*, з яким боролися, обробляючи дерева ДДТ. Частина пестицида змивалася атмосферними опадами з в'язів і потрапляла в ґрунт. У ньому ДДТ поглинають дощові черв'яки, які поїдають залишки листків і він відкладається в їхньому організмі. Дощових черв'яків переважно поїдають перелітні дрозди *Turdus migratorius*, тому вони хронічно труїлися ДДТ. Частина птахів гинула, а в інших порушувалася здатність до розмноження - вони ставали стерильними або відкладали безплідні яйця. У кінцевому результаті боротьба з «голландською хворобою» дерев призвела до майже повного зникнення перелітних дроздів на значних територіях.

Повторне застосування ДДТ здатне спричинити стійкість у низки бактерій. ДДТ і його метаболіти сильно токсичні для риб: вони порушують процеси розвитку і поведінки, володіють мутагенним і канцерогенним ефектами. Личинки амфібій високочутливі до дії ДДТ і його похідних, що проявляється в етологічних і анатомічних аномаліях. Найдетальніше вивчали дію цього інсектицида на шкарлупу яєць у крячки, білоголового орлана, скопи, японської перепелиці й інших птахів. Каліфорнійські пелікани, в яйцях яких вміст ДДТ сягнув 71 мг/кг, вже від 1969 р. не можуть розмножуватися і вимирають. Значне скорочення популяцій хижих птахів має й інші наслідки - вторинний ефект росту чисельності

гризунів, які знищували, головним чином, ці види птахів.

ДДТ може спричиняти інверсію статі. В одній з колоній чайок в Каліфорнії після обробки гніздових ділянок ДДТ з'явилося у 4 рази більше жіночих статей, ніж чоловічих. При штучному введенні в яйця чайок ДДТ, половина чоловічих зародків перетворювалася в жіночі.

Особливо небезпечний, проте явно недостатньо вивчений вплив ДДТ на людей. Зазначено, що лише за одне десятиріччя, від 1970 до 1980 року, частота отруень пестицидами в світі збільшилася на 250 %. Токсична доза при потраплянні в людський організм 10-15 мг/кг, а для особливо чутливих індивідів навіть 6 мг/кг; смертельна доза – 70-85 мг/кг маси тіла. У людини, так як і в багатьох інших видів, ДДТ концентрується переважно в жировій тканині, але здатний виділятися з грудним молоком і навіть проходити через плацентарний бар'єр. Ще 15 років тому було відомо, що в 99 % американців у крові і жировій тканині міститься ДДТ в кількості 3,6 ppm, діелдрину 0,12 ppm. Згідно підрахунків, зроблених в Німеччині, кожна грудна дитина з молоком матері отримує в 2 рази більше ДДТ, ніж це допустимо. У грудному молоці американських матерів-годувальниць у 4 рази перевищений рівень ДДТ, ніж дозволено санітарними нормами для коров'ячого молока.

Від дії ДДТ у людей можна спостерігати гормональні зміни, пошкодження нирок, центральної і периферійної нервової системи, цироз печінки і хронічний гепатит. Не дивлячись на практичну відсутність генотоксичності ДДТ все ж зарахували до групи 2Б канцерогенного ризику. Таким чином, ДДТ потрібно розглядати як агент, що володіє великим рівнем небезпеки для довкілля і здоров'я людини.

Ці небезпеки від ДДТ, як і інших пестицидів, унаслідок, головним чином, їх тривалої персистенції у

довкіллі, зберігають свою актуальність і дотепер, не дивлячись на те, що вже від початку 1970 років було заборонено випуск і застосування деяких пестицидів. Першою країною, де був заборонений ДДТ, є Нова Зеландія. На території колишнього СРСР, де препарат був частково заборонений, його застосування дозволяли в Узбекистані для боротьби з малярійними комарами і в тайгових районах, де боролися з енцефалітними кліщами. Заборону на використання ДДТ у США прийняли лише тоді, коли концентрація отрути в молоці матерів-годувальниць у результаті її передачі через харчові ланцюги досягла рівня в 4 рази більшого від гранично допустимого. У США заборонено використання ще 10-ти пестицидів: алдрину, стробану, 2,4-Д, токсафену, гептахлору, ліндану, кепону, 2,4,5-Т й ендрину. Деякі з них продовжують випускати на експорт в країни, що розвиваються. Слід зазначити, що США експортують приблизно 30 % пестицидів, які використовують в усьому світі.

Слід пам'ятати, що у нашу добу заборона на використання ДДТ не повсюдна, тому потрібний суворий контроль за якістю імпортованої продукції. В Австралії та Китаї його застосовують і сьогодні для обприскування фруктових садів і плантацій, а Індія продовжує його виготовляти й експортувати.

8.3. Поліхлоровані біфеніли

Поліхлоровані біфеніли (ПХБ) у біологічному відношенні є одними із найнебезпечніших отрут серед хлорорганічних сполук і, що найголовніше, вони практично не руйнуються у природному довкіллі.

ПХБ є сумішшю сполук із різним вмістом хлору (від 40 до 60 %), які утворюються при хлоруванні біфенілу (дифенілу).

Усі хлорзаміщені похідні дифенілу відповідають

загальній формулі $C_{12}H_nCl_n$. У них 1–10 атомів Cl сполучені з будь-яким атомом C дифенілу. Можливе існування понад 200 індивідуальних сполук цього типу, проте у препаратах, які є в продажу, присутні не більше половини з них.

ПХБ почала широко використовувати в промислових цілях від 1929 року фірма «Монсанто» у США. З тої пори і до припинення їхнього промислового виготовлення від 1986 року у світі було вироблено приблизно 2 млн. т ПХБ. У колишньому СРСР ПХБ випускали від 1934 року у вигляді двох препаратів - соволу і трихлордифенілу. Виробництво трихлордифенілу припинили 1980 року, а виробництво соволу зменшили до 500 т щороку. Ці дві суміші відрізняються за складом: совол містить більше високохлорованих ПХБ (53 % пента-, 23 % тетра-, 22 % гексахлорбіфенілів), а трихлордифеніл складається на 49 % із три-, на 32 % із тетра-, на 14 % із ди- і 4 % пентахлорбіфенілів. Совол використовують головним чином як пластифікатор для лаків і фарб. Суміш 1,2,4-трихлорбензолу із соволом (совтол-10) виробляли для заливання у трансформатори. Трихлорбіфеніл використовували в конденсаторах.

ПХБ використовують як діелектричні рідини в трансформаторах і великих конденсаторах, як пластифікатори для пластмас, лаків і лакофарбових матеріалів, як матеріали-носії і розчинники для пестицидів. Крім того існує підозра, що ПХБ навмисно (але негласно) додають в інсектицидні препарати. ПХБ потрапляють у навколишнє середовище різними шляхами: по-перше, за рахунок сучасного промислового застосування ПХБ; по-друге, за рахунок його можливого утворення при розщепленні ДДТ під дією ультрафіолетових променів. Велика кількість ПХБ могла зберегтися з часів широкого використання карболеніуму – препарату для захисту дерев,

оскільки вони є побічними продуктами у синтезі карболеніуму та могли поширюватися разом із ним. ПХБ можуть також потрапляти в навколишнє середовище з лаків, фарб, хімікатів, будівельних матеріалів.

Поліхлорбіфеніли були виявлені в атмосфері у вигляді пари і домішок на півночі Канади та в Російській Арктиці. Їх середня річна концентрація в атмосфері 1993 року становила 17-34 пг/м³. Цікаво зазначити, що залежно від сезону, тобто від температури повітря, склад ПХБ в атмосфері змінюється. Велику частину року переважають трихлоровані складові, проте влітку, із травня до серпня, домінують, особливо в Росії, більше хлоровані компоненти. Середній світовий рівень вмісту ПХБ у фунті у 80-х роках ХХ ст. становив 2×10^{-7} мг/кг сухого фунту. Встановлено, що ПХБ присутні тільки в поверхневому шарі товщиною приблизно 10 см. Період напівзруйнування ПХБ у фунті становить 2,5-45 років.

Поліхлорбіфеніли мають здатність до біоаккумуляції і тому їх виявляють у тканинах різних живих істот. ПХБ є вкрай токсичними для людини речовинами, вони впливають практично на всі органи. Особливу небезпеку становить здатність ПХБ (як і діоксинів) до синергізму, тобто до посилення токсичних властивостей іншого токсиканта. Було доведено, що ПХБ синергетично впливає на токсичні властивості такої небезпечної отрути, як метилртуть. За добу людина споживає з їжею 0,5-5 мг ПХБ на кілограм своєї маси. У її жировій тканині знайдено від 1 до 700 мг/кг, у крові 5×10^{-9} г токсинів ПХБ на г маси тканини (0,3-200 мкг/100 мл). Було розраховано, що ПХБ, які потрапили в організмі людини, можуть бути виведені з нього лише через 7-8 років.

Особливо вразливо ПХБ діє на організм дітей. Це пов'язано з їх слабкорозвиненою, особливо відразу після народження, захисною системою, із сильнішою

адсорбцією забруднювачів через шкіру, язик, травний тракт. У деяких випадках за інших рівних умов діти одержують у 100 разів більше забруднювачів на кг ваги, ніж дорослі.

Спеціальні дослідження показали, що діти, які ще в утробі матері зазнавали впливу навіть малих концентрацій ПХБ, виростили з низьким рівнем інтелекту, погано розуміли прочитане, важко зосереджували увагу на грі й мали проблеми з пам'яттю. Такий стан здоров'я дітей зберігався упродовж 11-ти років спостереження за ними. Найновіші дослідження показали, що ПХБ в організмі матері спричиняють затримку росту і зменшення маси народжених дітей до 3-х місяців після пологів. Надалі у цих дітей спостерігали зниження розумових здібностей і відхилення в психіці. ПХБ мають такі ж токсичні властивості та механізми дії на організм людини, що й діоксини.

Велика небезпека ПХБ для здоров'я людини призвела до того, що в багатьох країнах була введена заборона на виробництво цих речовин: від 1971 року - у Швеції, від 1972 – в Японії, від 1977 – в Норвегії, від 1977-1978 років – у США. В Російській Федерації ПХБ не заборонені, але виробництво їх до 1993 р. було припинене. В Росії загалом було вироблено 180 тис. т ПХБ, з них сьогодні використовують приблизно 20 тис. т.

Існує величезний дисбаланс між виробленою кількістю ПХБ і кількістю, що використовують. Відомо, що частина виробленого ПХБ залишилася на складах України, Узбекистану, Вірменії та інших союзних республіках колишнього СРСР.

8.4. Діоксини і діоксиноподібні сполуки

До великої групи хлорованих вуглеводнів, яку називають діоксинами, входять 75 власне діоксинів

(поліхлорованих дибензодіоксинів), 135 різних фуранів (поліхлорованих дибензофуранів) і 209 поліхлорованих біфенілів (ПХБ). Проте, лише 7 діоксинів, 10 фуранів і 12 ПХБ є надзвичайно токсичними для усього живого - від бактерій до ссавців. Ці 29 сполук мають подібну біологічну активність, що зумовлена спільним механізмом дії. Представників трьох вищевказаних класів правильніше називати діоксиноподібними сполуками – ДПС. Проте, найчастіше для цього використовують слово “діоксин”. Цей термін походить від скороченої назви тетрахлорпохідного – 2,3,7,8-тетрахлордibenзо(b,e) –1,4-діоксину.

Уперше людство дізналося про діоксини в 30-ті роки ХХ ст. Тоді у робітників, що працювали на підприємствах хімічної промисловості з використанням хлорних технологій, почали виявляти хворобу, відому як «хлоракне» – хлорні вугрі. Випадки захворювань поширювалися, дедалі частіше вони ставали масовими. Так, 1949 року на заводі фірми Monsanto у Західній Вірджинії (США) захворіли 288 працівників. Від забруднення діоксинами заводської території фірми BASF у Людвігсхафені (ФРН) постраждало 75 осіб. 1976 року на заводі фірми ICMESA з виробництва грихлорфенолу в селищі Меда, поблизу м. Севезо в Північній Італії, унаслідок допущеної персоналом експлуатаційної помилки майже 3 т отруйних речовин осіло на площі 15 га. Приблизно 75 тис. отруєних тварин довелося умертвити. На хлоракне захворіло упродовж двох років після аварії 79 місцевих італійців.

Від початку 60-х років минулого століття армія США на території Індокитаю в ході військової акції, яка мала назву «Операція Ренч Хенд», розпилила приблизно 96 тис. т гербіцидів, із них 57 тис. т сполук, що містять, за різними оцінками, від 170 до 500 кг діоксинів.

Хоча всі ДПС небезпечні, серед них є сполуки з різним рівнем токсичності. Наприклад, 2,3,7, 8-тетрахлорд и бензо(b,e)-1,4-діоксин (ТХДД) - найтоксичніший і найбільше досліджений. Тому його токсичність прийнята за “1” і кожна ДПС має свій коефіцієнт токсичності відносно ТХДД.

ДПС мають високу температуру плавлення, дуже низьку леткість, погано розчиняються у воді і краще - в органічних розчинниках. Ці сполуки вирізняються високою термічною стабільністю, їх розпад починається за температури 750–1000°С. Вони не реагують із кислотами і лугами навіть при кип'ятінні. У властиві для ароматичних сполук реакції ДПС вступають лише в жорстких умовах у присутності каталізаторів.

Токсичність ТХДД така, що його гранично допустима концентрація мізерна: 10-12 грама на кілограм речовини або літр рідини.

Діоксини - сполуки рукотворні, хоча ніхто ніколи навмисне не створював ці отрути, за виключенням спецслужб. Усі ДПС можна вважати “екологічним брудом” виробництва й застосування, що утворюється за описаних нижче умов.

При виробництві пестицидів, гербіцидів і дефоліантів ДПС виникають, як побічний продукт (домішки). Найбільше значущі рівні забруднення діоксинами (переважно ТХДД) промислових гербіцидів на основі 2,4-ди-, та 2,4,5-трихлорфеноксиоцтових кислот (2,4-Д та 2,4,5-Т), фунгіцидів, інсектицидів, антисептиків і дезінфектантів, бактерицидного препарату гексахлорофен), синтезованих із хлордифенілових ефірів, гербіцидів, гексахлорбензолу, ПХБ.

При виробництві целюлози в процесах відбілювання, що передбачають хлорування, діоксини знайдені у пульпі, фільтратах, стічних водах, абгазах,

твердих відходах, готовій продукції.

При електролізних процесах отримання нікелю і магнію з їх хлоридів, литті сталі і міді, переплавці лому заліза, а також при виробництві алюмінію утворюються ДПС.

ДПС супроводжують процеси нафтопереробки.

При спалюванні хлоровмісних сполук виникають ДПС.

При загорянні та полонках електричного обладнання, де в якості трансформаторної рідини використовуються ПХБ у доквілля потрапляють ДПС.

При спалюванні автомобільного мастила і бензину, у відпрацьованих газах автомобілів, що працюють на бензині, який містить свинцеві присадки, присутні ДПС.

При порушенні правил захоронення промислових відходів у доквілля можуть потрапляти ДПС.

Діоксини потрапляють у доквілля при значних промислових аваріях.

При використанні хімічних речовин у військових конфліктах чи терактах можуть статися викиди діоксинів.

Є дані про те, що за певних умов потенційним джерелом діоксинів може бути хлорована водопровідна вода. Встановлено, що ПХДД утворюються навіть під час багатьох природних термічних процесів: при звичайному горінні; при температурі 750 -900°C; при окисленні органічних сполук у присутності хлору.

Ґрунт є основним депо діоксину в природі. Діоксини у ньому надзвичайно стабільні і зберігаються в основному у верхніх шарах - на глибині 2-5 см. ДПС практично не мігрують у ґрунті і не надходить у ґрунтові води. Проте, слід зауважити, що міграція екотоксинів у ґрунті залежить від супутніх забруднювачів і біоносіїв, що впливають не лише на глибину проникнення, а й на зв'язування ДПС із компонентами ґрунту. З нього діоксини

потрапляють у рослини і ґрунтові організмами, а потім з овочами і фруктами, або і через інші ланки харчових ланцюжків (птахів і тварин) потрапляють в організм людини. Таким чином, концентровані молочні продукти (масло, сир), м'ясо великої рогатої худоби, яйця і м'ясо птахів можуть містити високі концентрації ДПС.

Діоксини нерозчинні у воді. Потрапивши у вигляді промислових викидів до річок, вони осідають у мулі і ґрунті, з товщі морської води вони накопичуються у тканинах гідробіонтів, де їх концентрація у десятки і сотні тисяч разів перевищує їх вміст у воді. Особливістю ДПС є їх здатність до біоаккумуляції. У модельних дослідах із внесенням радіоактивно міченого ТХДД було показано, що у личинках комарів його концентрація у 9000 вища, ніж у воді. Наступна ланка харчового ланцюжка, що споживає личинок комара - риби чи водоплавні птахи, мимоволі підвищуватимуть концентрацію отрути у жирових тканинах свого організму, звідки вона практично не виводиться. Споживач риби отримає концентрації ТХДД, які можуть у десятки, тисячі разів перевищувати рівні його у навколишньому середовищі.

ДПС є дуже стійкими сполуками. Тому час їх напівруйнування у навколишньому середовищі дуже тривалий: для поліхлорованих дибен-зо-р-діоксинів він становить від 102 до 139 років; для поліхлорованих дибензофуранів - 29-79 років.

Основний контакт людини з діоксинами відбувається при споживанні забруднених харчових продуктів. Цим шляхом населення отримує до 95 % ДПС. Інші 5 % людина отримує з повітря і з пилом. Питна вода істотного внеску у сумарну кількість ДПС, що надходять в організм, не додає.

У корм для с.-г. тварин діоксини потрапляють із забрудненої води і рослин, насичених пестицидами і

гербицидами. За даними досліджень у США, з яловичиною людина може отримати до 37 мг токсичного еквівалента (ТЕ) за добу; зі свининою і курятиною - 12-13; молоко може додавати 17, а інші молокопродукти – 24 пг ТЕ/добу. У країнах із іншими кулінарними уподобаннями свої шляхи надходження ДПС в організм. Особливо сильно забруднені морепродукти, зокрема, риба. Вчені підраховали, що мешканці Швеції і Фінляндії 63 % діоксинів і 42 % фуранів отримують через рибні продукти. З річкових риб особливо небезпеку становлять придонні мешканці.

Хлорорганічні сполуки мають особливість накопичуватися у жировій тканині. Тому проби для контролю на вміст діоксинів (чи то риба, свинина, чи продукція птахівництва) беруть саме з жирового екстракту продукту.

Джерелом діоксинів для людини є цигарковий дим. З'ясовано, що у кожній цигарці міститься 0,08-0,15 мг токсичного еквівалента. При випалюванні 20-ти цигарок за добу людина додатково отримує 1,6-3 мг ТЕ/добу.

З-поміж інших стійких органічних забруднювачів для діоксинів властива надзвичайно сильна токсичність. Розрахункова середня смертельна доза для людини при однократному надходженні діоксинів дорівнює 70 мкг/кг маси тіла; мінімально діюча доза становить 0,5-1 мкг/кг.

Особливо небезпечним є хронічне отруєння діоксинами. Через загальне забруднення планети людина безперервно, хоча й у дуже малих дозах, отримує діоксини з їжею, повітрям і водою. Припустима добова доза (ПДД), тобто така кількість діоксинів, яка не повинна впливати на людину упродовж 70 років, дорівнює, за російськими нормами, 10 мг/кг маси за добу, у Європі - 4 мг/кг, а в США - 1 пг/кг маси за добу. Найближчим часом навіть ця норма буде знижена до 0,06 мг/кг маси за добу. Один

пікограм (мг) - це 0,000000000001 грама (10-12г). Це дуже маленька величина і дуже легко її перевищити. Рибалки, що харчуються рибою, у якій концентруються діоксини, можуть це зробити доволі легко; грудні діти іноді одержують від разового годування 50-100 ПДД.

Численні аналізи продуктів харчування на діоксини, дають змогу розрахувати дозу, яку отримує людина на добу. Не можливо отримати смертельну дозу діоксинів у повсякденному житті, але ми усі знаходимося під хронічним впливом діоксинів.

Механізми встановлених біологічних ефектів діоксинів досить складні і представляють ряд послідовних реакцій на молекулярному рівні, що призводять до зміни у регуляції роботи генів і у життєдіяльності клітин. Більшість ДПС діють, насамперед, на ендокринну систему, руйнуючи її. Тому такі агенти у спеціальній науковій літературі прийнято називати “ендокринними дизрупторами” (переривачами). Подібним руйнівникам властива гормонотропна дія, але не будучи істинними гормонами, вони порушують нормальну роботу усієї системи. Гормони - доволі потужні біологічні сполуки, які діють як хімічні посередники - регулюють обмін речовин, репродукцію, ріст, розвиток, поведінку тощо.

Виявлено три шляхи, якими дизруптори можуть втручатися у роботу ендокринної системи. Перший шлях ґрунтується на тому, що деякі з ДПС зв’язуються з тим же білковим рецептором, що і природні гормони, блокують його і при цьому не виявляють гормональної дії. Такі агенти називають блокаторами. Типовий приклад - вплив ДДТ на розвиток самців крокодилів.

Інший шлях - імітаційний. Прикладом сполуки-імітатора дії естрогену (жіночого статевого гормону) є диетисільбестрол - синтетичний естроген. Так, у дівчаток, матері яких застосовували з метою попередження

вагітності цю сполуку, виявлена підвищена частота раку статевих органів та ендометріозу. Нарешті, третій шлях порушення ендокринної системи пов'язаний з тим, що сполуки типу ТХДД і ряду інших ДПС, не імітують і не блокують природні гормони, а ініціюють, тобто запускають, “фальшиві” реакції організму - неконтрольований ріст клітин, зміни обміну речовин, які супроводжуються утворенням невластивих речовин, відмінних від продуктів нормальних реакцій. Агенти, що діють третім шляхом називають тригерами.

Усі ДПС є сильнотоксичними, а “лідер” цієї групи ТХДД за токсичністю переважає такі отрути, як синильна кислота, стрихнін, кураре, поступаючись лише ботулінічному, стовбнячному та дифтерійному токсинам. Розрахункова смертельна доза діоксину для людини становить 70 мкг/кг маси тіла, а мінімальна діюча - приблизно 1 мкг/кг, що істотно нижче відповідної дози відомих синтетичних отрут.

У результаті контакту людини з діоксинами внаслідок промислових викидів, забруднення харчових продуктів або при промислових аваріях виявляли:

- шкірні прояви – хлоракне, гіперпигментації, гіперкератоз, еластоз;
- системні ефекти – розлади травлення, фіброз печінки і підшлункової залози, явища прогресуючого атеросклерозу, порушення імунітету, дисфункції щитоподібної залози та інших гормональних систем;
- неврологічні ефекти – головні болі, втрата слуху, смакових відчуттів і нюху, порушення зору, слабкість у нижніх кінцівках, болі у м'язах і суглобах;
- порушення репродуктивної функції;
- психічні ефекти – порушення сну, депресія, напади невмотивованого гніву й ін.

Діоксини спричиняють рак. За сучасною оцінкою

ризикую виникнення раку, яку введено в США від травня 2000 р. і яка дорівнює 1:100, з кожних 1400 щоденних смертей у країні від раку 100 з них спричинені діоксинами. Але рак є не найголовнішою небезпекою діоксинів. Перелік хвороб, що спричиняють постійні отруєння діоксинами – великий, але найголовніші пошкодження вони чинять імунній системі (прямий аналог СНІДу). Діоксини спричиняють такий же імунодефіцит, як і при ВІЛ- інфікуванні, хоча і менш виразний. Агентство з охорони навколишнього середовища США визнає, що нові уявлення про небезпеку діоксинів виходять далеко за рамки канцерогенного ефекту.

Забруднення діоксинами і діоксиноподібними сполуками можуть призвести до неканцерогенних ефектів, які передаються від покоління до покоління:

- руйнування ендокринних гормональних систем (особливо пов'язаних зі статевим розвитком);
- шкідливий вплив на критичних стадіях розвитку ембріона, наприклад, ураження нервової системи плоду;
- порушення функціонування імунної системи, що призводить до зростання чутливості до інфекційних захворювань.

Проте, гостра токсичність діоксинів та споріднених сполук не є головною небезпекою. Набагато страшнішою є небезпека, яка пов'язана з їх кумулятивною дією і віддаленими наслідками. До віддалених ефектів належать насамперед ризик розвитку онкологічних захворювань. Цікаво, що “лідер” серед діоксинів - ТХДД - у стандартних тестах не справляє мутагенного ефекту. Проте, у експериментах на тваринах його канцерогенна активність незаперечна. Питання про те, чи є діоксини канцерогенами для людини вирішене у лютому 1997 р. на спеціальному засіданні експертів Міжнародного Агентства з Вивчення Раку, на якому ТХДД зарахований до “вірогідних

канцерогенів для людини”. Таке рішення мотивували тим, що достовірні перевищення онкологічної захворюваності серед людей, які зазнали впливу ДПС під час значних аварій та на виробництві (смертність від сарком і лейкозів зросла у 5-16,5 разів; смертність від ракових пухлин мозку - у 2 рази, від раку шкіри - у 4) поки що не можна однозначно пов’язати з впливом саме діоксинів.

Проте, є переконливі дані, що внаслідок контакту людини з ДПС зростають ризики таких наслідків:

- захворювання на рак печінки, рак щитоподібної залози, передміхурової залози, хворобу Ходжкіна (різновид раку крові);

- порушується робота ендокринних залоз, що веде до порушень обміну речовин;

- порушується нормальне протікання вагітності, включаючи внутрішньоутробну загибель плоду;

- підвищуються частоти вроджених вад і вад розвитку.

Останніми роками з’явилися повідомлення, що ДПС можуть спричиняти прискорене старіння організму.

Враховуючи основний шлях переміщення діоксинів і ДПС у природі: джерело — проміжні ланки-людина-грудне молоко матері-новонароджена дитина, - саме остання виявляється основним “споживачем” цих супертоксикантів, оскільки на кожному етапі харчового ланцюга відбувається багатократне зростання концентрації отрути. ДПС, як ліпотропний агент, концентруються у різних жирових тканинах організму, і, відповідно, у грудному молоці, жирність якого становить 3,5-3,8 %. У досліджах на мавпах встановлено, що під час природного вигодовування діоксини проникають в організм дитинчати, де концентрації їх перевищують концентрації у молоці у 4 і більше разів.

За деякими даними, малюки, яких вигодовують

грудним молоком, отримують 34-53 мг ТЕ/кг маси тіла щодоби, а штучне вигодовування надає малюкам 0,07-0,16 мг ТЕ/кг щодоби. Доросла людина (20 років і старше) отримує в середньому 0,3-3,0 мг ТЕ/кг щодоби. Слід мати на увазі наскільки бурхливо розвивається організм новонародженої дитини масою 2,5-3,5 кг.

Щоб уникнути небезпечного впливу діоксинів на побутовому рівні необхідно:

-уникати споживання риби, особливо придонної, виловленої поблизу сміттєспалювальних або целюлозно-паперових підприємств;

-споживати лише сертифіковані харчові продукти - особливо м'ясо великої рогатої худоби та птицю.

-не спалювати полімерні матеріали.

Упаковку, одноразовий посуд, пакети і сумки, оздоблювальні матеріали тощо спалювати не можна. Найнебезпечніші з них - полівінілхлориди (ПВХ). Саме за їх згоряння утворюється велика кількість ДПС. Окрім того, у виробках із ПВХ завжди вже є невелика кількість діоксинів. Та навіть нехлоровані полімери, такі як поліетилен і поліпропілен, спалювати небезпечно. Серед продуктів їх горіння, виявлено у великій кількості етан, етилен та їх гомологи, ацетилен, леткі циклічні і ациклічні вуглеводні, інші екологічно небезпечні продукти. І хоча у таких полімерах немає хлору, ці сполуки беруть участь в утворенні діоксинів у тому випадку, коли в смітті є хоча би сліди металів, а також органічні та неорганічні сполуки хлору. Показано, що у присутності металів та їх сполук (наприклад, хлориду міді) діоксини утворюються навіть при нагріванні суміші очищеного від органічних домішок вугілля та кухонної солі.

Не можна спалювати старі електроприлади, що містять трансформатори, де в якості трансформаторної рідини використовували ПХБ. Якщо вибирати зі сміття

скло, метали і полімерні матеріали, то при спалюванні такого сміття викиди діоксинів у довкілля знижуються більше, як у 10 разів.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Поняття пестицидів та небезпека від них.
2. Характеристика найнебезпечніших пестицидів.
3. Екологічні принципи використання пестицидів.
4. Стійкість пестицидів у довкіллі.
5. Поліхлоровані біфеніли і довкілля.
6. Діоксини і діоксиноподібні сполуки та довкілля.
7. Способи зниження негативного впливу пестицидів на стан довкілля.

9. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

9.1. Основні фактори негативного впливу мінеральних добрив

Агроекологічні проблеми агрохімії, як частина загальної проблеми збереження біосфери почали з'являтися у світі порівняно недавно, коли різко підвищилися темпи виробництва і використання мінеральних добрив у сільському господарстві. Хімізацію землеробства важко переоцінити. Нині загальноприйнято, що завдяки використанню добрив створюється близько половини приросту врожаю, активний баланс поживних речовин у землеробстві, поліпшується кругообіг біогенних елементів.

Негативна дія хіміко-техногенної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва призвела до наступних проблем в агросфері України: екологічних; економічних та енергетичних.

Несприятливий вплив добрив на навколишнє середовище може бути різним, але в основному внаслідок таких причин:

1. Надходження поживних елементів добрив з ґрунту у підґрунтові води та поверхневим стоком може призвести до евтрофікації водоймищ, порушення екологічної рівноваги і загального погіршення біологічного стану водного середовища;

2. Втрати азоту в атмосферу негативно впливають на довкілля. Висловлюються також побоювання про можливе руйнування озонового шару, виникнення кислотних дощів, що утворюються при денітрифікації азотних сполук ґрунту і добрив.

3. Порушення оптимізації живлення сільськогосподарських рослин призводить до різних

захворювань рослин, сприяє розвитку фітопатогенних грибних хвороб, погіршує санітарний стан посівів.

4. Неправильне використання мінеральних добрив може погіршити кругообіг і баланс поживних речовин, агрохімічні властивості тощо. Широке застосування азотних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур підвищує кислотність ґрунту, викликає нагромадження нітратів та нітритів в рослинницькій продукції, призводить до зниження продуктивності сільськогосподарських тварин, негативно відображається на здоров'ї людей.

9.2. Нітрати та нітрити, їх негативний вплив і шляхи їх запобігання

В останні роки визначилася чітка тенденція до збільшення виробництва рослинницької продукції з вмістом нітратів, що перевищує можливо допустиму норму. В цілому в Україні понад 30% сільськогосподарської продукції мають вміст нітратів, що перевищує допустимий рівень.

Основні причини цього такі: використання в господарствах екологічно шкідливих технологій вирощування культур; застосування мінеральних, в основному азотних і органічних добрив у досить високих нормах; незбалансоване живлення рослин макро- і мікроелементами протягом вегетації; внесення азотних добрив без врахування біологічних вимог рослин; недосконалість техніки внесення азотних добрив у ґрунт. Разом з тим, збільшення чисельності нітратів у рослинницькій продукції не можна розглядати як наслідок інтенсифікації застосування азотних добрив, воно визначається сукупністю багатьох зовнішніх і внутрішніх факторів.

Складність проблеми нітратів у тому, що нітрати –

основне джерело азотного живлення, а надлишок цих сполук призводить до важких екологічних наслідків, що впливають на стан здоров'я людини і тварини.

Основна небезпека надходження нітратів в організм людини пов'язується з виникненням метагемоглобінемії, канцерогенних новоутворень, імунодепресивної дії, а також зниження резистенції організму до впливу кацерогенних і мутагенних агентів. Суть метагемоглобінемії полягає в тому, що нітрати і нітрити перетворюють гемоглобін на метагемоглобін, не здатний переносити кисень, порушує клітинні мембрани і навіть генетичний апарат, а інактивуються лише аскорбіновою кислотою [14].

9.3. Альтернативні шляхи надходження елементів живлення для рослин

Енерговитрати на виробництво, транспортування, зберігання та внесення добрив зростають значно швидше порівняно з підвищенням врожаїв. Підвищення врожайності зернових культур в 2 рази (з 20 до 40 ц/га) потребує збільшення сумарних затрат енергії в 10 раз, причому основна частка припадає на синтез азотних добрив.

В США енерговитрати на виробництво та використання азотних добрив складають біля 35 % від загального об'єму енергоспоживання в с.г., а в країнах Західної Європи вони досягають 42 %.

Виробництво азотних добрив надто дороге і енергозатратне (на 1 т аміачної селітри витрачається 4 т нафти або близько 800 м. куб. природного газу, що складає близько 30-50 % енерговитрат в агропромисловому комплексі і до 1 % всієї енергії, що витрачається розвиненими країнами світу).

В останні роки за даними Туріна Е.Н. (2008) об'єм

використовуємих азотних добрив складає біля 15-20 % потреби, тобто 10-15 кг/га. Такий дефіцит азоту в землеробстві частково можна компенсувати за рахунок використання біологічного азоту.

У сучасному землеробстві кількість біологічного азоту в загальному балансі даного елемента не перевищує 10% і складає тільки 6-8 кг/га орних земель.

Оптимізувавши агротехнічні та мікробіологічні фактори можна збільшити долю біологічного азоту в усьому його балансі до 35 кг/га. В сумі з азотом органічних добрив це складе біля половини тієї кількості азоту, яке необхідне для підтримки високої продуктивності агроєкосистем та відновлення родючості ґрунту.

Питання кругообігу та балансу азоту в агроєкосистемах є актуальним для різних галузей аграрної науки. Азот та його сполуки в природі виступають життєво необхідними факторами існування людини на Землі (азот бере участь у формуванні органічної рослинної маси і займає перше місце серед елементів кореневого живлення рослин).

Негативні зміни у кругообігу азоту в агроєкосистемах України наступні: незбалансоване внесення і винесення органічної речовини (втрачається близько 1,5 млн. т азоту за рік); зменшення внесення гною (втрачається більше 300 тис. т азоту); зменшення площі посівів зернобобових і багаторічних бобових трав призвело до вилучення з кругообігу майже 250 тис. т азоту; до 240 тис. т сягають втрати азоту на парових площах; недостатнє внесення азотних мінеральних добрив.

Загальна кількість азоту, що вилучається з кругообігу, становить 4 млн. т або 139 кг з га землі, яка знаходиться в обробітку, що еквівалентно 12 млн. т аміачної селітри на суму більше 11 млрд. грн. При цьому врахувати, що 30 % азоту використовується бур'янами

[11].

Одним із шляхів поповнення біологічного азоту в агросфері є отримання його з повітря, якого над одним гектаром ґрунту знаходиться 80 тис. т.

За даними вчених, щороку фіксується 108 - 109 т біологічного азоту. Це відповідає 90% кругообігу азоту суші, тоді як технічний азот складає лише 5%. На частку промислового синтезу аміаку у світі припадає лише $\frac{1}{4}$ частина зв'язаного азоту, а решта $\frac{3}{4}$ зв'язується завдяки біологічному синтезу.

Нині в світі біологічного азоту на сільськогосподарських землях накопичується 90 млн. т. В одних лише США отримують до 6 млн. т в рік (половина накопичується в ґрунті). У цій країні знаходиться кожен третій гектар світової посівної площі люцерни (32,3 %) і кожен другий гектар орної землі зайнятий бобовою культурою.

В більшості регіонів України урожайність с.-г. рослин залежить від кількості доступного ними азоту в ґрунті і стабілізуючим фактором біологічного землеробства повинні бути бобові культури. Природний процес симбіотичної азотфіксації здійснюється за рахунок енергії фотосинтеза і регулюється самою рослиною, що виключає надлишок нітратів в продукції.

Мікробіологічна фіксація атмосферного азоту – єдиний екологічно чистий шлях забезпечення рослин азотом. Найбільш важливим заходом підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації є інокуляція насіння. Ефективність інокуляції різна і залежить від виду бобових рослин і комплексу екологічних умов.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Чинники негативного впливу мінеральних добрив на довкілля.
2. Нітрати та довкілля.
3. Способи зниження негативного впливу мінеральних добрив та нітратів на агроєкосистеми.
4. Альтернативні шляхи надходження елементів живлення для рослин.

10. ЕКОЛОГІЧНЕ І БІОЛОГІЧНЕ РОСЛИННИЦТВО

10.1. Екологічні проблеми с-г. виробництва

Втрата ґрунту з врожаєм, зниження вмісту гумусу, зростання закислених і засолених ґрунтів, еродованих, радіоактивне забруднення, виведення ґрунтів з обробітку, забруднення пестицидами, нітратами, порушення структури землекористування.

Для с.-г. характерні – переважання монокультур, одноманітність простору з бідністю екосистем, зміна структури, механічного, хімічного і фізичного складу ґрунту.

Шляхи оптимізації агроландшафтів: оптимальна просторова організація угідь різного призначення, збалансоване співвідношення між орними землями та іншими угіддями з урахуванням природоохоронної спрямованості ландшафтів, зменшення розораності територій, збільшення лісистості за рахунок лісосмуг, заліснення еродованих, піщаних, деградованих земель, розміщення сівозмін різної спеціалізації з урахуванням ґрунтово-ландшафтних чинників і контурної організації території, створення водоохоронних територій біля річок, водоймищ, організація мікрозаповідників для збереження запилювачів і ентомофагів, формування рекреаційних зон і природних парків.

Екологізація сільськогосподарського виробництва

Основні принципи:

- виробництво у замкненій системі із максимальним залученням місцевих ресурсів, використання відходів тваринництва для удобрення ґрунту;
- підтримка родючості ґрунту;
- виробництво високоякісних продуктів харчування з високим вмістом поживних речовин, які містять більше вітамінів, мінералів ніж звичайні продукти, менше

- нітратів, шкідливих речовин, консервантів і пестицидів;
- мінімізація використання викопних енергетичних ресурсів;
 - максимальна відмова від синтетичних міндобрив і пестицидів;
 - активна мобілізація запасів фосфору і калію з ґрунту;
 - забезпечення с.-г. тварин умовами життя, що максимально відповідають їх фізіологічним потребам, природним вимогам та екологічним і гуманітарним вимогам;
 - врахування біологічних і фізіологічних потреб тварин при їх утриманні і вирощуванні;
 - будівництво приміщень для тварин які максимально відповідають їх існуванню в природних умовах;
 - повна відповідність існування природних біологічних систем.

Екологічні основи рослинництва

Біологічне землеробство – удобрення рослин органічними добривами (гноєм, сидератами, побічною продукцією) та сиро-меленими добривами і меліорантами (фосфоритне борошно, гіпс, доломіт). Мінеральні добрива і пестициди використовувати заборонено.

Органічне землеробство – базується на поєднанні різних видів рослин, природному захисті від шкідників і хвороб, використанні органічних добрив.

Органо-біологічне землеробство – ґрунтується на максимальній стимуляції діяльності ґрунтової мікрофлори. Для цього сівозміни насичують бобовими культурами і кормовими злаками. Гній вносять поверхово. Використовують препарати які збагачують ґрунт грибами і бактеріями.

Біодинамічне землеробство – основане на

використанні біоритмів властивих землі, космічного простору та місяця. Система передбачає проведення конкретних робіт у певні терміни, які визначають за певним розташуванням небесних світил, які забезпечують активізацію цих процесів.

Екологічне землеробство – дотримання сівозмін, мінімальний обробіток ґрунту, механічні і біологічні методи боротьби з бур'янами.

Еколого-ландшафтне землеробство – передбачає ведення господарства на основі природних ландшафтів, зменшення площі поля та збільшення агробіорізноманіття, використання різних технологічних прийомів для кожного конкретного елемента ландшафту.

Точне землеробство – передбачає оптимізацію використання технологічних матеріалів [15, 25, 33].

10.2. Основні ланки систем землеробства та їх екологізація

1. *Організація земельної території господарства та сівозмін.* У різних природних зонах країни залежно від ґрунтово-кліматичних умов співвідношення між площами основних угідь (рілля, сіножаті, ліси, водойми). У південних районах з високою розораністю (80-90%) переважає рілля, в північних – лісові та природні кормові угіддя.

2. *Організація земельної території кожного господарства повинна обов'язково мати* протиерозійний характер і створювати кращі умови для організації захисту земель від руйнування. Тепер в усіх зонах має переважати контурно-меліоративна організація території, яку проводять у рамках цілих водозбірних басейнів з нарізуванням полів сівозмін з урахуванням рельєфу місцевості (крутості, орієнтації, розмірів і складності схилів) та стану ґрунтового покриву.

3. *Система обробітку ґрунту.* Правильна система обробітку ґрунту забезпечує збереження і підвищення родючості ґрунту, ефективного використання опадів, добрив, поливних вод, успішну боротьбу з посухою, вітровою та водною ерозією, бур'янами, хворобами, тобто створює сприятливі умови для росту й розвитку посівів сільськогосподарських культур. Тепер у господарствах України застосовують такі способи основного обробітку ґрунту: оранка на різну глибину, безполицевий, чизельний, поверхневий, мінімальний, нульовий. Систему обробітку розробляють для кожної сівозміни або її ланки з урахуванням вимог культур і технологій їх вирощування, особливостей ґрунтів, попередників, норм та способів внесення добрив.

4. *Система удобрення* визначає конкретні методи відновлення родючості ґрунту. Внесення всіх видів добрив планують з врахуванням виносу поживних речовин з урожаєм, вмістом їх доступних форм у ґрунті. Однак, неправильне і надмірне застосування добрив може стати причиною погіршення агрохімічних (рН тощо) властивостей ґрунту, погіршення якості продукції (нітрати) і забруднення довкілля.

5. *Меліоративні заходи* спрямовані на докорінне поліпшення земель та мікроклімату. До них належить зрошення й осушення земель, будівництво ставків і водойм, хімічна меліорація (вапнування, гіпсування), культуртехнічні роботи (знищення купин, чагарників, вирівнювання, докорінне поліпшення сіножатей і пасовищ, збирання каміння), рекультивация порушених земель, меліоративний обробіток ґрунту (створення мікроліманів, ямок, кротування, агролісомеліорація).

6. *Система заходів захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії* обов'язково передбачається на ерозійно-небезпечних і еродованих землях у вигляді ґрунтозахисних

сівозмін, способів обробітку ґрунту та сівби с.-г. культур, агролісомеліоративних, гідротехнічних протиерозійних споруд.

7. Система заходів боротьби з шкідниками, хворобами і бур'янами. Найкращі результати забезпечує інтегрована система захисту рослин.

8. Систему насінництва організують відповідно до вимог державної системи сортового насінництва для кожної культури залежно від спеціалізації сільгоспприємства і структури посівних площ. Велике значення має вчасна сортозаміна та сортооновлення, стійкість сортів до шкідників, хвороб.

9. Система технологій вирощування культур розробляється для кожної культури в сівозміні і є найактивнішою робочою частиною системи землеробства, оскільки поєднує всі заходи вирощування культур з врахуванням біологічних вимог та наявності ресурсів у сільгоспприємстві.

10. Система машин формується з урахуванням вимог зональної системи землеробства та технологій вирощування культур. Вона повинна забезпечувати своєчасне і високоякісне виконання всіх польових робіт, одержання сталих урожаїв при мінімальних затратах праці й засобів, не допускати втрат врожаю, розпилення і ущільнення ґрунту, запобігати водній та вітровій ерозії ґрунту.

11. Система заходів охорони навколишнього середовища від забруднення, а корисної флори і фауни від знищення передбачає організацію і контроль за правильним зберіганням та застосуванням органічних і мінеральних добрив, вапна, гіпсу, пестицидів. Система запобіжних заходів розробляється для кожної бригади, ланки і навіть кожного механізатора. Ефективність її залежить від чіткого виконання комплексу заходів.

10.3. Мінімізація негативного впливу техніки

Пересування техніки полем спричинює негативні явища, пов'язані з підвищеним тиском на ґрунт та бруксуванням рушіїв:

- погіршення фізичних та фізико-механічних властивостей ґрунту (щільності, пористості, твердості, питомого опору тощо);
- необхідність проведення додаткової обробки за підвищеного опору ґрунту;
- посилення водної і вітрової ерозії ґрунту;
- зниження врожайності сільсько-господарських культур.

Спрощено ущільнення ґрунту визначають за середнім тиском на нього рушії. В сучасному уявленні воно прямо пропорційно залежить від максимального тиску рушії на ґрунт, площі опорної поверхні, ширини рушії, інтенсивності накопичення незворотних деформацій ґрунту, числа проходів техніки по одному сліду.

Зменшення навантаження техніки на ґрунт. Для зменшення негативного впливу рухомої техніки на ґрунт вживають заходів, які умовно можна об'єднати в три групи.

Агротехнічні та агрохімічні – спрямовані на підвищення стійкості ґрунту до ущільнювальної та руйнівної дії техніки. Досягають цього збільшенням вмісту органічної речовини, поліпшенням загальних фізичних і фізико-механічних властивостей удобренням, хімічною меліорацією, штучним структуроутворенням, мінімізацією обробки ґрунту за рахунок застосування 277олиневого обробітку, зменшення його глибини.

Технологічні полягають у зменшенні числа проходів техніки полем, у тім числі за рахунок використання комбінованих і широкозахватних агрегатів, заміни

механічного обробітку ґрунту внесенням гербіцидів; застосуванні способів руху, за яких зменшується площа ущільненої поверхні, зокрема човникового; впровадженні мостового землеробства.

Конструкторські – основними завданнями яких є зменшення тиску техніки на ґрунт та її буксування. Реалізують їх такими основними шляхами: зменшенням маси тракторів за рахунок застосування міцніших і легших матеріалів; зниженням робочої швидкості тракторів на ґрунтах із підвищеною вологістю і здатних до ущільнення; вирівнюванням центра ваги для досягнення однакового тиску передніх і задніх коліс трактора на ґрунт; розміщенням колісних рушіїв за схемою «катамаран» (на одній осі) або «тандем» (один за одним); зменшенням контактного тиску на ґрунт за рахунок зниження внутрішнього тиску повітря в шинах, застосування шин підвищеної еластичності; широко профільних та аркових шин; поліпшенням конструкції гусеничних рушіїв у напрямках звуження і видовження контактної поверхні, збільшення кроку гусениці, кількості опорних котків, застосування пружинних шарнірів [21, 39].

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва.
2. Напрями оптимізації агроландшафтів.
3. Принципи екологізації сільськогосподарського виробництва.
4. Напрями ведення екологічного рослинництва.
5. Біологічне землеробство.

6. Органічне землеробство.
7. Органо-біологічне землеробство.
8. Біодинамічне землеробство.
9. Екологічне землеробство.
10. Еколого-ландшафтне землеробство.
11. Точне землеробство.
12. Екологічні принципи організації земельної території господарства та сівозмін.
13. Екологічні принципи системи обробітку ґрунту.
14. Екологічні принципи системи удобрення.
15. Напрями мінімізації негативного впливу техніки на довкілля.

11. ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТВАРИННИЦТВА

11.1. Екологічні основи тваринництва

Основною характеристикою тваринництва є утримання великої кількості тварин на малій площі. При годуванні тварин акцент робиться на отриманні максимальної продукції без врахування здоров'я і життя тварин.

Екологізація тваринництва передбачає:

- оптимізацію середовища утримання і розведення тварин;
- охорона біологічного потенціалу тварин від можливої деструктивної дії умов середовища;
- запобігання руйнуванню життєвого середовища людини в результаті змін умов утримання тварин внаслідок інтенсифікації.

До хімічних забруднювачів промислового типу, що негативно впливають на здоров'я і продуктивність тварин належать важкі метали (ртуть, свинець, кадмій, миш'як), фтор та інші. Основними джерелами важких металів є викиди ТЕС, автотранспорту, промисловість, відходи, міндобрива і пестициди. Небезпечним є облизування тваринами різних предметів.

11.2. Відходи тваринництва

До них належать:

- гній і сеча – для удобрення;
- трупи тварин, тушки птиці, абортівані і мертвонароджені плоди;
- конфіскати – туші, органи, м'ясопродукти визначені як непридатні для споживання;
- нехарчові відходи – обрізки м'яса, жиросировина, роги, копити, кишки;
- субпродукти – голови, стравоходи, трахеї, вуха;

- відходи тварин від виробництва медпрепаратів, шкіряного виробництва та ін.

Використовують гній на добриво, попередньо його знезаразивши біологічним методом, виробляють нафту, біогаз, корм для тварин.

11.3. Забруднення тваринницької продукції

Відбувається за рахунок використання хімічних речовин, мінеральних і органічних добрив, антибіотиків, кормових добавок, їх токсикаційною дією, мікробним забрудненням місць утримання худоби, неправильне використання хімічних речовин, зниження санітарної якості харчових продуктів через застосування відходів тваринництва, порушення умов їх зберігання і транспортування, використання недоброякісних кормів, токсикологічною дією залишків пестицидів, антибіотиків, нітратів. Пакувальні матеріали, технологія виробництва кінцевої продукції також можуть бути токсикацій ними.

11.4. Ветеринарна екологія

Ветеринарна екологія – це наука про біогеоценотичну діагностику і профілактику хвороб тварин, підвищення їх продуктивності, методи екологічно обґрунтованого виробництва і отримання високоякісної у санітарному відношенні продукції тваринництва. Вона розробляє заходи захисту тварин від комах і хвороб, розглядає питання з охорони природи, вирішує санітарно-гігієнічні і ветеринарно-технологічні проблеми, які спрямовані на створення продуктивних стад, профілактику хвороб.

Ветеринарна екологія оптимізує такі групи факторів:

- Фізичні – холод, тепло, світло, шум, радіація.
- Хімічні – амоніак, сірководень, вуглекислота,

кислоти, луги.

- Біологічні – бактерії, віруси, тварини.
- Антропогенні – вплив людини.

Основними екологічними проблемами тваринницьких комплексів є дефіцит світла, висока вологість повітря, шкідливі гази, безвигульне утримання тварин.

Гігієна с/г тварин, або зоогігієна – це наука про охорону і зміцнення здоров'я тварин раціональними способами утримання, годівлі, вирощування та догляду, які забезпечують їхню високу продуктивність, зумовлену спадковістю. Зоогігієна вивчає вплив на тваринний організм різних факторів навколишнього середовища: повітря, ґрунту, води, кормів, приміщення, а також технології утримання, вирощування та догляду за тваринами. Основна мета зоогігієни – збереження здоров'я і досягнення високої продуктивності, збереження природного середовища.

Гігієна догляду за тваринами. Тварини потребують ретельного догляду, так як від нього залежить продуктивність тварин та стан їх здоров'я.

Догляд за тваринами зводиться до догляду за шкірою, кінцівками, рогами, організації прогулянок. Догляд за шкірою включає регулярне чищення, миття і купання. При догляді за копитами (ратицями) їх очищають від бруду, обмивають, своєчасно розчищають і підковують копита у коней. Поява тріщин, заломів, розпушення копит та ратиць призводить до кульгання тварин.

Необхідно постійно стежити, щоб у приміщеннях не було протягів, шкідливих газів, пилу і мікроорганізмів.

Вигульні майданчики для тварин обладнують біля приміщень. На них постійно підтримують чистоту, видаляють гній, сніг, стелять підстилку [35].

11.5. Еколого-гігієнічна оцінка довкілля в тваринництві

Мікроклімат тваринницьких приміщень – це сукупність фізичних, хімічних, механічних і біологічних факторів повітряного середовища певного приміщення. Він залежить від температури, вологості, освітленості, шуму, швидкості руху повітря, наявності в ньому різних газів (аміак, вуглекислий газ, сірководень та ін.), а також завислих пилових частинок і мікроорганізмів. Ефективність виробництва продукції тваринництва на 20% залежить від мікроклімату приміщень.

Мікроклімат тваринницьких приміщень залежить від кліматичних умов певної місцевості, теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій, якості вентиляції, наявності опалення, каналізації, кількості та щільності розміщення поголів'я.

При незадовільному мікрокліматі знижується продуктивність тварин і природна резистентність їх до захворювання, відтворна здатність маточного поголів'я, збільшуються витрати кормів на одиницю продукції та падіж молодняку.

Основними причинами незадовільного мікроклімату в тваринницьких приміщеннях є: низькі теплотехнічні якості огорожувальних конструкцій (стіни, стеля, покрівля, підлога, двері, вікна), недостатній обмін повітря, поганий стан каналізації та антисанітарний стан стійл, станків і кліток.

Взимку внаслідок низької температури і високої вологості повітря підвищується віддача тепла тілом тварини, а це призводить до переохолодження їх та захворювання. Улітку через високі температури і вологість тварини перегріваються, внаслідок чого знижується їхня продуктивність. При недостатній вентиляції і незадовільній каналізації в повітрі приміщень значно

підвищується вологість, концентрація вуглекислого газу, аміаку та сірководню.

Основну роль на відкритих ділянках відіграють пасовища. Перед початком випасу їх оглядають, виявляють наявність чагарників, місць поховання трупів, наявність мереж ґрунтових інфекцій, стан місцевості, рівень ґрунтових вод.

Підвищена вологість пасовищ викликає хвороби тварин, низький травостій (менше 8 см) зумовлює накопичення ґрунту в шлунку, шкідливі (ковила, пустирник) і отруйні (звіробій, люпин, лютик, чемериця, дурман) рослини на пасовищах погіршують якість продукції та захворювання тварин аж до загибелі. Надлишок чи недостатня кількість макро- і мікроелементів у ґрунті пасовищ впливає на їх вміст у траві та може призводити до накопичення у тваринах або їх недостачі.

11.6. Екологічний вплив тваринницьких комплексів

Основними забруднювальними речовинами з комплексів є аміак, сірководень, пил і бактерії. На виробництво 1 т молока затрачається 7-9 м³ води, яловичини – 25-30, свинини – 80-88 м³. У результаті змиву з ферм утворюється велика кількість стічних вод, які містять у 30 разів більше аміаку і у 75 разів фосфору, ніж з полів. Наявність поверхневих вод біля тваринницьких ферм зумовлює поглинання ними амоніаку з повітря біля ферм, що зумовлює евтрофікацію. З гноєм свиноферм виділяються цинк, марганець, мідь.

Забруднення повітря біля ферм зумовлене викидами амоніаку, сірководню, амінів, неприємні запахи поширюються на 5-17 км, подразнюючи слизову оболонку людей.

Забруднення ґрунту визначається наявністю азоту, амоніаку, нітратів, хлоридів та промислових

забруднювачів. Узагальненим показником забруднення є санітарне число – відношення азоту гумусу до органічного азоту ґрунту. Нормою є наближення санітарного числа до 1. Показником бактеріального забруднення ґрунту є наявність спорозноної кишкової палички. У ґрунті вона швидко гине. Тому при її знаходженні роблять висновок, що забруднення відбулось нещодавно, переважно фекального походження.

Трупи тварин, особливо загиблих від інфекційних хвороб, можуть накопичувати патогенні мікроорганізми. Тому трупи повинні бути утилізовані на ветеринарно-санітарних заводах, спалюванням, біотермічним знезаражуванням у ямах Бекарі і поховання на скотомогильниках.

Екологічний вплив тваринницьких комплексів зумовлений гнійною рідиною, силосною рідиною, стічними водами комплексів, відпрацьованим повітрям, залишки миючих і дезінфікуючих рідин, сміття з тваринницьких будівель, виробничий шум техніки і тварин. Для боротьби з шумом необхідно створювати гігієнічні пояси розміром 500-1000 м – зону віддалю до населених пунктів, насадження густих захисних смуг шириною не менше 100 м.

Тваринництво не лише дає цінну продукцію, а й негативно впливає на навколишнє середовище.

Гній – джерело хімічного й біологічного забруднення навколишнього середовища. Хоч гній є цінним органічним добривом, але при порушенні правил зберігання і використання він стає джерелом забруднення навколишнього середовища.

Гази, які утворюються при гнитті гною (аміак, сірководень) впливають на якість атмосферного повітря, погіршують умови життя людей, які мешкають неподалік від ферм і комплексів. Ці гази мають різкий запах,

негативно впливають на здоров'я людини, викликаючи головний біль та інші негативні явища.

Значне забруднення відбувається повітрям, яке виводиться із тваринницьких приміщень. У ньому висока концентрація вуглекислого газу, аміаку, сірководню й метану. Разом з повітрям із приміщення виводиться велика кількість мікроорганізмів (збудники туберкульозу, сибірки) і пилу, який складається із залишків корму, підстилки, гною, епідермісу та шерсті тварин.

Гній, потрапляючи у водойми, робить воду непридатною для пиття, викликає розростання водяної рослинності в таких розмірах, які перевищують потреби рослиноїдних водяних тварин. Рослинність починає розкладатися, що призводить до підвищеного використання кисню. Вода у водоймі загниває і стає непридатною для використання. Але гній – не тільки джерело хімічного, а й біохімічного забруднення, оскільки в ньому є збудники сальмонельозу, інфекційного гепатиту та інших небезпечних захворювань, а також яйця гельмінтів.

Особливо небезпечний свинячий гній, тому що велика кількість тварин заражена гельмінтами. Рідкі стоки забруднюють ґрунтові води. В ґрунті нагромаджуються різні хвороботворні бактерії та яйця гельмінтів, які паводковими й іншими поверхневими водами зносяться у водойми.

Випасання худоби або скошування трави на землях, де недавно використовували стоки ферм і комплексів, може викликати інфекційні та інвазійні захворювання тварин.

11.7. Шляхи зниження негативного екологічного впливу тваринницьких комплексів

Негативний вплив комплексів залежить від

потужності комплексу та його будівлі. Менший негативний вплив на довкілля мають блочні комплекси.

Тваринницький комплекс – це інтенсивне утримання високо-продуктивної худоби на обмеженій площі з комплексною забудовою виробничими і допоміжними об'єктами, з наявністю потокової механізації виробництва, оптимальними умовами годівлі, утримання, догляду, суворим санітарним захистом, що сприяє високій продуктивності і здешевленню продукції. За відсутності однієї складової комплексу спостерігається виникнення потенційних джерел збудників хвороб. Із збільшенням чисельності тварин на комплексі має пропорційно зростати санітарно-гігієнічні вимоги.

Санітарно-екологічний захист включає санітарні розриви, санітарні зони і санітарні принципи. Санітарні розриви – це певні віддалі між фермами і потенційними джерелами інфекції. Санітарні зони – це ізольовані загороджені ділянки комплексу між виробничою, адміністративною, господарською, кормовою, утилізаційними зонами. Санітарні принципи – це заходи які попереджають розвиток інфекцій.

Здійснюють дезінфекцію приміщення, їх ремонт, прибирання, очищення.

Зоотехнічні вимоги до приміщень для с/г тварин. Велике значення при будівництві ферми має правильний вибір місця для її спорудження. Територія повинна задовольняти гігієнічні, зооветеринарні, інженерні та економічні вимоги. При цьому необхідно враховувати забезпечення ферми водою, електроенергією, дорогами для підвезення кормів, вивезення продукції та гною.

Місце, відведене для спорудження ферми, повинно бути сухим, із глибоким заляганням ґрунтових вод (не менше 5 м), не затоплюватися паводковими та дощовими водами. Територію вибирають відносно рівну не більше

50. Вона має добре прогріватися сонцем і провітрюватися, а також має бути захищеною від вітрів, заносів піску і снігу по можливості лісосмугами. Ферму розміщують із підвітряного боку і нижче відносно населеного пункту.

Не рекомендується розміщувати ферму на території, де раніше були тваринницькі приміщення, скотомогильники, гноєсховища, підприємства по переробці шкур.

Між фермою та пасовищами не повинно бути залізниць, автомагістралей, балок, ярів, річок, які можуть перешкоджати руху худоби. Ферму слід розміщувати від найближчих житлових будівель на віддалі не менше 200-300 м.

Використання необроблених стоків для удобрення ґрунту завдає шкоди навколишньому середовищу. Тому необхідно очищати і знезаражувати стічні води. Очищають їх кількома методами: біологічним, хімічним та фізичним.

Біологічні методи поділяються на природні і штучні. Природні ґрунтуються на біологічних процесах, які відбуваються в природних умовах: у відстійниках-нагромаджувачах, на полях фільтрування і зрошення, в біологічних ставах, у ґрунті та компості. Штучні методи, це коли рідкий гній знезаражується в результаті біологічних процесів у штучно створених умовах – окислювальних траншеях, аеротенках.

Фізичні методи знезараження рідкого гною включають термічну обробку, вплив іонізуючого опромінення й електрогідралічний ефект.

До хімічних методів належить хлорування, обробка формальдегідом, вапном і хлорним залізом.

Очищення і знезараження повітря, яке виводиться із тваринницьких приміщень. Використовують спеціальні фільтри грубого і тонкого очищення, тканини ФПП-15-30 та дезінфікуючу вату. Також використовують для

дезінфекції повітря бактерицидні ультрафіолетові лампи, а також активний хлор.

Важливе значення в захисті повітряного басейну мають зелені насадження. Дерева затримують до 78 % пилу і 52 % мікроорганізмів, які містяться у повітряних викидах комплексів, і поглинають шкідливі гази. Смуга лісонасадження рівна висоті тваринницьких приміщень і за своєю ізолюючою властивістю дорівнює 200-метровій відстані. Оскільки гази, які містяться в повітряних викидах ферм і комплексів, можуть негативно впливати на дерева, навіть викликати їх усихання, захисні смуги потрібно висаджувати із газостійких дерев: тополі, клена американського, акації білої, в'яза.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Напрями екологізації тваринництва.
2. Відходи тваринництва та їх вплив на довкілля.
3. Джерела забруднення тваринницької продукції.
4. Ветеринарна екологія.
5. Мікроклімат тваринницьких приміщень та фактори, що на нього впливають.
6. Екологічний вплив тваринницьких комплексів на довкілля.
7. Шляхи зниження негативного екологічного впливу тваринницьких комплексів на стан довкілля.

12. ОСНОВИ МЕЛІОРАЦІЇ ҐРУНТІВ. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ

12.1. Рекультивация порушених земель

Рекультивация (від лат. *re* - відновлення або повторення дії чи явища та *cultus* - тобто обробка, введення, розведення) - за літературним перекладом - це введення в використання, повторне використання. Рекультивация земель відносно, нове наукове направлення, яке як в теоретичному, так і в практичному плані.

Рекультивация земель - це комплекс робіт, направлених на відновлення продуктивності та народногосподарської цінності порушених земель, а також на покращення умов навколишнього середовища.

В основі теорії рекультивации земель лежить просторове визначення та нейтралізація шкідливого впливу гірничодобувних, промислових, комунальних будівельних виробництв на навколишнє середовище і створення умов для активного створення або відтворення родючості порушених ґрунтів. При цьому в умовах інтенсифікації землеробства та розвитку гірничодобувної та інших видів промисловості, що приводить до порушення ґрунтового покриву рекультивации земель - є частиною загальнодержавної агроекологічної проблеми, з якої пов'язані умови сільськогосподарського виробництва та взагалі раціональне використання порушених територій.

В практиці рекультивация порушених територій та ґрунтів виділяють три основних етапи:

Підготовчий етап включає в себе дослідження та типізацію порушених ґрунтів, визначається їх придатність за морфологічними ознаками, хімічний та мінералогічний склад. На основі цих даних визначається направлення та методи рекультивации, складання технічно-економічних завдань та речовин проектів рекультивацийних робіт на

даній території.

Технічний етап передбачає підготовки порушених територій до подальшого їх використання в народному господарстві. В процесі виконання цього етапу, передбачаються такі роботи: планування та покриття родючим шаром ґрунту або його заміниками. Планування деформованих поверхонь, протиерозійні заходи.

Біологічний етап або біологічна рекультивація виконується після закінчення робіт попередніх двох етапів. Вона включає заходи по відновленню родючості порушених ґрунтів.

Направлення культивацийних робіт повинно відповідати кінцевому використанню рекультивованих ґрунтів. Його визначають на основі комплексного обліку таких факторів: природні умови або фактори ґрунтоутворення даної території, стан порушених ґрунтів до початку рекультивації, мінералогічний склад, водно-фізичні або фізико-хімічні властивості, вміст поживних речовин тощо.

Біологічна рекультивація має такі основні напрямлення: сільськогосподарське, лісове, водогосподарське, санітарно-гігієнічне тощо.

Сільськогосподарська рекультивація веде підготовку ґрунтів під рілля багаторічні насадження та природні кормові угіддя, Причому цей етап рекультивації вимагає найсуворішого виконання таких вимог: селективне відсіпання відвалів, перекриття токсичних порід 0,5 метровим шаром глини, поверхневим шаром родючого ґрунту і подальше відновлення родючості при вирощуванні багаторічних трав, внесення високих доз органічних та мінеральних добрив. Після виконання робіт можна використовувати ґрунти інтенсивно. У загальному випадку економічно доцільним є насипання родючого гумусного шару завтовшки 50-60 см [30].

На рекультивованих ґрунтах без покриття родючим гумусовим шаром створюють сіяні сіножаті, а пасовища на них створювати не раціонально, тому що тварини копитами розбиватимуть вузли кущення багаторічних трав, призводячи їх до випадання.

При створенні багаторічних насаджень на рекультивованих землях вимоги до рекультиваційних робіт є такими ж, як і при рекультивації ґрунтів під ріллям.

Лісове направлення рекультивації найчастіше застосовують на територіях, зайнятих лісами або в умовах складного техногенного штучного чи природного рельєфу, де неможлива сільськогосподарська рекультивація.

Складною частиною проектів рекультивації ґрунтів є обов'язкові протиерозійні заходи і утворення водозатримних чи водовідвідних валів, терасування схилів, залуження, залісення тощо.

Санітарно-гігієнічне направлення рекультивації проводять поблизу міст та населених ґрунтів, в зоні промислових підприємств, продукція та відходи яких являють собою токсичні матеріали. В цьому випадку приводять біологічну або технічну консервацію порушених та забруднених ґрунтів, які негативно впливають на навколишнє середовище.

Вибір направлення рекультивації порушених ґрунтів визначається природно-економічними умовами, які за якістю були порушені техногенним впливом і як вони раніше використовувались. Наприклад, не можна однаково підходити до вибору того чи іншого направлення, якщо порушені чорноземи або бідні підзолисті ґрунти.

Таким чином, при розробці проектів рекультивації порушених ґрунтів повинен враховуватись весь комплекс факторів та явищ, які характерні для даної території.

12.2. Особливості рекультивації та підготовки ґрунтів на об'єктах зеленого будівництва

Для озеленення територій дуже важливо заздалегідь підготувати ґрунти. Ця підготовка визначається певними послідовними діями, які утворюють сприятливі ґрунтові умови для росту і розвитку рослин. Висів рослин у непідготовлений ґрунт часто веде до їх повної загибелі.

Однак природні ліси і луки відтворюються взагалі без ніякої підготовки ґрунту, але в цьому випадку з сотень тисяч чи мільйонів насінин тільки деякі, що попадають у сприятливі умови, проростають і нормально розвиваються.

Особливої ретельності потребує підготовка ґрунту при пересадці дерев та чагарників із розсадників, щоб вони могли відновити частково зруйновану кореневу систему.

Після підготовки ґрунту верхній його шар повинен бути досить пухким, щоб в нього легко проходила волога та корені рослин. Крім того, в підготовленому ґрунті повинні нормально проходити мікробіологічні процеси, завдяки яким рослини забезпечуються доступними поживними речовинами.

Підготовка ґрунтів повинна відповідати їх властивостям, зменшуючи негативні та підсилюючи позитивні властивості ґрунтів.

Способи підготовки ґрунтів залежать не тільки від їх властивостей, але і від-виду тих чи інших насаджень, які культивують на даній території, від забур'яненості та забруднення ґрунтів, часу посадки та розмірів території.

При плановому озелененні території, закладенні парків та скверів, ґрунти під висадку готувати необхідно дуже ретельно; це, безумовно, забирає деякий час, але компенсується доброю приживаємістю рослин, їх ростом і буйним розвитком.

Для підготовки цих-ґрунтів застосовують різні заходи, які є в арсеналі спеціалістів сільського та лісового

господарств,

В зоні достатнього зволоження на природних ґрунтах для їх підготовки до озеленення застосовують весняну оранку. Після оранки і боронування копають ями під дерева та чагарники або засівають травами.

Застосовують також зяблевий обробіток, луцять стерню, якщо територія була під сільськогосподарськими культурами, і переорюють восени, залишаючи органіку на зиму. А навесні, після весняного боронування зябу, висаджують дерева, чагарники, сіють газонну траву.

В районах з дефіцитом вологи на забур'янених ділянках проводять парування ґрунту на протязі 4-5 літніх місяців.

При обробці пару культиваторами: знищуються бур'яни; в ґрунті накопичується волога; збільшується кількість рухомих поживних речовин, що утворюються при аеробному розкладі органічної речовини.

Негативний бік цього заходу полягає в неефективності використання даної території. Однак є випадки, коли без парового обробітку важко обійтися.

Розрізняють ранні та чорні пари. При ранньому парі оранку проводять рано навесні, літом проводять 2-3 культувації. Восени переорюють пар і висаджують дерева та чагарники.

Обробка чорних парів передбачає зяблеву оранку, ранньовесняне боронування, літню культувацію, переоранку. А восени проводять висадку дерев та висів трав. У дуже посушливих районах посадку бажано перенести на весну. В цих випадках після осінньої переоранки пару в зимовий період проводять снігозатримання, а навесні - боронування і посів.

Зелений або *сидератні пари* застосовують на ґрунтах легкого механічного складу, бідних на органічну речовину.

В якості сидератних культур (зелені добрива) найчастіше використовують однорічні або багаторічні бобові рослини, які збагачують ґрунт азотом, що фіксується їхніми бульбочками з атмосфери і зеленою органічною масою, яку заорюють в ґрунт і, розкладаючись, вона постачає в ґрунт поживні речовини, що накопичила в період вегетації.

Сидерацію, як один з найдешевших заходів підвищення родючості ґрунтів, необхідно застосовувати в міському озелененні. Більш того, в містах гній та інші органічні добрива є дефіцитом і не завжди є можливість їх застосувати, а зелені добрива - ефективний засіб в якості сидератів з успіхом можна використовувати і декоративні площини.

Багато декоративних дерев та чагарників не переносять кислу реакцію середовища. Тому при підготовці ґрунтів треба застосовувати вапнування.

Гіпсування застосовують при використанні солонців та солонцюватих ґрунтів.

Підготовка змитих ґрунтів передбачає заходи по припиненню змиву. Вибір заходів залежить від крутизни та експозиції селів, а також ступеня змитості ґрунтів. На невеликих схилах і слабкій змитості інколи достатньо виорати впоперек схилів глибокі борозни, які будуть затримувати стік. На більш крутих схилах будують спеціальні тераси.

Як видно, способів підготовки порушених ґрунтів багато, вони досить різні, а вибір цих заходів та їх комбінація залежить від стану та властивостей ґрунтів, а також від виду передбачуваного насадження.

При підготовці ґрунтів часто необхідно вносити органічні та мінеральні добрива, особливо в ґрунти, бідні поживними речовинами: піщані, змиті, насипні та інші.

На ґрунтах, добре заправлених добривами, рослини

краще розвиваються, збільшуючи свою декоративність. Квіти стають більшими, кольори більш виражені, листя стає крупнішим і довше не опадає восени.

Як же визначити, чи потребує даний ґрунт добрив і яких?

Різні види рослин мають неоднакову потребу до поживного режиму ґрунту. Наприклад, хвойні дерева добре розвиваються на кислих ґрунтах (рН близько 5-5,5), а липа потребує нейтральної реакції ґрунтового розчину.

Для нормального росту і розвитку дерев'янистих порід велике значення має забезпеченість ґрунтовою вологою.

Застосування добрив має і економічний бік. В останні роки добрива різко подорожчали, тому треба розраховувати витрати та ефект від застосування добрив.

При підготовці ґрунтів обов'язково проводиться агрохімічний аналіз і на його основі розробляється система застосування добрив.

Щодо застосування органічних добрив, то обмежень тут майже не існує. Особливість органіки в тому, що вона не тільки постачає ґрунт поживними речовинами, але й покращує їх фізичні властивості, додає в ґрунт велику кількість різноманітних мікроорганізмів, які переводять важкорозчинні сполуки в доступні для рослин форми. Тобто внесення органічних добрив позитивно впливає на всі ґрунти, а особливо - збіднені перегноєм.

Серед органічних добрив основним є гній.

Широке застосування та добру ефективність для покращання ґрунтів дає торф. Торф розрізняють на типи: верховий та низинний.

Торф верхових боліт утворюється зі сфагнуму і відрізняється великою кислотністю та збідненістю поживними речовинами. Без компостування, вапнування та змішування з мінеральними добривами його

використовувати неефективно.

Добрі властивості для удобрювання має добре розкладений торф низинних боліт, багатий на вапно.

Добрим органічним добривом вважається пташиний послід; де дуже концентроване органічне добриво і використовують його в якості рідких підкормок виключно розбавленим водою у співвідношенні 1: 5 або 1:10.

Можна використовувати також міські побутові відходи, але тільки після компостування та очищення від баласту (бите скло, шматки металу тощо).

Найчастіше при створенні міських зелених насаджень використовують так званий рослинний ґрунт. Його тільки умовно можна віднести до органічних добрив, якість його залежить від горизонтів, з яких його вивозять та використовують.

Найкращий рослинний ґрунт добувають тільки з верхніх добре гумусованих горизонтів природних ґрунтів. Рослинним ґрунтом суцільним шаром покривають поверхню оголених та порушених ґрунтів при утворенні газонів та квіткових клумб. Але при застосуванні рослинного ґрунту треба обов'язково знати результати його агрохімічного обстеження і корегувати його властивості в залежності від потреб.

Тільки родючий ґрунт може створити життєвий простір для нормального росту та розвитку рослинних організмів (дерев, чагарників тощо). Такий ґрунт повинен відповідати певним вимогам: оптимальна щільність зложення (1,1 -1,4 г/см³); наявність водостійкої зернисто-грудкуватої структури (розмір часточок 1-3 см); наявність поживних речовин в доступній для рослин формі; відсутність токсичних речовин та забруднювачів в шкідливих для рослин концентраціях.

Підготовка ґрунтового середовища у відповідності до означених вимог передбачає ряд заходів. *Агрофізичне*

та агрохімічне дослідження визначених об'єктів включає:

- визначення щільності зложення;
- визначення щільності твердої фази ґрунту;
- розрахунки загальної пористості та пористості аерації;
- визначення структури ґрунту;
- визначення реакції ґрунтового середовища (гідролітична кислотність - поглинутий водень, ступінь солонцюватості - поглинутий натрій);
- визначення ємності катіонного обміну. Цей показник необхідний при розрахунках норм меліоруючих матеріалів (дрібно або повне разове внесення в залежності від величини ємності вбирання);
- вміст нітратного та амонійного азоту ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$), мг/100 г ґрунту;
- вміст рухомого фосфору (P_2O_5), мг/100 г ґрунту;
- вміст обмінного калію (K_2O), мг/100 г ґрунту;
- мікробіологічний аналіз (загальна біологічна активність, наявність патогенних мікроорганізмів, збудників різних захворювань);
- визначення фітосанітарного стану ґрунту;
- наявність радіоактивних забруднювачів та важких металів.

На основі отриманих результатів аналізів розробляють необхідні заходи для приведення ґрунту в відповідний стан.

Піщані, супіщані та легкосуглинкові ґрунти з низькою природною родючістю потребують внесення високих доз органічних добрив. Ці ґрунти мають дуже низьку ємність вбирання, тобто вони не в змозі поглинати та утримувати воду, а з нею і всі необхідні поживні речовини. Тому основна задача на даних ґрунтах - збільшити ємність вбирання, що досягається внесенням органічних добрив, вирощуванням та заорюванням

сидеральних культур, внесенням торфу або глини з обов'язковим ретельним перемішуванням орного шару.

Глинисті, важкі за механічним складом ґрунти в більшості своїй ущільнені, слабодреновані - вони потребують додавання піску, торфу інших органічних матеріалів також з ретельним перемішуванням верхнього орного шару.

Всі види солонцюватих ґрунтів спочатку гіпсують, з метою виведення з ґрунтово-вбирного комплексу ґрунту поглинутого натрію і заміною його на кальцій. Утворений при гіпсуванні сірчаноокислий натрій, добре розчинна сіль, тому її промивають водою за межі ґрунтового профілю. Вносять гіпс при глибокій оранці з перевертанням скиби, промивають водою, а потім вносять органо-мінеральні добрива.

В практиці зеленого будівництва часто доводиться проводити повне відновлення, тобто створення родючого рослинного шару ґрунту. Це відбувається у випадках, коли озеленення проводять на пісках, скелястих породах або коли оголена материнська порода і родючий шар відсутній повністю. В таких випадках завозять чорноземний рослинний ґрунт або торфокомпости під газони шаром не менше 20 см, а в посадкові ями - скільки треба для заповнення. Внесення мінеральних добрив при цьому також необхідне. Перш ніж завозити рослинний ґрунт та вносити органічні та мінеральні добрива, верхній відновлюваний шар породи обов'язково розпушують до глибини 15-20 см [27].

12.3. Підготовка ґрунтів, що раніше використовувались в землеробстві

В таких ґрунтах рихлять верхній шар з одночасним внесенням меліоруючих матеріалів у відповідності з рекомендаціями, що відповідають результатам

агрохімічного аналізу. При цьому обов'язково враховують потреби культур, які будуть вирощуватись.

На основі виробничих дослідів, що зустрічаються в літературі, можна зробити наступні висновки.

З насипних ґрунтів, що використовуються в озелененні, дерева та чагарники найгірше розвиваються на свіжих будівельних відходах. Тому при посадці такий ґрунт необхідно замінити родючою ґрунтовою сумішшю не менш ніж на 70 % від об'єму посадкової ями і, крім того, поверхню посипати шаром рослинної землі на 10-15 см.

При висаджуванні дерев на глибоких піщаних ґрунтах на дно ями необхідно внести шар суглинку чи глини 15-20 см, а потім приготувати суміш з трьох частин піску та однієї частини рослинної землі або добре провітреного торфу і цією сумішшю засипати яму.

При освоєнні малопотужних насипних ґрунтів, що підстилаються природними ґрунтами, на поверхню треба насипати шар до 10 см рослинної землі або добре провітреного торфу.

При освоєнні піщаних та супіщаних ґрунтів крім рослинної землі та торфу бажано вносити повне мінеральне добриво, а при освоєнні ґрунтів з будівельними відходами - азотно-фосфорні добрива. Причому добрива необхідно вносити і на всю площу, і в суміші з рослинною землею в ями.

Наведені приклади освоєння та підготовки порушених ґрунтів і територій під озеленення є схематичними і дані тільки для найбільш типових ситуацій. Але в кожному конкретному випадку треба враховувати всі наявні фактори.

Найчастіше, такі ґрунти використовують як основне джерело заготівлі, так званого, "рослинного" ґрунту. А потреба такого ґрунту в зеленому будівництві дуже велика

і зростає з кожним роком. Готують “рослинний” ґрунт так. На визначеній території після оранки та внесення відповідних доз органічних та мінеральних добрив та інших необхідних меліоруючих речовин, весь орний родючий шар ґрунту згрібають бульдозерами в бурти висотою 2-3 м, а шириною - 4-6 м. Бурти нагортають на місцях з добрим під’їздом транспорту,

Ґрунт, що буде використовуватись при спорудженні квітників та трав’янистих спортивних газонів, обов’язково просіюють через металеві сітки з отворами 8 на 8 мм з метою відокремлення битого скла, інших інертних матеріалів та створення горіховатої структури, яка сприяє нормальному росту та розвитку декоративних культур.

Найбільш ефективним методом покращення ґрунтів самого об’єкту озеленення є сидерація.

Зелене добриво - це свіжа рослинна маса, яка заробляється у ґрунт для збагачення його органічною речовиною та елементами живлення. В якості сидератів можуть використовуватись бобові культури (люпин, середела, буркун жовтий, вика озима, еспарцет, астрагал, чина та ін.), хрестоцвітні (гірчиця, ріпак, редька олійна, суріпиця) та злакові.

Зелене добриво, як і будь-яке інше органічне добриво, здійснює багатосторонній позитивний вплив на властивості ґрунту і на врожай сільськогосподарських культур. В залежності від умов його використання на 1 га ріллі заробляють 35-45 т сирової органічної маси (при посіві бобових сидератів). В зеленій масі сидератів знаходиться приблизно така ж кількість (або й більша) азоту, як і у гної; фосфору і калію у ній менше.

Зароблене зелене добриво дещо знижує кислотність ґрунту, підвищує її буферність, ємність поглинання, вологостійкість, водопроникність, покращує структуру, зменшує рухомість алюмінію, різко покращує

життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів.

Як вказує Б.А. Ягодін та ін. (1989) найбільш сильну післядію на живлення наступних культур мають кореневі та післяжнивні рештки бобових, в яких вузьке, близьке до гною співвідношення між вуглецем та азотом. У зв'язку з цим мінералізація проходить інтенсивніше, а коефіцієнт використання близький до органічних добрив. Перш за все потрібно враховувати їх післядію при внесенні азотних добрив.

Так, використання азоту з післяжнивно-кореневих решток бобових культур першою, другою та третьою культурою дорівнює відповідно 20-25, 15-20 та 5-10 %. Прийнято вважати, що одна тонна сіна у вигляді кореневих та післяжнивних решток містить 10-25 кг азоту, тобто якщо урожай сіна за два роки складе 6 т/га, то в ґрунті залишиться близько 100 кг/га азоту. Наступна культура (наприклад, зернова) використає 25 % азоту або 30 кг, що еквівалентно $42 \text{ кг азоту мінеральних добрив} \div 60 \times 100 = 42$, де 60 коефіцієнт використання азоту рослинами в перший рік із мінеральних добрив). В пожнивно-кореневих залишках зернобобових культур (однорічних трав) міститься 1/2 частина азоту від його господарського виносу врожаєм, а багаторічних бобових трав першого року використання в 1-1,5 рази більше.

12.4. Підготовка ґрунтів на території колишніх звалищ та смітників

Насамперед звалищні та смітникові маси досліджують на предмет санітарної гігієни, встановлюють ступінь їх забруднення токсичними матеріалами, носіями епідемічних захворювань тощо. Тільки після одержання позитивних результатів відповідних аналізів і дозволу санітарно-епідемічної служби, на території звалища, відведеної під озеленення, при невеликому шарі побутових

відходів та різного сміття, починають відповідні підготовчі роботи в такій послідовності:

Територію планують, вирівнюють зчищають від крупних відходів і рихлять верхній шар.

Плантажним оралом нарізують траншеї (глибина 50-60 см) на відстані одна від одної біля 0,5 м. Це роблять з метою збільшення аерації на глибині ґрунтового профілю, що веде до підсилення окислювальних процесів, відводу накопичень шкідливих газів, вилуговування інших токсичних мінеральних та органічно-мінеральних сполук атмосферними опадами або штучним зрошенням.

Наступного року, через вегетаційний період, дану ділянку знову вирівнюють, планують, орють на глибину 25-30 см, боронують.

Після виконання цих робіт, в залежності від умов та необхідності подальшої меліорації, приступають до озеленення даної території.

12.5. Підготовка ґрунтів наливних територій

Ґрунтовий покрив наливних територій створюється штучно при різних гідротехнічних будівництвах та роботах. Ці ґрунти легкі піщані за механічним складом. Дуже корисні в агрономічному відношенні мулісті та пилуваті фракції в даних ґрунтах відсутні. Тому, в першу чергу, такі ґрунти потребують гайнування, внесення підвищених норм органічних добрив та глибокої (до 40 см) оранки з ретельним перемішуванням всього меліоруючого горизонту. Перераховані заходи ведуть до збільшення величини ємності вбирання, створення більш потужного ґрунтового-вбирного комплексу цих ґрунтів, що дозволяє на більш тривалий час затримувати в верхньому шарі воду, а нею і розчинні елементи живлення.

Досить ефективним заходом освоєння та покращення наливних ґрунтів є сидерація, Вирощування

та заробку в намівні ґрунти сидератів бажано проводити на протязі двох-трьох років. Це дасть можливість отримати досить продуктивний родючий шар ґрунту з певним запасом органічних та мінеральних поживних речовин, з непоганими водно-фізичними властивостями. Такий ґрунт можна використовувати як на своєму місці, так і з перевезенням на інші об'єкти.

12.6. Меліорація порушених ґрунтів

Основними заходами, що можуть зменшити шкідливий вплив поглинутих ґрунтом радіоактивних ізотопів і зменшити попадання радіонуклідів в трофічний ланцюжок є такі:

Заміна радіонуклідів, що поглинаються рослинами їх конкурентами – аналогами. Цей захід реалізується внесенням в ґрунт підвищених норм калію, кальцію, магнію тощо.

Внесення в ґрунт таких хімічних сполук та елементів, що сприяють їх необмінному закріпленню через підсилення хімічної, фізико-хімічної та фізичної вбирної здатності ґрунтово-вбирного комплексу. Такими сполуками можуть бути: органічні добрива, фосфорна ті калійні солі, глинисті мінерали.

Забруднення насиченого радіонуклідами шару ґрунту та більшу глибину, по можливості за межі кореневої системи культивованих рослин.

Висівання спеціальних рослин, що для свого розвитку поглинають радіонукліди з ґрунту з подальшою утилізацією та дезактивацією вирощеної продукції.

На ґрунтах забруднених важкими металами треба застосовувати всі сучасні методи меліорації.

Перш за все за аналогією з відновленням радіоактивно забруднених ґрунтів треба провести роботи по зв'язуванню елементів важких металів в нерухомі

важкорозчинні форми. Одним з методів рішення цієї проблеми може бути регулювання реакції ґрунтового середовища шляхом проведення вапнування кислих ґрунтів та гіпсування лужних.

Крім того зв'язувати важкі метали в нерухомі сполуки можна внесенням в ґрунт спеціальних органічних та органо-мінеральних сорбентів. Заслуговує увагу і підбір рослин та сортів, що накопичують мінімальну кількість важких металів, або навпаки - велику кількість але з умовою системного вирощування таких культур, їх подальшої утилізації до отримання нешкідливих концентрацій важких металів.

12.7. Приготування родючих ґрунтових сумішей

Садово-паркове будівництво потребує великих запасів родючого ґрунту, а джерела отримання такого ґрунту обмежені і вже практично вичерпані. Тому розробляються та широко застосовуються інші альтернативні способи виготовлення та заготівлі штучних родючих ґрунтових сумішей.

Одним з методів приготування ґрунтової суміші, альтернативної “рослинному” ґрунту є компостування. Компостування це біологічний процес швидкого розкладання різних органічних речовин, в результаті якого утворюється та накопичується певний запас поживних речовин в доступній для рослин формі. Основну роль в даному процесі відіграють багаточисельні мікроорганізми, які умовно можна поділити на три великі групи:

Мікроорганізми, що розкладають рослинні рештки до перегною. Це гнилісні бактерії, що засвоюють та перетворюють білкові, рослинні та тваринні рештки, маслянокислі та пектин розкладаючі бактерії, мікроскопічні грубки тощо.

Мікроорганізми, що розкладають та мінералізують

перегній, а також фіксатори азоту (нітрифікатори, амоніфікатори), бактерії, що розкладають орґанофосфати.

Силікатні мікроорґанізми, що руйнують мінеральні речовини ґрунту і виділяють в доступних рослинам формах сполуки фосфору, калію, сірки тощо.

Компост, що вносять в ґрунт, являє собою енергетичний матеріал, який здатний забезпечити підвищення біологічної активності любого субстрату. Разом з цим це джерело мінерального живлення рослин, різних ферментів, каталізаторів, вітамінів.

При компостуванні любых природних орґанічних речовин під впливом перерахованих груп мікроорґанізмів проходить їх розклад та мінералізація до рухомих доступних рослинам сполук.

Початок компостування супроводжується підйомом температури компосту до 60-70° С, потім іде її поступове зниження до 30-40°С. Найкращі умови для розкладання орґанічної речовини наступають при вологості субстрату 60-80%. Продуктом компостування є гомогенна дрібнозерниста орґано-мінеральна речовина з високим вмістом поживних сполук та оптимальними фізичними та водно-фізичними властивостями.

Основним і найкращим компонентом для приготування орґано-мінеральних компостів та сумішей є торф. Відомо, що торфовища утворюються в понижених елементах рельєфу при тривалому перезволоженні в анаеробних умовах. Оскільки, подібні умови можуть складатись в різних місцях, тобто на різних материнських породах, під впливом ґрунтових вод різного складу, під різною рослинністю, то і торф, відповідно, має різний хімічний склад, неоднакові фізико-хімічні та фізичні властивості. Тому при використанні торфу для удобрення ґрунтів та приготування компостів треба обов'язково мати результати повного агрохімічного аналізу.

Існує певна класифікація торфів. Торфовища низинних боліт, що утворились за участю жорстких, ґрунтових вод, більш мінералізованих багатих карбонатами кальцію та інших речовин, відрізняються порівняно невисокою кислотністю і досить значним запасом поживних речовин. Низинний торф має три види: трав'янисто-моховий, вільховий та березово-сосновий. Для компостування найкраще підходить вільховий торф, добре розкладений (на 40-80 %) вільховий торф характеризується найбільшим вмістом карбонатів кальцію

Азоту – 2-3,5 %, фосфору та калію – 0,2-0,3 %, карбонатів кальцію – 2-6 %. Колір цього торфу - чорно-коричневий, глибина залягання – 1-2,5 м.

Низинні болота, вкриті трав'янисто-сфагновим або сфагновим слабо розкладеним (до 15 %) покривом, називаються перехідними. Найчастіше перехідні болота утворюються по краях верхових боліт і мають значну площу. Потужність шарів торфу перехідних боліт може досягати 4 м. Цей торф має значно вищу кислотність, ніж низинний і менший вміст карбонатів кальцію та інших поживних елементів: азоту 0,7-1,8 %, фосфору та калію до 0,1 %, карбонатів кальцію 0,5-1,5 %. При цьому нижні шари мають дещо менший рівень кислотності і більше поживних речовин. Тому при заготівлі торфу для компостів з таких торфовищ, верхні шари відбирають і готують окремо за іншою технологією.

Болота, які мають великий шар сфагнових торфів (більше 0,5 м) називають сфагновими або верховими. На верхових болотах формуються потужні шари бурого та світло-коричневого, слабозкладеного (до 30 %) торфу товщиною до 68 м, він має підвищену кислотність і низький вміст поживних речовин – азоту 0,6-1,2 %, фосфору та калію 0,05-0,07 %, карбонатів кальцію 0,2-0,5 %.

Найбільш простим та малозатратним методом заготівлі торфу як меліоруючого органічного матеріалу для малородючих ґрунтів є його провітрювання. Вологість торфу має дуже високі показники. Низинні та перехідні торфи мають вологість в межах 70-85 %, а верхніх шарах верхових торфів вона досягає 95 %. Після провітрювання вологість може знизитись до 56-60 %. При висиханні торфова маса саморозрихлюється і під впливом аеробних умов втрачає ряд своїх несприятливих для рослин властивостей.

При провітрювання слабокислого торфу на протязі року в ньому підвищується мікробіологічна активність, що веде до інтенсивного його розкладання і переведу частини органічних та мінеральних речовин в доступні для рослин форми. Провітрений торф при озелененні використовуються не тільки для утворення газонів і висадці дерев'янистої чагарникової рослинності, але і для покращення збіднених та порушених міських ґрунтів (для утворення зв'язності піщаним бідним на гумус ґрунтам, або розрихлення щільних важкосуглинкових та глинистих ґрунтів).

У садово-парковому господарстві застосовують верховий торф з додаванням мінеральних добрив – торфо-мінеральні аміачні добрива (ТМАУ). В якості добрива в садово-парковому будівництві добре себе зарекомендувала, так звана, орґано-мінеральна суміш.

Виготовлення такої суміші проводять на спеціально підготовлених ділянках. Підготовчі роботи такі:

- 1) Вирівнювання та планування території.
- 2) Створення ухилу для стоку атмосферних вод.
- 3) За необхідністю пониження рівня підґрунтових вод.
- 4) Основним компонентом для приготування

органо-мінеральної суміші використовують торф, параметри якого повинні відповідати певним вимогам:

- зольність – не більше 45 %;
- ступінь розкладу – не менше 15 %;
- вміст оксидів заліза (в перерахунку на суху речовину) – не більше 1 %.

Завезений на підготовлену ділянку торф розрівнюють загальним шаром 1-1,5 м, видаляють сторонні крупні включення і вносять вапнякові та мінеральні добрива. Розрахунки доз зазначених добрив проводять у відповідності до результатів повного агрохімічного аналізу субстрату. Після внесення добрив проводять дискування торфу з одночасним перемішуванням, компонентів суміші, проводять глибоке рихлення або оранку з метою підсушення. Проводять повторне дискування та очищення від сторонніх включень. Шар торфо-мінеральної суміші до 20 см згрібають у вали висотою до 2 м і шириною – 6 м. На місцях вільних від валів, знов вносять відповідну кількість мінеральних та вапнякових добрив і проводять такі самі операції для наступного шару торфу і т.д. Кожен підготовлений шар ґрунту згрібають у вали, потім з отриманої орґано-мінеральної суміші формують штабеля тригранного перерізу висотою до 3 м. Мінімальний термін природного висушування та компостування орґано-мінеральної суміші 3 місяця.

Оцінку якості отриманої орґано-мінеральної суміші проводять в агрохімічній лабораторії відповідно стандартів. *Оптимальними параметрами орґано-мінеральної суміші є:*

- 1) Зольність – не більше 45 %.
- 2) Ступінь розкладу – не менше 20 %.
- 3) Вміст оксидів заліза (в перерахунку на суху речовину) – не більше 1 %.

4) Забруднення сторонніми домішками (розмір більше 25 мм) – не більше 15 %.

5) Реакція середовища (рН) – 5-6.

6) Вміст азоту ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) – 0,4 %.

7) Вміст фосфору (P_2O_5) за Кірсановим 0,2%.

8) Вміст калію (K_2O) за Кірсановим 0,2%.

Крім того, в якості добрив в міських та приміських умовах можна використовувати осад міських стічних вод, які пройшли спеціальний обробіток (бродиння в мезофільних або термофільних умовах, термічне висушування або компостування). Вміст поживних речовин у відповідно оброблених осадах, має дуже широкі межі в середньому такі: рН_{сол.} 6-12, азот – 0,2-0,6 %, фосфор – 0,4-1,0 %, калій 0,15-0,5 %, зольність – 45-70 %.

В практиці озеленення використовують також мулові зброжені осади, які пройшли термофільне бродіння і висушені до вологості 65-80 %. В останні роки в якості органічних добрив в зеленому будівництві почали використовувати тирсу та кору дерев. Тирсу та подрібнену кору дерев змішують з піском, змочують аміачною водою чи розчином аміачної селітри (з метою запобігання процесів денітрифікації) використовують для посадки дерев та чагарників на піщаних ґрунтах. Агрохімічні параметри кори дерев такі: фосфор – 0,35-0,76 %, кальцій – 0,93 %, калій – 0,37 %, в малих кількостях присутній азот та деякі мікроелементи. Для більш ефективного використання кори дерев та тирси в якості добрив треба зруйнувати в них механічні зв'язки між лігніном, целюлозою та іншими сполуками – для цього вихідний матеріал подрібнюють і чим дрібніше, тим краще. Одночасно в подрібнений субстрат вносять азотно-фосфорні добрива і ретельно перемішують, з метою прискорення процесів окислення вмісту клітин. Термін приготування – 4-6 місяців.

Отримувати компости можна також використовуючи листя, скошену траву, бур'яни, солому тощо. Площа для компостування повинна бути на сухому підвищеному місці і ущільнена глинистою основою. На підготовлену ділянку по черзі укладають шар провітреного торфу 15-20 см, потім шар компостного матеріалу 15-20 см, знову шар торфу, потім компостний матеріал і так далі до висоти штабеля 1-1,5 м при ширині його основи 2-3 м. Весь штабель вкривають шаром торфу 15-20 см. Термін компостування 1 рік. При такому компостуванні бажано додавати фосфорні та вапнякові добрива (2-3 % від маси штабеля) і періодично змочують водою, а краще гноївкою. Кожні 3-4 місяця компостні штабеля перемішують для доступу повітря в середину. Компост вважається готовим коли він перетвориться в гомогенну однорідну чорну дрібнозернисту масу. Контроль за дотриманням правил отримання якісного компосту проводять шляхом періодичного проведення агрохімічних аналізів (після кожного перемішування) для отримання заданих аналізів.

Обдєрновування. Особливо важко створювати одєрновані газони на схилах особливо штучних. При будуванні різних шляхових споруд схили в основному піщані, легко видуваються вітром та потоками води.

Джерелами одєржання дернини можуть бути: спеціалізовані господарства дернові розсадники, природні луки добре розвинутою рослинністю, ділянки культурних газонів в садах та парках тощо.

В спеціалізованих господарствах вирощують дернові килими. Вирощують їх на непроникній для коренів трав основі (наприклад, на поліетиленовій плівці) На підготовленій основі тонким шаром розміщують субстрат (суміш провітреного торфу та рослинного ґрунту співвідношенням 1:1) або торф з компостом (4:1). Шар субстрату повинен бути біля 10 см. Основні агрохімічні

параметри субстрату: реакція середовища рНсол. 5,6-7,5, азот 0,3-0,4 %, фосфор 0,5 %, калій 0,3 %. При необхідності до субстрату додають відповідні дози мінеральних добрив та вапна. По підготовленому субстрату висівають суміш газонних трав. Далі проводять необхідні операції для нормального росту та розвитку рослин. Коли трава відросла до висоти 12-15 см, її скошують до висоти 4-5 см. Дернина вважається готовою, якщо скочується в рулон. У вигляді таких рулонів її транспортують на об'єкти озеленення.

Перспективним напрямком є вирощування дернини на термогідрофільних пластинах та пластиковій сітці. Така дернина використовується при спорудженні спортивних майданчиків, полів тощо.

Підготовка ґрунту під обдерновку принципово нічим не відрізняється від підготовки її під посів, але при обдерновуванні піщаних схилів, особливо з великою крутизною, підготовка має свої особливості. По-перше, по всьому піщаному схилу укладають шар глини товщиною 6-8 см і вносять органо-мінеральні добрива, потім утрамбовують. Обдерновку ведуть у два шари: нижній шар укладається трав'янистим покривом до низу, а другий, трав'янистим покривом догори, на нього. Це дозволяє підвищити стійкість дернини і забезпечити кращий поживний шар для трав. Шар глини, покладений на піщану основу, затримує вологу в верхньому шарі, де розвивається коренева система і запобігає вимиванню поживних речовин.

12.8. Компости, їх види та методи приготування

Найбільше поширення мають компости, приготовлені на торф'яній основі з застосуванням гною та пташиного посліду. Знайшли широке застосування також компости з твердих побутових та промислових відходів.

В залежності від компонентів, що входять до складу компостів, вони діляться на види: торфогнойові, торфопослідні, торфово-фекальні та комплексні. За необхідністю в компости додають мінеральні добрива та меліоруючі матеріали в залежності від мети подальшого застосування компостів.

Технологія приготування різних видів компостів в основному визначається фізико-механічними властивостями компонентів – вологість, щільність зложення, сипкість, липкість, в'язкість тощо. А також результатами агрохімічного аналізу компонентів - реакція середовища, вміст поживних речовин, токсичних матеріалів тощо.

Високоякісний компост повинен являти собою гомогенну темну сипучу масу з вологістю не більше 75 % і близькою до нейтральної (рН 7) реакцією середовища. В залежності від компонентів компосту та якості торффу фізико-хімічні показники та агрохімічні властивості органічних та органо-мінеральних компостів може бути різним.

Для отримання високоякісного компосту необхідно виконувати всі вимоги технології приготування та вмiти керувати процесами, що мають місце в компостних масах (температура, вологість, аерація, реакція середовища тощо).

При оптимальних умовах аерації та вологості під впливом мікробіологічних процесів, температура в середині компосту підвищується до 70° С. При такій температурі проходить процес пастеризації, внаслідок чого насіння бур'янів втрачають схожість, гинуть яйця гельмінтів та інших патогенних організмів, тобто проходить самоочищення та знезаражування, в той же час процеси, внаслідок яких утворюються доступні рослинам поживні речовини, отримують інтенсивний розвиток.

Основні фізико-хімічні властивості та співвідношення поживних речовин залежить від виду, часу та умов закладання компосту, якісних показників основного компоненту – торфу. Зменшувати втрати поживних речовин та збільшити корисну цінність компосту можна шляхом додавання до нього фосфорних та калійних добрив, а при необхідності, в разі використання кислого торфу, обов'язково додають вапнякові матеріали. При цьому всі мінеральні компоненти треба обов'язково ретельно перемішувати з органічною частиною компосту.

Місця для компостування треба вибирати враховуючі можливі мінімальні втрати при перевезенні компосту та його компонентів. Тимчасові та стаціонарні ділянки для приготування компостів треба розміщати за рельєфом нижче жилих та виробничих будівель з урахуванням напрямлення рози вітрів на ділянки компостування по відношенню до інших об'єктів. Не можна розміщувати ділянки в низовинах, заболочених місцях, а також, що особливо важливо, поблизу річок, озер, інших водоймищ (не ближче – ніж 200 м від берегів), колодці в, артезіанських свердловин (не ближче 300 м). По периметру підготовленої ділянки обов'язково риють водовідвідні канали

Термін досягання компосту, що закладають у весняно-літній період складає 2-3 місяці, а при закладанні в зимовий період – термін збільшується до 4-5 місяців.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Поняття рекультивації земель.
2. Етапи рекультивації земель.
3. Особливості рекультивації та підготовки ґрунтів на об'єктах зеленого будівництва.
4. Підготовка ґрунтів до використання, що раніше використовувались в землеробстві.
5. Підготовка ґрунтів до використання на території колишніх звалищ та смітників.
6. Підготовка до використання ґрунтів на мивних територій.
7. Меліорація ґрунтів.
8. Приготування родючих ґрунтових сумішей.
9. Компости, їх види та методи приготування.

13. АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

Агроєкосистема являє собою складну систему зміненою людиною для виробництва сільськогосподарської продукції. В ній збереглися всі основні елементи природного ландшафту, але людина змінила їх, створивши нові фітоценози та ввівши додаткові елементи – захисні лісові насадження, гідромеліоративні системи, будинки і споруди, щоб забезпечити не лише максимальну продуктивність агроландшафту, але і його стабільність та стійкість.

У процесі сільськогосподарського виробництва використовуються природні ресурси – ґрунт, вода, повітря, сонячна радіація. Протягом тривалого використання ґрунту його речовинний склад піддається істотним змінам: руйнується, забруднюється, втрачає елементи живлення та корисні властивості. Негативному впливу піддаються також водні об'єкти, забруднюється приземний шар атмосфери, а отже виникає небезпека руйнації агроландшафту. Це, в свою чергу, викликає необхідність спостереження за ґрунтовими параметрами, визначення динаміки родючості ґрунту і застосування відповідних методів, спрямованих на підтримку такого її рівня, який би забезпечив одержання необхідної кількості продукції в агроєкосистемі.

Використання вологи рослинами потребує моніторингу водного режиму та водного балансу як основи для керування водним режимом сільськогосподарських культур. Продукційний процес пов'язаний із тепловим режимом, потоками сонячної радіації. Тому необхідними є спостереження і збір інформації про стан погоди та метеорологічні умови, які впливають на продукційний процес.

Важливою складовою частиною загальної системи

моніторингу є агроекологічний моніторинг, який являє собою систему спостережень і контролю за станом і рівнем забруднення агроекосистем, продуктивністю їх фітоценозів в процесі інтенсивної сільськогосподарської діяльності.

Основною метою агроекологічного моніторингу є створення високопродуктивних, екологічно збалансованих та стійких агроекосистем, які забезпечують одержання екологічно безпечної продукції і базуються на основі раціонального використання та розширеного відтворення природно - ресурсного потенціалу та обґрунтованого застосування сучасних технологій.

До завдань агроекологічного моніторингу належать:

- організація системи спостережень за станом агроекосистем;
- отримання систематичної і об'єктивної оперативної інформації з регламентованого набору обов'язкових показників, що характеризують стан і функціонування основних компонентів агроекосистем;
- аналіз і оцінка одержуваної інформації;
- прогноз можливих змін стану агроекосистем у найближчій і віддаленій перспективі;
- прийняття управлінських рішень і вироблення практичних рекомендацій;
- консультації, попередження виникнення екстремальних ситуацій і обґрунтування шляхів виходу з них.

Основними принципами агроекологічного моніторингу є:

- а) комплексність, тобто одночасний контроль за основними групами показників, що відбивають найбільш істотні особливості агроекосистем (показники ранньої діагностики змін: показники, що характеризують сезонні

або короткотермінові зміни: показники довгострокових змін);

б) безперервність контролю за агроекосистемою, що передбачає сувору періодичність спостережень за кожним показником з урахуванням можливих темпів і інтенсивності його змін;

в) єдність мети і завдань досліджень, проведених різними фахівцями (агрометеорологами, агрохіміками, гідрологами, мікробіологами, ґрунтознавцями і т.д.) за погодженими програмами під єдиним науково-методичним керівництвом;

д) системність досліджень. тобто одночасне дослідження блоку компонентів агроекосистеми: атмосфера - вода - ґрунт - рослина - тварина - людина;

е) вірогідність досліджень, яка передбачає, що їх точність повинна перекривати просторове варіювання і супроводжуватися оцінкою вірогідності розходжень;

с) одночасність спостережень за системою об'єктів розташованих у різних ґрунтово-кліматичних зонах [31].

В агроекологічному моніторингу виділяються дві взаємозалежні за інформаційною базою підсистеми: наукова і виробнича.

Науковою підсистемою є полігонний агроекологічний моніторинг.

Такий моніторинг може здійснюватися на ділянках тривалих дослідів, постійних ділянках спостереження, реперних точках. За умови оснащення сучасними приладами й устаткуванням він дозволяє проводити фундаментальні дослідження з широкого спектру питань.

Виробнича підсистема включає моніторинг усіх використовуваних сільськогосподарських площ за порівняно невеликим набором показників щорічно.

Єдина система агроекологічного моніторингу дозволяє зосередити зусилля для проведення всебічних

спостережень і наступної просторової оцінки екологічного стану земель і інших базових елементів агроєкосистем. На цій основі можливою стає розробка досить об'єктивної системи інформації для вирішення короткострокових і довгострокових агроєкологічних задач.

Основними методами ведення агроєкологічного моніторингу є полігонний та суцільний методи. При застосуванні полігонного методу в якості полігонів для агроєкологічного моніторингу використовуються тривалі досліді географічної мережі. Доцільність використання таких полігонів визначається тим, що вони, як правило, відображають систематичний вплив на ґрунт та інші компоненти екосистеми найбільш широко розповсюдженого техногенного фактора – добрив і пестицидів, і проводяться в суворій відповідності з вимогами єдиної методики на тлі високої агротехніки, що рекомендується зональними системами землеробства. При цьому широкий набір варіантів з різним хімічним навантаженням дозволяє в кінцевому рахунку установити екологічно оптимальні системи добрив і засобів захисту для конкретних ґрунтово-кліматичних умов, розробити обґрунтовані нормативи навантажень, уточнити ГДК тощо.

Використання в якості полігонів агроєкологічного моніторингу опорних базових варіантів тривалих дослідів спрямоване на еколого агрохімічну оцінку:

- різного насичення ґрунтів мінеральними добривами (особливо азотними);
- використання хімічних засобів захисту рослин, стимуляторів росту і т.д.:
- застосування меліорантів (вапна, гіпсу й ін.);
- органічних добрив, рослинних решток проміжних культур, сидератів; біологічних (без або з мінімальним використанням засобів хімізації) систем землеробства.

Полігон, що базується на тривалих дослідях, складається і трьох-чотирьох варіантів з різними системами землеробства, насиченістю добривами і засобами захисту рослин і ін. Набір же варіантів при проведенні агроекологічного моніторингу обов'язково повинний охоплювати весь спектр досліджуваних рівнів продуктивності (як оптимальні, так і екстремальні).

Зокрема, він повинен включати варіант:

- з інтенсивним вирощуванням сільськогосподарських культур, то забезпечує максимальну для даних зональних умов продуктивність сівозміни на основі використання прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур (перший рівень продуктивності);

- з використанням інтегрованих систем внесення добрив і засобів хімічного захисту рослин, що забезпечують досить високу продуктивність на основі використання низьких і середніх доз добрив і «м'яких» способів застосування хімічних засобів захисту рослин за економічними порогами шкідливості (другий рівень продуктивності);

- з біологічним способом ведення землеробства, заснованим на використанні лише органічних добрив, проміжних культур, заорюванні соломи і т.д., у сівозмінах з достатнім вмістом бобових для забезпечення всіх культур сівозміни біологічним азотом при біологічній і агротехнічній системах захисту рослин (третій рівень продуктивності);

- що відповідає абсолютному контролю (екстенсивний спосіб ведення землеробства), який відображає сучасну природну родючість орних угідь даної зони (четвертий рівень продуктивності).

У залежності від конкретних умов можна розглядати варіанти зі зрошенням, використанням

хімічних меліорантів тощо.

Комплексні полігонні дослідження дозволяють оцінити екологічність тих або інших систем землеробства і технологію вирощування культур. Разом з тим залишається нерозкритим значення окремих прийомів і їхніх поєднань у контексті позитивного або негативного впливу на навколишнє середовище. Для їх вивчення слугують стаціонарні польові дослідження, причому цінність результатів визначається їх тривалістю.

Найбільш інформативними є тривалі багатофакторні дослідження. Вивчаючи в таких дослідженнях кілька факторів, можна досить об'єктивно оцінити можливу роздільну або спільну їх дію на досліджувані показники і процеси. Широкий діапазон факторів слугує підставою для вибору оптимальних їх значень з урахуванням агрономічних і екологічних критеріїв оптимальності.

У систему агроекологічного моніторингу входять блоки, які забезпечують збір та аналіз інформації про продуктивність агроландшафту, функції його елементів, рівень стійкості. *Серед них розрізняють наступні:*

- ґрунтовий, у тому числі мікробіологічний підблок;
- метеорологічний;
- гідрологічний;
- агрофітоценологічний;
- санітарно-гігієнічний.

Здійснення моніторингу в межах кожного блоку побудоване на основі використання методів моніторингу атмосфери, ґрунту і гідросфери.

Однак, проведення моніторингу по кожному з цих блоків має певні особливості. Основна увага при моніторингу агроландшафтів приділяється ґрунтовому моніторингу. Інтенсивне сільськогосподарське використання ґрунту призвело до його руйнування ерозійними процесами, в ґрунті залишається певна

кількість пестицидів, застосовуваних для захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб. Хімізація землеробства супроводжується нагромадженням в ґрунті важких металів. Випадання радіоактивних опадів і кислотних дощів є причиною небезпечного забруднення ґрунту радіоізотопами, кислотами.

Тому ґрунтовий блок моніторингу включає збір наступної інформації про:

- рівень втрат ґрунту внаслідок ерозії;
- динаміку активної й обмінної кислотності;
- динаміку вмісту гумусу, рухомих форм калію, фосфору, обмінних основ ґрунту;
- концентрацію важких металів і залишків пестицидів;
- динаміку структурного складу орного шару ґрунту;
- водний баланс ґрунту;
- сольовий баланс ґрунту;
- динаміку найважливіших груп мікроорганізмів.

Одним з основних компонентів агроecosystem є агрофітоценози. Головним компонентом яких являються сільськогосподарські культури, що впрошуються в тій чи іншій ґрунтово-кліматичній зоні.

У агрофітоценотичний блок входять наступні спостереження:

- розвиток рослин в онтогенезі;
- кількість і якість врожаю сільськогосподарських культур в кінці вегетації.

Також збирають дані про всі динамічні показники формування агрофітоценозу (нагромадження біомаси; формування листової поверхні для наступного розрахунку використання фотосинтетичного потенціалу, розвиток асиміляційної поверхні листків; зміна структури агрофітоценозу і його оптико-біологічна характеристика з

оцінкою коефіцієнта корисної дії використання променистої енергії; закладання і реалізація елементів продуктивності рослин),

У метеорологічний блок агроекологічного моніторингу входять наступні спостереження: температура повітря і ґрунту; вологість повітря і ґрунту; напрямок і швидкість вітру; радіаційний баланс і його складові.

До складу гідрологічного блоку агроекологічного моніторингу входять спостереження за: вологістю і запасами вологи в ґрунті; водним балансом активного шару ґрунту.

У санітарно-гігієнічний блок моніторингу входить контроль за якістю води, ґрунту, атмосфери і, головне, продуктів харчування. Санітарно-гігієнічний вид моніторингу агроландшафтів має ту особливість, що він включений у різні види екологічного моніторингу і широко здійснюється як контроль за якістю води, ґрунту, атмосфери і, головне, продуктів харчування людини. Санітарно-гігієнічний моніторинг у даний час набув досить актуального значення. Активний техногенез сформував потоки різних техногенних забруднювачів в організмі людини. У сільському господарстві застосування пестицидів викликало необхідність проведення спостереження за концентрацією залишків пестицидів у ґрунті, їх міграцією по трофічних ланцюгах, залученням у біологічний кругообіг речовин.

За територіальним охопленням розрізняють територіальний, регіональний і локальний види агроекологічного моніторингу.

Територіальний агроекологічний моніторинг пов'язаний з необхідністю спостереження за станом ландшафтів на планеті, які відчують вплив техногенезу в сільському господарстві. Прикладом такого моніторингу є моніторинг екологічної ситуації на великій території,

пов'язаний із проведенням великих гідромеліоративних заходів. У 70-80-х роках минулого століття такий моніторинг був проведений у нижній течії ріки Дунай у зв'язку з проектом перекидання річкового стоку в південні райони Одеської області. Територіальний екологічний моніторинг був проведений у зв'язку з висиханням Аральського моря й активним опустелюванням величезної території півдня Казахстану і заходу Узбекистану.

Регіональний агроекологічний моніторинг необхідний як сигнальний інструмент, покликаний виявляти небезпечні, кризові ситуації, що виникли як результат ведення сільського господарства. При регіональному агроекологічному моніторингу виявляються екологічно небезпечні території, визначаються задачі, розробляється програма і методи моніторингу. Здійснення регіонального агроекологічного моніторингу протягом ряду років часто є основою для ухвалення рішення про організацію територіального моніторингу. Так, здійсненню територіального екологічного моніторингу в басейні Аралу передував регіональний моніторинг.

Локальний агроекологічний моніторинг проводять у науково-дослідних установах, дослідно-показових і базових господарствах, розташованих в основних ґрунтово-кліматичних регіонах держави. У його задачі входять:

- спостереження за онтогенетичним ростом і розвитком сільськогосподарських культур в зв'язку з погодними умовами;
- проведення систематичних спостережень за станом основних компонентів агроєкосистеми (ґрунт-водорослини) під впливом інтенсивного застосування засобів хімізації;
- оцінка і прогноз змін стану названих компонентів у залежності від техногенних навантажень;

- вивчення й оцінка високоефективних екологічно безпечних технологічних прийомів у землеробстві і розробка заходів для їх широкого застосування у виробничих умовах.

У системі локального моніторингу проходять апробацію основні технологічні рішення, отримані на полігонних об'єктах.

З точки зору методології збору екологічної інформації розрізняють наступні види екологічного моніторингу агроландшафтів: стаціонарний; експедиційний; дистанційний.

Стаціонарний моніторинг агроландшафтів використовується при проведенні локального моніторингу на спеціальних полігонах в наступних блоках: ґрунтовий; метеорологічний; гідрологічний; агрофітоценотичний.

Експедиційний вид застосовується при проведенні територіального моніторингу. Він необхідний як сигнальний інструмент, покликаний виявляти небезпечні, кризові ситуації, що виникають як результат ведення сільськогосподарського виробництва. При експедиційному агроекологічному моніторингу виявляються екологічно небезпечні території, визначаються завдання, розробляється програма і методи ведення моніторингу. Здійснення експедиційного моніторингу протягом ряду років часто є основою для ухвалення рішення про організацію стаціонарного моніторингу.

Проведення детального екологічного моніторингу можливе лише при плануванні і здійсненні спеціальних заходів, які дозволяють відтворювати ряд механізмів, процеси, що викликають визначену реакцію рослин на зміну екологічних середовищ і дозволяють досить точно визначати параметри техногенних забруднювачів.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Агроекологічний моніторинг.
2. Завдання агроекологічного моніторингу.
3. Принципи агроекологічного моніторингу.
4. Збір інформації агроекологічного моніторингу.
5. Етапи агроекологічного моніторингу.

Практична робота №1

Тема: Сільськогосподарські терміни, їх екологічний та технологічний зміст. Закони сільськогосподарської екології.

Мета: Ознайомитись та вивчити основні сільськогосподарські терміни, розглянути закони, правила, які мають найбільше значення для розуміння процесів, що відбуваються в агроекосистемах.

Теоретичні відомості

Агрокультура – сукупність заходів, дій, процесів виробників аграрної продукції, спрямованих на поліпшення культури землеробства і підвищення його ефективності.

Агросфера – частина біосфери, яку становлять культурні рослини, свійські тварини і ґрунт, оброблений під вирощування с.-г., культур.

Агрофон – стан ґрунту, що впливає на урожай с.-г. культур.

Агрохімікати – загальне поняття, назва для всіх хімікатів (мін. добрив, засобів захисту рослин тощо), застосовуваних у с.-г.

Агроценоз – біотичне угруповання, створене людиною з метою отримання с.-г. продукції і регулярно підтримуване нею, має незначну екологічну надійність, але високу врожайність певних видів, сортів рослин.

Азотфіксація – процес зв'язування молекул азоту в азотовмісні сполуки, який відбувається за участю вільноживучих і симбіотичних азотфіксуючих мікроорганізмів.

Антибіотики – речовини біологічного походження, здатні знищувати мікроорганізми або пригнічувати їх ріст і

розмноження.

Бонітет ґрунту – властивості ґрунту та рівень врожайності вирощуваних на ньому культур як сумарний показник родючості.

Буферність ґрунту – здатність ґрунту зберігати кислотність (реакцію) середовища практично сталою під дією кислот і лугів. Так, чорноземи мають беферність 5-8 (буферність піску = 1).

Вапнування ґрунту – внесення вапнякових добрив у ґрунт з метою нейтралізації його надмірної кислотності, яка шкідлива для багатьох с.-г. культур.

Вивітрювання – руйнування мінеральних і гірських порід під впливом фізичних і хімічних чинників, компонентів атмосфери та гідросфери за участю живих організмів.

Вилуження ґрунту – процес вимивання з верхніх шарів ґрунту в нижні шари або підґрунтя розчинних мінералів, що відбувається під впливом низхідного руху атмосферних опадів або ґрунтового розчину.

Випрівання – загибель трав'янистих зимуючих рослин під товстим шаром снігу, який впав на незамерзлий ґрунт.

Вологість ґрунту - величина, що кількісно характеризує водоутримувальну здатність ґрунту. Залежно від умов утримування вологи розрізняють польову, загальну, капілярну, повну, гранично польову, максимально адсорбційну.

Гербіциди – хімічні засоби з бур'янами та іншою небажаною трав'янистою рослинністю в посівах і насадженнях культурних рослин.

Гібрид – статеве потомство від схрещування двох організмів з різною спадковістю (генотипами).

Гідромеліорація – поліпшення водного балансу земель шляхом осушення чи обводнення їх.

Гуміфікація – процес перетворення органічних решток рослин і тварин внаслідок перебігу біохімічної реакцій за утрудненого доступу кисню на темнозабарвлені високомолекулярні речовини – гумус.

Гумус (перегній) – темнозабарвлена органічна речовина, що утворюється внаслідок розкладання рослинних і тваринних решток та продуктів їхньої життєдіяльності. До складу гумусу входять гумінові кислоти, фульвокислоти, гумін, ульмін.

Деградація ґрунту - поступове погіршення властивостей ґрунту, зумовлене зміною умов ґрунтоутворення внаслідок впливу природних чинників або господарської діяльності людини, що супроводжується зменшенням вмісту гумусу, руйнуванням структури ґрунту та зниженням його родючості.

Дефляція – руйнування нещільних гірських порід і ґрунтів мінеральними часточками, що приносяться вітром (видуванням), супроводжується перенесенням продуктів вивітрювання гірських порід – пилу, піску, тощо.

Евтрофікація – підвищення рівня первинної продукції водойм внаслідок збільшення в них концентрації біогенних елементів, насамперед азоту і фосфору. Інтенсивний розвиток рослин спричинює нагромадження органічні речовини, яка внаслідок неповної мінералізації скупчується у водоймах і водотоках.

Ерозія – руйнування поверхні фізичних тіл і біологічних об'єктів під впливом різноманітних механічних, хімічних і термічних впливів.

Залуження – самозаростання травою оголених ділянок ґрунту чи система заходів щодо створення чи поліпшення продуктивного трав'яного покриву з метою укріплення поверхонь схилів, боротьби з ерозією ґрунту тощо.

Землекористування – порядок, умови та форма

експлуатації земель; сукупність земельних ділянок, що експлуатуються землекористувачами.

Землеробство – одна з провідних галузей с.-г., що займається вирощуванням продовольчих, технічних, кормових та інших с.-г. культур

Імунітет (рослин) – несприятливість рослин до збудників захворювань і шкідників та до продуктів їхньої життєдіяльності. Особливим виявом є стійкість і витривалість.

Кадастр земельний – систематизоване зведення відомостей про землі.

Меліорація ґрунтів – помітне поліпшення властивостей ґрунтів та умов ґрунтоутворення з метою підвищення їхньої родючості.

Мульчування – вкривання поверхні ґрунту різними матеріалами для боротьби з бур'янами та захисту ґрунту від пересихання й перегрівання.

Пар – парове поле, поле – сівозміни, вільне від посіву с.-г. культур протягом усього або частини вегетаційного періоду, яке утримують у чистому від бур'янів етапі з метою нагромадження в ґрунті вологи та поживних речовин.

Пестициди - загальна назва хімічних речовин, які використовують для боротьби із шкідниками і хворобами рослин, бур'янами тощо. Поділяють на інсектициди, акарициди, бактерициди, фунгіциди, нематоциди, гербіциди, біоциди.

Родючість – сукупність властивостей ґрунту, здатних задовольняти потребу рослин у поживних речовинах, воді, повітрі та фіз.-хім. середовищах.

Токсичність – отруйність, здатність деяких хімічних елементів, сполук, біогенних речовин виявляти шкідливу дію на живі організми.

Селекція – виведення нових і поліпшення існуючих

сортів с.г. рослин та порід свійських тварин.

Сівозміна – науково-обґрунтоване вирощування у певній послідовності кількох видів рослин на одній земельній ділянці.

Структура ґрунту – сукупність елементарних часточок ґрунту, структурних агрегатів різного розміру й форми і з певним фізико-хімічними та механічними властивостями. Розрізняють безструктурні, слабо структурні та структурні ґрунти.

Фотперіодизм – потреба організмів у певній тривалості дня і ночі, тобто в періодичній зміні освітлення та темряви.

ФАО – (продовольча і с.г. організація ООН) спеціалізована установа ООН займається питанням продовольчих ресурсів та розвитку сільського і промислового господарства у світі.

ФАР – фотосинтетична активна радіація. Випроміювання в діапазоні 380-750 н.м., найбільш ефективно для фотосинтезу рослин.

Екологічні закони, принципи і правила:

1) Закон обмеженості (вичерпності) всіх природних ресурсів. Уявлення про існування на Землі «невичерпних» ресурсів помилкове і надзвичайно шкідливе стосовно його практичного використання. Обмежені навіть ресурси сонячного проміння. Не через те, що Сонце перестане світити, а внаслідок неможливості використання людьми всього потоку проміння, яке досягає поверхні Землі. Усі природні ресурси в умовах Землі.

2) Закон зростаючої родючості – агротехнічні та інші прогресивні методи ведення сільського господарства, що з'являються в практиці землеробства забезпечують зростання продуктивності земель.

3) Закон мінімуму (Ю. Лібіха) – основний закон: витривалість організму визначається найслабкішою

ланкою в ланцюгу його екологічних потреб, тобто життєві можливості організму лімітуються екологічними чинниками, кількість і якість яких близькі до необхідного для організму або екосистеми мінімуму, подальше їх зниження призводить до загибелі організму або деструкції екосистеми.

4) Закон спадної віддачі – збільшення вдвічі кількості працівників, що обробляють одиницю площі с.г. угідь, не забезпечує відповідного (вдвічі) збільшення врожаю, а лише дає змогу отримати додаткову його кількість.

5) Закон спадної (природної) родючості ґрунту:

- у зв'язку з постійним збиранням урожаю, порушенням природних процесів ґрунтоутворення та постійним вирощуванням монокультури у ґрунті нагромаджуються токсичні речовини, що виділяються рослинами, внаслідок чого постійно зменшується природна родючість ґрунтів;

- кожне наступне додавання будь-якого корисного для організму чинника дає менший результат, ніж ефект, отриманий від попередньої дози того самого чинника, що був уже в достатньому обсязі.

Література

1. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. – К: Тов. «Знання», 2002. – 550 с.

2. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., Литвак П.В. Агроекологія: навчальний посібник. – К: Вища школа, 2006. – 671 с.

Запитання і завдання для самоперевірки

1. Дати визначення основним термінам сільськогосподарської екології.
2. Дати визначення основним екологічним законам.
3. Дати визначення основним екологічним правилам.
4. Дати визначення основним екологічним принципам.
5. Привести приклади застосування основних екологічних законів, принципів і правил у сільськогосподарській діяльності.

Практична робота № 2

Тема: Особливості структури і функціонування агроєкосистем

Мета: Охарактеризувати агробіоценоз як антропогенно-природну екосистему, керовану людиною і сформовану на загальних екологічних законах.

Теоретичні відомості

Живі організми і неживе (абіотичне) середовище взаємопов'язані між собою. Будь-яка одиниця (біосистема), що включає всі спільно функціонуючі організми (біотичні угруповання) на певній ділянці, взаємодіє з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює визначені структури і кругообіг речовин між живою і неживою частинами, являючи собою екологічну систему.

Екосистема – єдиний природний комплекс утворений сукупністю організмів, які мешкають разом, та умовами їх існування.

Екосистему визначають як сукупність живих організмів, об'єднаних трофічно-енергетичними зв'язками між собою і середовище. Отже: екосистема складається з біотопу та біоценозу. Вчення про екосистеми, їх генезис, структурно-функціональні особливості, еволюцію та антропогенну динаміку вивчає екосистемологія.

Вивчення агроєкології потребує фундаментальних знань структури природних екосистем, продукту діяльності самої природи. Без розуміння особливостей організації природних екосистем неможливо оцінювати агроєкосистеми.

Під сільськогосподарською екологічною системою (агроєкосистемою) розуміють природний комплекс, змінений с.-г. діяльністю людини.

Агроєкосистема – це штучна або змішана система рослинних, тваринних і мікробіологічних угруповань з невираженим або відсутнім механізмом саморегулювання. Це нестійка система ценопопуляцій культивованих рослин, їх сортів на оброблюваних ґрунтах, яка підтримується і регулюється людиною; за відсутністю такого контролю втрачає свої властивості. Розділ екології, що вивчає екологічні системи, називають синєкологією.

Створені людиною або трансформовані нею природні агроєкосистеми складаються з певних видів (сортів) рослин, тварин і мікроорганізмів ґрунту. Основу агроєкосистем становить їхній постійний компонент – культурні рослини, що утворюють агрофітоценоз і є його едифікаторами, виділені у культурний ярус. Поширення в них бур'янових рослин є додатковим, небажаним компонентом.

Тваринний світ, що населяє агроєкосистему, формується із місцевих представників фауни, є непостійним компонентом. При пасовищному утриманні до нього долучаються сільськогосподарські тварини, що мають безпосередній вплив на агрофітоценоз.

Ґрунтова мікрофлора в процесі своєї діяльності сприяє мінералізації рослинних і тваринних рештків і збагачує ґрунт перегноєм. Отже: *агроєкосистема (агробіоценоз)* – це агрофітоценоз + зооценоз + ґрунт і кліматоп.

У сучасних агроєкосистемах матеріально-енергетичні, економічні й екологічні процеси виробництва біологічної продукції перебувають у тісному взаємозв'язку. Людина створила окремі природно-технологічні системи для вирощування рослин (теплиці, оранжереї, парникові господарства) і тварин (свинарники, корівники, конюшні, вівчарні, птахофабрики, пасіки тощо). Вони функціонують за умови керування людиною і наявності додаткової

енергії.

Незважаючи на різноманітність, сільськогосподарські екосистеми мають однакові складові елементи: культурні рослини і бур'яни; тварини (безхребетні й хребетні), що живуть у ґрунті й посівах; паразити (безхребетні й хребетні), що живуть у ґрунті й посівах; паразити й напівпаразити культурних рослин і бур'янів;

Ланцюги живлення у сільськогосподарських екосистемах скорочені й залучені в сферу діяльності людини. На вершині екологічної піраміди розміщена людина, яка водночас є споживачем і рослинної й тваринної продукції.

Агроекосистему можна розглядати як трансформовану природну або створену, що функціонує за рахунок природної та антропогенної енергії (додаткової). З переходом на інтенсивні технології сільського господарства зростає енергоємність її продукції внаслідок підвищеного використання антропогенних джерел енергії.

За рівнем антропогенного впливу і енергетичних витрат агроекосистеми поділяють на три групи.

До першої групи належать екстенсивні агроекосистеми. Їхня продуктивність низька, адаптивність до умов висока, спеціалізація – рослинницька, тваринницька й комплексна. Дані агроекосистеми орієнтовані на використання природної родючості ґрунтів, без використання добрив та інших хімічних засобів або дуже обмежене їх застосування. Це багаторічні кормові угіддя.

До другої групи відносяться інтенсивні агроекосистеми. Продуктивність їх висока, ступінь адаптивності низький, спеціалізація – рослинницька, тваринницька й комплексна. В них застосовуються сівозміни із травами і сидератами, на поля вносять

безпідстилковий гній, застосовують ефективні засоби виробництва – нові сорти, гібриди, агрохімікати і механізми. Використовують більш ефективні технологічні процеси та застосовують передові методи організації праці, новітні досягнення науки та техніки. Дані агроєкосистеми забезпечують найвищу врожайність сільськогосподарських культур.

Третю групу становлять адаптивні агроєкосистеми. Їхня продуктивність досить висока, адаптивність теж висока, спеціалізація – рослинницька, тваринницька та комплексна. Широко використовують коротко ротаційні сівозміни, біологічне різноманіття невелике, використовується гній, біологічні методи захисту.

Завдання

1. Опишіть типову структуру агробіоценозу, його відмінності від природного біоценозу за поданою схемою.

Істотною особливістю агроєкосистем є поява в них штучного добору і селекції рослин та тварин, залучення у трофічний ланцюг сільськогосподарських тварин і людини, порушення кругообігу речовин внаслідок надходження мінеральних добрив, пестицидів, а також використання ними природної сонячної енергії та додаткових енергетичних ресурсів. На основі даних порівняльної характеристики потрібно зробити висновок і роль антропогенних факторів в житті природних і окультурених та культурних біогеоценозів і ландшафтів, про значення природних біогеоценозів і ландшафтів.

Таблиця 1

Ознаки	Агробіогеоценоз	Біогеоценоз
1. Походження		
2. Структурні компоненти		
3. Кількісний видовий склад		

4. Яруси фітоценозу		
5. Продуценти		
6. Консументи		
7. Джерела енергії		
8. Тривалість існування		
9. Продукованість		
10. Переваги		
11. Особливості біотопу		

Література

1. Кравців Р.И., Черевко М.В. Екологічні основи фермерських господарств. Л.: ТеРус. 2005. – С. 14-64.
2. М'якушко В.К., Мельничук Д.О. та ін. Сільськогосподарська екологія. – К. 1992. – С. 31-101.
3. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т. та ін. Агроєкологія. – К. 2006. – С. 35-43.
4. Сільськогосподарська екологія: Навч. Посіб. Для ВНЗ / За заг. Ред.. В.О.Головка, А.З.Злотіна, В.Л. Мешкової. – Х.: Еспада, 2009. – 624 с.

Запитання для самоперевірки

1. Яким шляхом виникли агроєкосистеми?
2. Яке значення людини у функціонуванні агроєкосистем?
3. Назвіть джерела енергії агробіоценозу.
4. Що таке антропогенна енергія, її значення для агроєкосистем?
5. Назвіть складові компоненти агроєкосистеми.
6. Дайте приклади агробіоценозу.
7. Хто є головним продуцентом?
8. Ким представлений гетеротрофний блок

агробіоценозів?

9. Хто є основним консументом в агробіоценозі?

10. З яких ланок складається ланцюг живлення в агроєкосистемі?

11. Назвати три групи агроєкосистем за рівнем енергетичних витрат.

12. В чому особливість біотопу (екотопу) агроєкосистем, чим він представлений

Практична робота №3

Тема: Агрофітоценоз, як основний компонент агробіоценозу

Мета: Розкрити особливості формування, видового складу і структури, біотичних стосунків у межах агрофітоценозу.

Теоретичні відомості

Під агрофітоценозом розуміють польові посіви рослин, окультурені природні кормові угіддя шляхом корінного поліпшення, культурні (сіяні) сіножаті й пасовища тощо. В екологічному розумінні агрофітоценоз – це створені людиною посіви культурних рослин на спеціально відведених і відповідним чином підготовлених ділянці з метою одержання необхідної органічної речовини (кормових, харчових, технічних рослин). Висіяні людиною культурні рослини є домінантами, або едифікаторами агрофітоценозу. Інші його компоненти з'являються в ньому поза бажанням людини і є додатковими і шкідливими. Розміщення видів в агрофітоценозі залежить від агротехніки. Культурні рослини підбираються згідно з екологічними закономірностями.

Здебільшого агрофітоценози складаються з одного виду культурної рослини та кількох десятків видів бур'янів. Складні (дво – і більше видів) агрофітоценози утворені більше, ніж одним видом культурних рослин. Це вико-вівсяні суміші, сіяні луки і пасовища тощо. В їхньому складі теж присутні бур'яни.

Щільність культурних рослин у агрофітоценозі регулюють за рахунок норм висіву і способу сівби насіння, а також шляхом проріджування посівів. Щодо бур'янів, то за умови шкідливого рівня, їх знищують. Підвищення

норми висіву призводить до вилягання і пригнічення росту рослин внаслідок заглушення посівів, а зменшення норми зумовлює забур'яненість.

В сільськогосподарській практиці за едифікаторним ефектом виділяють три групи культур:

- сильноедифікаторні (культури суцільного посіву, які формують густий травостій, високорослий або середньо рослий, зазвичай швидко розвивається після посіву, рано відростає навесні – жито, ріпак, соняшник на силос).

- середноедифікаторні (рослини суцільного посіву та рядкового весняного посіву, досить високорослі, зазвичай швидко ростуть після появи сходів – ярі зернові, рис гречка, просо, соя).

- слабкоедифікаторні (рослини рядкового посіву з широким або нешироким міжряддями, культури суцільного посіву, низькорослі, що повільно розвиваються після появи сходів – баштанні, морква, капуста, цибуля, цукровий буряк).

Бур'яни – це супутники культурних рослин поля і городу, пасовищ тощо. Вони є другим автотрофним компонентом агрофітоценозу. Щільність культурних рослин у агрофітоценозі регулюють за рахунок норм висіву і способу сівби насіння, а також шляхом проріджування посівів. Щодо бур'янів, то за умови шкідливого рівня, їх знищують. Підвищення норми висіву призводить до вилягання і пригнічення росту рослин внаслідок заглушення посівів, а зменшення норми зумовлює забур'яненість. Фітоєкологи розрізняють два пороги чисельності бур'янів: екологічний, коли врожай сільськогосподарських культур вірогідно знижується через бур'яни, та економічний, за якого ціна гербіцидів нижча, ніж ціна приросту врожаю.

Незважаючи на різноманітність компонентів

агрофітоценозу, головними організаційними елементами його структури завжди є культурні рослини та бур'яни. Структурна організація агрофітоценозу досить спрощена, як і структура природних фітоценозів у тих же екологічних умовах. Чисті одно-видові посіви за відсутності бур'янів є одноярусними угрупованнями.

Просторова структура, або ярусність, агрофітоценозу зумовлена вертикальним розподілом функціональних органів на різній висоті від землі (листя) і глибині ґрунту (коренів). Формування надземної структури залежить від екологічних вимог рослин до світла, а підземної – від умов мінерального живлення і водозабезпечення різних шарів ґрунту.

За А.І.Мальцевим, у агрофітоценозах виділяють такі надземні яруси:

- культурний (К), утворений висіяними рослинами, він особливий і вимагає догляду
- верхній (В), представлений високорослими бур'янами
- середній(С), розміщений нижче культурного ярусу;
- нижній (Н), включає ті невитривалі рослини – однорічні бур'яни та післяжнивні.

Необхідно підкреслити, що культурний ярус може бути утворений світлолюбними високорослими рослинами, а нижчі культурні рослини розміщені в ярусі середньорослих бур'янів. Це – овочеві, картопля, що вимагають стараннішого агротехнічного догляду. Ярусний розподіл знижує конкуренцію, забезпечує оптимальне використання площі посіву.

Можливість спільного зростання різних видів зумовлена їхньою екологічною, біологічною специфікою, а також неординарністю умов зростання. Кожен вид у фітоценозі займає свою екологічну нішу. Певна ніша

характеризується горизонтами середовища, де розміщені надземна і підземна частини фітомаси тіла рослини. Отже, чим різноманітніший видовий склад угруповання, тим повніше використовується потенціал місцезростання за можливого мінімуму конкуренції.

В екології під екологічною нішею розуміють фізичний простір із властивими йому екологічними умовами, що визначають існування будь-якого організму, тобто це місце виду в природі, яке характеризує не лише розміщення його в просторі, а й функціональну роль у біоценозі та відношення до абіотичних чинників середовища існування.

У агрофітоценозах формуються відповідні форми біотичних взаємозв'язків і взаємовідносин, що особливо необхідно враховувати при створенні сумісних посівів кількох видів та розміщення їх у сівозміні. Крім конкуренції, негативним є алелопатія (вплив через виділення спеціальних хімічних речовин листками чи коренями), паразитизм і напівпаразитизм, симбіоз.

Часто дані стосунки мають позитивне значення. Швидкоростучі рослини успішно витісняють бур'яни, фізіологічно активні речовини культурних рослин пригнічують ріст бур'янів (овес впливає на ріст макусамосійки, жито – на гірчицю польову).

Симбіоз – форма тривалого співжиття організмів різних видів, за якого обидва партнери (симбіоти) мають від цього певну вигоду. Симбіоз має надзвичайно різноманітний характер і різниться безпосередніми трофічними зв'язками (бобові рослини і бульбочкові бактерії; рослини і мікоризні гриби).

Від природних угруповань агрофітоценоз відрізняється цілеспрямованим посівом доміантних рослин, простішою структурою, біднішим видовим складом, недовговічністю існування, нездатністю до

самовідновлення, керування з боку людини і внесенням додаткової енергії.

Завдання

1. Описати структуру одновидового агрофітоценозу на прикладі посіву пшениці за схемою.

№з/п	Ознаки	Характеристика ознак
1	Підготовка ґрунту	
2	Спосіб сівби	
3	Густота рослин на 1 га	
4	Склад агрофітоценозу	
5	Ярусність і види: К (культурний) В (верхній) С (середній) Н (нижній)	
6	Допустима норма	
7	Види негативного впливу бур'янів	
8	Продуценти	
9	Джерела енергії	
10	Шляхи підвищення продуктивності	

Розмістіть по ярусах такі види бур'янів: осот рожевий, березка польова, підмаренник чіпкий, фіалка триколірна, стоколос безостий.

Які із цих бур'янів належать до злісних і найбільш шкідливих для пшениці?

Література

1. М'якушко В.К., Мельничук Д.О. та ін.

Сільськогосподарська екологія. – К.: Урожай, 1992. – С. 38-60.

2. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т., та ін. Агроекологія. – К.: Вища освіта, 2006. – С. 87-96.

3. Кравців Р.Й., Черевко М.В. Екологічні основи фермерських господарств. – Л.: Те Рус, 2005. – С. 20-24.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення агрофітоценозу?
2. Назвати види агрофітоценозів за домінантними видами.
3. Хто входить до складу агрофітоценозу?
4. Назвати форми взаємовідносин між рослинами в агрофітоценозі.
5. В чому проявляється видова і міжвидова конкуренція в агрофітоценозах?
6. Якими шляхами можна зменшити конкурентні відносини в агрофітоценозі?
7. В чому суть алелопатії, її практичне значення?
8. Яку екологічну нішу займають агрофітоценози в складі агробіоценозу.

Практична робота № 4

Тема: Визначення забур'яненості поля та вибір методу боротьби з бур'янами

Мета: Ознайомити студентів з екологічною нішею бур'янів у агробіоценозі, їхнім впливом на культурні рослини, основними видами бур'янів, їхнім поширенням, методами визначення забур'яненості поля та боротьби з бур'яною рослинністю.

Теоретичні відомості

Бур'яни утруднюють роботу сільськогосподарських машин, є посередниками поширення шкідників, затіняють культурні рослини, забирають з ґрунту у 2-3 рази більше вологи, ніж культурні рослини, зменшують площу розростання і мінерального живлення, пригнічують ріст рослин, знижують урожай с.г. культур.

За різними ознаками існує кілька класифікацій бур'янів. Серед них найбільше зустрічаються:

- рудеральні (смітникові) – на смітниках, біля заборів, на узбіччях доріг та інших місцях біля житла людини, це – лопух, кропива, чортополох, спо та інші;

- сегетальні (польові) – в посівах сільськогосподарських культур;

- лучні – на луках і пасовищах;

- лісові – поширюються на вирубках лісу.

Разом з тим, така класифікація має умовний характер, через що цілий ряд видів бур'янів можуть переходити з однієї в іншу групу.

Крім того, сегетальні бур'яни по приуроченості до оброблювальних земель поділяються на:

- спеціалізовані – види, які зустрічаються в посівах окремих культур. Так, наприклад, у посівах льону –

пажитниця польова, рижій льонової; проса – мишій сизий, мишій зелений; пшениці – пажитниця п'янка; конюшини – повитиця конюшинна та інші;

- не спеціалізовані – види, що поширені в посівах багатьох сільськогосподарських культур.

За походженням бур'яни поділяють:

- апофіти – місцеві;
- адвентивні – пришельці.

Найбільш практичне значення має класифікація, що побудована на врахуванні близьких особливостей бур'янів, таких як: спосіб живлення, тривалість життя, спосіб розмноження та життєвий цикл розвитку. *За способом живлення рослини бур'янів поділяють на три групи (табл.1):*

- паразити не зелені;
- напівпаразити зелені;
- не паразити зелені.

Таблиця 1

Виробнича класифікація бур'янів

Не зелені рослини-паразити	Зелені рослини – напівпаразити	Зелені рослини – не паразити	
		малорічні	багаторічні
Стеблові Кореневі	Кореневі	Ефемери Ярі: Ранні Пізні Зимуючі Озимі Дворічні	Коренепаросткові Кореневищні Стрижнекореневі Повзучі Цибулинні Бульбоплідні Гронокореневі

Зелені рослини не паразити. Такі рослини (автотрофні) мають зелені листки, здатні до фотосинтезу і створення органічної речовини. До цієї групи належать найбільша частина бур'янів. За тривалістю життя вони

поділяються на:

1. *Малорічні* – група рослин, які розмножуються переважно насінням, живуть не більше двох років і за життя плодоносять лише один раз. Після утворення насіння рослини відмирають;

2. *Багаторічні* – цикл розвитку життя яких перевищують два роки, плодоносять щорічно, розмножуються насінням і вегетативними органами.

3. *Ефемери* – рослини з дуже коротким періодом розвитку (1,5-2 місяці), які упродовж вегетаційного періоду здатні давати кілька поколінь. В Україні найпоширеніші зірочник середній, тонконіг однорічний і люцерна маленька;

4. *Ярі* – рослини, цикл розвитку яких починається весною і завершується у цьому ж році. Осінні сходи бур'янів цієї групи не здатні перезимувати і гинуть навіть під час перших осінніх приморозків. Залежно від часу проростання цю групу поділяють на ранні та пізні бур'яни. Насіння ранніх сходять напровесні при температурі +3-5°C і завершують вегетацію до середини літа. До цієї групи належать: гречка берізковидна, гречка татарська, вівсюг звичайний, редька дика, амброзія полинолиста, підмаренник чіпкий та інші. Пізні ярі проростають після достатнього прогрівання ґрунту (до 12-16°C) і завершують вегетацію в осінній період. Найбільш поширеними серед цієї групи є такі: щиріця звичайна, щиріця біла, куряче просо, мишій зелений, мишій сизий, паслін чорний, лобода біла та інші.

5. *Озимі* – рослини, які здатні утворити насіння після проходження зимового періоду, зимуючи у фазі розетки. Засмічують переважно посіви озимих культур, багаторічних трав. Життєвий цикл розвитку співпадає з циклом розвитку озимих культур. Переважаючими бур'янами цієї групи є стоколос житній, стоколос

польовий, мітлиця звичайна;

6. *Зимуючі* – рослини, для яких умови перезимівлі не обов'язкові і життєвий цикл розвитку може відбуватися по типу ярих або озимих, залежно від періоду проростання. До цієї групи належать: волошка синя, грицики звичайні, талабан польовий, ромашка непахуча, злинка канадська та ін.;

7. *Дворічні* – для повного життєвого циклу потребують два роки. У перший рік накопичують в коренях поживних речовин, а на другий рік формують стебло з квітками і насінням. Домінуючими представниками є: буркун білий, буркун жовтий, будяк пониклий, синяк звичайний, липучка відстовбурчена, блекота чорна та ін.;

За органом вегетативного розмноження розрізняють такі групи багаторічних бур'янів:

1. *Кореневищні* – багаторічні рослини, основним органом вегетативного розмноження яких є кореневище. Найпоширенішими бур'янами цієї групи є: пірій повзучий, свиной, хвощ польовий, сорго алепське, підбіл звичайний та інші;

2. *Коренепаросткові* – розмножуються переважно за допомогою корневих паростків. Найпоширеніші такі, як осот рожевий, осот жовтий, гірчак степовий звичайний, берізка польова, молокан татарський, льонок звичайний та інші;

3. *Стрижнекореневі* – основним органом вегетативного розмноження яких є сплячі бруньки на стрижневому корені. До цієї групи належать: щавель кучерявий, суріпиця звичайна, щавель кінський, кульбаба звичайна, полин звичайний та інші;

4. *Повзучі* – розмножуються надземними стеблами, у вузлах яких здатне утворюватись коріння. До них належать: жовтець повзучий, перстак гусячий, розхідник

звичайний та ін.;

5. *Цибулинні* – основним органом вегетативного розмноження яких є видозмінений підземний пагін – цибулина. Бур'яни цієї групи засмічують переважно луки і пасовища, особливо поширений вид – цибуля Вальдштейна;

6. *Бульбоплідні* – основним органом вегетативного розмноження є потовщене підземне стебло – бульба, яке після перезимівлі дає початок новій рослині. Переважаючою є чина бульбиста, яка поширена на півдні України на луках і пасовищах;

7. *Гронекореневі* – багаторічні рослини, які розмножуються насінням і вегетативно при відділенні верхньої частини укороченого головного кореня. До них належать жовтець польовий і подорожник великий, які найчастіше засмічують посіви багаторічних трав, сади та узбіччя доріг.

Бур'яни паразити за місцем прикріплення до рослин господаря поділяють:

- *кореневі* – паразитні рослини прикріплюються до стебла рослини- господаря. На Україні поширені: вовчок соняшниковий і вовчок гіллястий;

- *стеблові* – паразити рослини прикріплюються до стебла рослини – господаря. Найпоширенішими є повитиця польова і повитиця конюшинна.

Напівпаразити, це зелені рослини, які живляться за рахунок іншої культури, але не втратили здатність до фотосинтезу.

Карантинні бур'яни – особливо небезпечні, завозяться з інших регіонів, тому підлягають строгому контролю з боку відповідних карантинних служб. До таких належать наявні в Україні бур'яни: гірчак звичайний, амброзія полинолиста, галінсога дрібноквіткова, злинка канадська та інші.

Відповідно до кожної з груп бур'янів розробляють певні заходи боротьби з ними, враховуючи бал забур'яненості та поріг шкідливості.

Зокрема, фітоценотичний поріг шкідливості визначаються такою кількістю бур'янів у посівах культурних рослин, за якої вони не завдають помітної шкоди рослині.

У цьому випадку, якщо наявні бур'яни не відзначаються високою здатністю до розмноження, або відзначаються поживністю, можна не проводити масових заходів із їх знищення.

Критичний поріг шкідливості характеризується такою кількістю бур'янів у посівах, яка спричиняє значні втрати врожаю культури, але не вище 3–6% від фактичного. Вартість же додаткового врожаю, отриманого від застосування заходів боротьби з бур'янами, не перебиває затрат на їх проведення.

Економічний поріг шкідливості – це така кількість бур'янів, витрати на знищення якої менші, ніж вартість додатково отриманого врожаю. Отже, приріст врожаю при цьому повинен становити не менше 8–12%.

Виходячи з цього, планують ті чи інші методи і заходи боротьби з бур'янами.

Щодо методів боротьби з бур'янами, то їх поділяють на агротехнічні, фізичні, хімічні, біологічні.

Агротехнічні методи передбачають високу культуру землеробства, запобіжні, винищувальні й спеціальні заходи. Це такі, як: очистка насіння від бур'янів, правильне чергування культур у сівозміні, провокація проростання і наступне приорювання бур'янів та інші

Під *фізичними методами* контролю бур'янів слід розуміти знищення бур'янів за рахунок використання фізичних явищ (вогневий засіб, обробка електромагнітним полем надвисокої частоти).

Особливо небезпечними, хоч і досі ще популярними, є *хімічні методи* – використання гербіцидів.

Біологічні методи передбачають використання в якості біологічної зброї комах-фітофагів, яких називають «живими гербіцидами».

У боротьбі з паразитними бур'янами потрібно застосовувати спеціальні заходи: суворо додержуватися сівозмін, допускати повернення культур, що уражаються, на те саме місце тільки після того, як насіння паразитного бур'яну втратить схожість; старанно очищати насіння культур, що уражаються паразитними бур'янами на спеціальних машинах; знищувати за допомогою хімічних та інших засобів осередки розмноження паразитних бур'янів.

Практичне завдання

1. Вивчення найпоширеніших видів бур'янів.

На гербарних зразках чи живих рослинах ознайомитись із деякими видами бур'янів злакових і просапних культур.

Занотуйте у зошиті: назви видів, вкажіть їх поширення, до якої і групи належать, яким чином адаптувалися до культурної рослини, їхню шкідливість тощо.

Для вивчення пропонуються такі бур'янові рослини: волошка синя, мишій, вівсюг, грицики, злінка канадська, галінсога дрібноквіткова, зірочник середній (мокрець), щириця звичайна, пирій повзучий, осот польовий, березка польова, триреберник і пахучий, кульбаба лікарська, хвощ польовий, жовтець повзучий, повитиця європейська.

2. Ознайомлення з методами визначення забур'яненості поля.

Облік забур'яненості посівів культурних рослин бур'янами є необхідною умовою визначення їх порогу

шкідливості їх та вибору методу і комплексу заходів боротьби з ними.

Найпростішим методом обліку забур'яненості поля є візуально-маршрутний. При цьому поле обходять по діагоналі через певні відстані та візуально визначають забур'яненість посіву за 4-бальною шкалою. Таким шляхом встановлюють тільки чисельність бур'янів на одиницю площі поля, щоб виявити поріг шкідливості.

Обстеживши посіви, забур'яненість оцінюють у балах.

1 бал – бур'яни в посіві культурних рослин - поодинокі;

2 бали – бур'яни серед культурних рослин трапляються частіше, але їх ще небагато;

3 бали – бур'янів у посівах багато, але їх ще менше, ніж культурних рослин;

4 бали – бур'яни кількісно переважають над культурними рослинами й глушать їх.

Для точнішого обліку забур'яненості посівів користуються кількісно-ваговим методом. При цьому забур'яненість обчислюють підрахунком і зважуванням бур'янів з 1 м². Проби беруть з кількох ділянок, розміщених по діагоналі поля. У посівах зернових культур облік проводять протягом періоду від куціння до виколошування, просапних – перед кожним черговим їх обробітком. Окрім обліку загальної забур'яненості, для вибору заходів знищення бур'янів необхідно знати їх груповий і видовий склад.

Для цього закладають пробні ділянки розміром 1 м² (не менше п'яти на 1 ар - 100 м²) і реєструють наявні групи та види бур'янів. Зрізують усі бур'яни (разом із рослиною) з кожної ділянки, розкладають по видах (чи групах), зважують окремо і визначають співвідношення між ними, перевагу тієї чи іншої групи. Це необхідно для вибору

гербициду чи певного агротехнічного заходу.

Щоб встановити, наскільки загрозливими для рослини є кількість і якісний склад бур'янів, тобто рівень забур'яненості даного поля, окремо відбирають особини культурної рослини і теж зважують. Встановлюють співвідношення маси бур'янів до маси рослин. Це дає змогу точніше оцінити засміченість посіву бур'янами. Такий метод визначення забур'яненості поля називають ваговим.

Примітка. Практичну апробацію методики і виконання конкретного завдання можна провести лише безпосередньо в полі.

Література

1. Павленко М.К. Основи землеробства. 1977. –С. 167. – 197с.
2. Кравців Р.Й., Черевко М.В. Екологічні основи фермерських господарств. – 2005. – С. 24 - 36.
3. Петриченко В.Ф. Бур'яни та заходи їх контролю / В.Ф. Петриченко, В.П. Борона, В.С. Задорожний та ін. – Вінниця: ФОП Горбачук І.П., 2010. – 152с.

Запитання для самоперевірки

1. Які рослини називають бур'янами і чому?
2. Яким шляхом бур'яни пристосовуються до культурних рослин?
3. У чому проявляється негативний вплив бур'янів на культурні рослини?
4. Назвіть групи бур'янів за способом живлення?
5. Чим відрізняються напівпаразитні бур'яни від паразитних?
6. Які групи бур'янів належать до непаразитів?
7. Що таке карантинні бур'яни?
8. Які бур'яни належать до злісних?

9. У чому суть бальної оцінки забур'яненості поля?
10. Яким балом оцінити сильну забур'яненість та забур'яненість кореневищними і коренепаростковими бур'янами?
11. Назвіть найпоширеніші заходи боротьби з бур'янами.
12. В чому суть біологічного методу боротьби?
13. Що таке поріг шкідливості бур'янів?
14. Назвіть типи порогів шкідливості?
15. Що означає: а) фітоценотичний, б) критичний, в) економічний порог шкідливості?
16. Якими шляхами можна знизити забур'яненість поля?

Практична робота №5

Тема: Еколого-агрохімічна оцінка ґрунту

Мета: ознайомити студентів з методикою еколого-агрохімічної оцінки ґрунту "еколого-агрохімічною паспортизацією полів".

Теоретичні відомості

Ґрунт – це верхній шар земної кори, який утворився і змінюється під впливом природних факторів (клімату, материнської породи, рельєфу, рослинного й тваринного комплексу) та діяльності людини і набув у процесі розвитку основної своєї ознаки – родючості.

Виділяють природну родючість, якої набувають ґрунти в процесі свого утворення під впливом природних факторів (загальні запаси поживних елементів, гумусу, фізико-хімічні властивості). Вона залежить від кліматичних умов, хімічних, фізичних і біологічних властивостей, а також від вмісту елементів живлення рослин. Людина в процесі цілеспрямованої діяльності – внесення добрив, вапнуванням, гіпсуванням, зрошенням або осушенням, обробітку ґрунту – створює його штучну родючість. Природна і штучна родючість ґрунту за використання його в сільському господарстві проявляється як дійсна, або ефективна родючість, що визначається високими врожайми культурних рослин.

Ґрунт – це складний біоорганічно-мінеральний комплекс. До його складу вводять мінеральна й органічна частини. У ґрунті є також вода, повітря, живі істоти.

Мінеральні та органічні речовини становлять тверду фазу ґрунту, а повітря та його гази – газоподібну.

До складу мінеральної частини ґрунту входять фізичний пісок (частинки більше 0,01 мм у діаметрі), і

фізична глина (частинки менше від 0,01 мм). До складу глини входять найдрібніші частинки (менше від 0,001 мм), що називаються колоїдальними. На своїй верхні вони утримують молекули різних хімічних сполук, склеюють окремі частинки ґрунту в структурні агрегати, містять основну кількість поживних речовин.

Колоїдні частинки визначають родючість ґрунту. Співвідношення піску й глини надає ґрунтам різних властивостей.

За механічним складом ґрунти поділяються на піщані (піску 90 %, глини 10 %), супіщані (піску 80-90%, глини 10-20 %) суглинкові легкі, середні й важкі (кількість глини в яких збільшується до 45-55 %), глинисті легкі, середні й важкі (кількість глини від 55 до 80 %).

Піщані ґрунти швидко вбирають, але погано утримують воду; вони сухі, в них мало поживних речовин. Навесні вони легко прогриваються, швидко підсихають, легше обробляються, безструктурні.

Дещо кращі властивості, але не набагато, мають супіщані ґрунти. Вони досить поширені на Поліссі.

Глинисті ґрунти багаті на поживні речовини, поволі вбирають і добре утримують вологу. Дуже в'язкі, важко обробляються, у вологому стані мажуться, а в сухому при оранці дають брилисту ріллю. При підсиханні утворюють на поверхні кірку. Навесні погано прогривається, що призводить до запізнення з обробітком.

Органічна частина ґрунту складається з відмерлих решток тваринного й рослинного походження, живих ґрунтових організмів і гумусу. Одночасно з розкладом органічних речовин та їх мінералізацією у ґрунті відбувається синтез високомолекулярних перегнійних речовин, які називають гумусом.

Гумус – це темна аморфна колоїдна речовина, що містить у своєму складі власне перегній, гумінові кислоти,

фульвокислоти. Найціннішою частиною гумусу є гумінові кислоти.

Розрізняють бездефіцитний, позитивний і дефіцитний баланс гумусу в ґрунті. Він визначається різницею між джерелами поповнення і витратами гумусу за певний проміжок часу, характеризує співвідношення процесів гуміфікації (утворення, гумусу) та мінералізації (розкладу органічної частини).

Вміст гумусу є одним із найважливіших показників агрономічної й економічної оцінки ґрунту, визначає його родючість.

Великий вплив на нагромадження і розклад гумусу мають систематичне внесення органічних добрив, приорювання частини рослинних рештків та сидератів, а також раціональний обробіток ґрунту.

Структура ґрунту, як один із показників його родючості, і являє собою сукупність різних за величиною і формою грудочок (агрегатів). Здатність ґрунту розпадатися на окремі агрегати називається структурністю.

Найпоширенішими видами структури є зерниста, грудочкувата, горіхувата, призматична, стовпчаста. Найціннішою є зерниста і дрібно грудочкувата структура, за якої структурні агрегати орного горизонту з діаметром від 0,5 до 10 мм.

Забезпечення рослин мінеральним живленням залежить від складу і концентрації солей ґрунтовою розчину.

Розрізняють незасолені і засолені ґрунти.

Незасолені – це ґрунти, в яких концентрація ґрунтового розчину невисока. Переважають бікарбонати кальцію (від 40 до 100 мг/кг ґрунту) і магнію. Реакція їх переважно нейтральна, сприятлива для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Ґрунти, не насичені основами, мають кислу реакцію.

горизонт;

E – елювіальний;

I – ілювіальний;

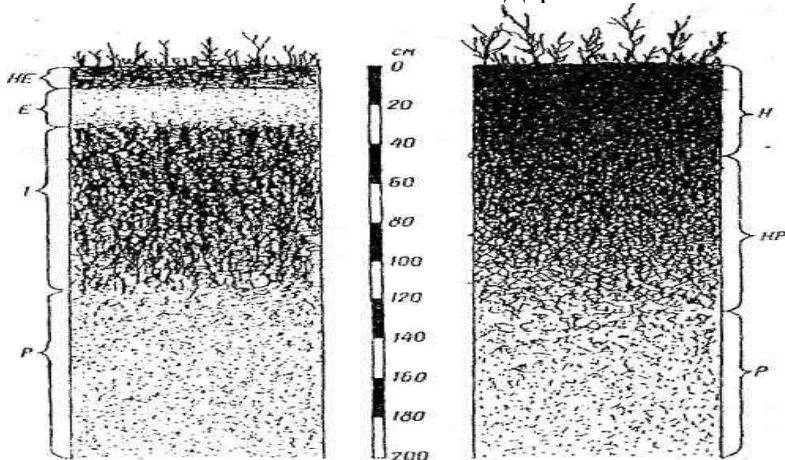
P – ґрунто-
утворювальна
(материнська) порода;

HP – перехідний горизонт;

P – ґрунтоутворювальна
(материнська) порода.

В Україні виділено такі найголовніші типи ґрунтів:

1. Дерново-нідзолісті;
2. Сірі лісові (опідзолені);
3. Чорноземні;
4. Каштанові;
5. Солончаки;
6. Солонці;
7. Лучні;
8. Болотні;
9. Дернові.



а)

Ці типи включають 634 види і понад 2000 різновидів ґрунтів.

ґрунт має властивості, що характеризують його як складну гетерогенну (неоднорідну) систему, яка перебуває у постійному русі й постійно змінюється. Розрізняють фізичні, фізико-механічні, фізико-хімічні, водно-фізичні та агрохімічні властивості ґрунту.

Фізичні – це щільність твердої фази, об'ємна маса

грунту, пористість.

Фізико-механічні властивості – це зв'язність, твердість, осідання, пластичність, липкість, набухання.

Фізико-хімічні властивості ґрунту визначаються його вбирною здатністю, реакцією ґрунтового розчину (кислотністю), буферністю.

Водно-фізичні. Найголовнішими властивостями ґрунту, які відіграють основну роль у його водному режимі такі: водопроникність, вологоємність, капілярність і випаровувальна здатність. Теплові властивості ґрунту: поглинання тепла, теплове випромінювання, теплоємність ґрунту, теплопровідність.

Агрохімічні. Поживний режим ґрунту. Наявність азоту, фосфору, калію інших елементів.

Практичне завдання

1. Ознайомлення з методикою оцінювання ґрунту за агро- хімічними показниками.

Ґрунт оцінюють у балах за агрофізичними й агрохімічними показниками. Еталонні величини показника, що є максимально можливими, оцінюють 100 балами. До них прирівнюють дані показники конкретного оцінюваного ґрунту. Наприклад, еталонний показник вмісту гумусу 6,2 %, в досліджуваному ґрунті є 5,2 %. Отже вирахуємо:

$$6,2 - 100 \text{ б}$$

$$5,2 - x \text{ б}$$

$$x = (5,2 \times 100) \div 6,2 = 84 \text{ бали}$$

Еталонними показниками, що оцінюються 100 балами, є вміст в орному шарі: гумусу - 6,2 %, легкогідролізованого азоту - 255 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору - 176 мг/кг, обмінного калію 151 мг/кг, рухомого мангану - 30 мг/кг, рухомого бору - 1,5 мг/кг, рухомого молібдену - 0,15 мг/кг, рухомого кобальту - 10 мг/кг,

рухомої міді - 1,5 мг/кг, рухомого цинку - 1,5 мг/кг ґрунту. На кислотність ґрунту вводяться поправкові коефіцієнти (табл. 2).

Визначають бальну оцінку кожного показника шляхом прирівнювання до еталонного, сумують, виводять загальний середній бал, що характеризує агрохімічну оцінку ґрунту. Практичне завдання. За показниками запропонованого ґрунту, визначте його якість у балах.

Таблиця 1

Вміст гумусу в ґрунтах Полісся і Лісостепу

Тип ґрунту	Вміст гумусу, %
Дерново-підзолистий піщаний	0,6 - 1
Легкосуглинковий	1,5-1,7
Сірий і світло-сірий лісовий	
Супіщаний	1,2-1,6
Легкосуглинковий	1,6-2,3
Важкосуглинковий	2,3 - 2,4
Темно-сірий лісовий	
Легкосуглинковий	2,0 - 3,4
Важкосуглинковий	3,0-3,6
Чорноземний опідзолений	
Легкосуглинковий	2,6 - 2,7
Важкосуглинковий	3,2-4,5
Чорноземний типовий	
Легкосуглинковий	3,0-3,9
Важкосуглинковий	4,7 - 6,0

Таблиця 2

Поправкові коефіцієнти на кислотність ґрунтового розчину

Реакція ґрунтового розчину	рН ґрунтового розчину		Поправковий коефіцієнт	
	Мінеральний ґрунт	Торф'яний ґрунт	Поліся	Лісостеп
Близько до нейтральної	5,6-6,0	>4,8	1,00	0,96
Слабокисла	5,1-5,5	4,2-4,8	0,92	0,89
Середньокисла	4,6 - 5,0	3,5-4,2	0,85	0,81
Сильнокисла	до 4,5	до 3,5	0,77	0,71

Таблиця 3

Забезпеченість ґрунту рухомими формами фосфору

Ступінь забезпеченості	Вміст (P ₂ O ₅) мг/кг ґрунту		
	За Кірсановим	За Чиріковим	За Труогом
Дуже низький	0-30	0-20	0-30
Низький	30-60	20-50	30 - 70
Середній	60-100	50-100	70-120
Підвищений	100-150	100-150	120-180
Високий	150-250	150 - 200	180-250
Дуже високий	>250	>200	>250

2. Складіть агрохімічну оцінку (в балах) запропонованих ґрунтів за показниками: вміст гумусу, товщина гумусового горизонту, кислотність.

Варіант завдання

Типи і підтипи ґрунтів	Глибина гумусового	Вміст гумусу, %	pH ґрунтового
Дерново-підзолисті	15-25	0,5-1,5	4,5-5,5
Сірі-лісові:	10-18	1-2	5,5
світло-сірі	18-22	2-3	5,5
сірі	50-70	3,5 - 4,5	5,8 - 6,4
Темно-сірі чорноземи:	100-120	4-6	6,5 - 7

Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту, мм

Зона	Початок весни		Початок досягання				Початок сівби озимини	
	Озимі	Зяб	Озимі	Ранні	Кукурудза	Цукор-буряк	Чорний пар	Непарові попередники
Полісся	185	185	100	85	85	90	135	130
Лісостеп	170	160	80	75	95	75	130	95
Степ	135	120	40	40	45	35	95	50

(Еталонним показником вологості в метровому шарі є 200 мм).

Середньозважений бонітет ґрунту (Без) розраховують їй формулою:

Без = $(B_1 \times P_1 + B_2 \times P_2 + B_3 \times P_3 + \dots + B_n \times P_n) \div P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$, де

$B_1, B_2, B_3 \dots B_n$ – бонітет агропромислових груп ґрунтів;

$P_1, P_2, P_3 \dots P_n$ - площі, які займають ці ґрунти.

Він вираховується, якщо поле включає декілька різновидів ґрунтів.

Бал бонітету ґрунту беруть з довідників.

Середні бонітети основних типів ґрунтів західних областей
України

Типи й різновиди ґрунтів	Бал бонітету
Дерново-підзолисті піщані:	
глинисто-піщані:	
неоглеєні й оглеєні	44
Глейові	39
Дерново-підзолисті супіщані:	
Неоглеєні	52
Глейові	47
Дерново-підзолисті легкосуглинкові	48
оглеєні світло-сірі, сірі й темно-сірі лісові:	
Легкосуглинкові	72
Середньо суглинкові	76
Важко суглинкові	78
Чорноземи типові:	
Легкосуглинкові	93
Середньосуглинкові	98
Важкосуглинкові	100

Типи і підтипи	Оцінка в балах (від ... до)			Рівень родючості
	Глибина гумусового горизонту	Вміст гумусу	Кислотність (з коефіцієнтом поправки)	
Дерново-підзолисті				
Сірі-лісові: світло-сірі сірі темно-сірі				
Чорноземи: типові звичайні південні				

Проаналізуйте отримані результати, внесіть їх у таблиці і зробіть висновки про ступінь забезпеченості їх щодо еталонних показників, поданих у таблиці 1. Відмітьте рівень родючості за даними ознаками.

Література

1. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т. та ін. Агроекологія. – К.: Вища освіта;. 2006. – С.130–145.
2. Павлейко М.К. Основи землеробства. – К.: 1977. – 115 с.
3. Кравців Р.Й., Черевко М.В. Екологічні основи фермерськиз, господарств. – Л.: ТеРус. – 2005. – С. 82 - 86.

Запитання для самоперевірки

1. Грунтом називають.
2. Назвіть складові частини ґрунту.
3. Чим представлена мінеральна частина ґрунту.
4. Назвіть типи ґрунтів за механічним складом.
5. Які ґрунти належать до важких?
6. Які властивості мають: а) піщані: б) глинисті ґрунти? .
7. Що таке гумус?
8. Яке значення гумусу для рослин?
9. Чим визначається родючість ґрунту?
10. Назвіть види родючості ґрунту.
11. Види структури ґрунту.
12. Які ґрунти належать до безструктурних?
13. Яка структура ґрунту є найкращою?
14. Що таке рН ґрунту?
15. Чим зумовлена кислотність ґрунту?
16. Яке значення рН мають лужні ґрунти?
17. За якими показниками складають агрохімічну оцінку ґрунту?

Практична робота №6

Тема: Агроекологічна характеристика основних сільськогосподарських культур

Мета: Розкрити просторово-часові зв'язки між агрокліматичними та агрометеорологічними факторами росту, розвитку, стану, зимостійкості й продуктивності рослини, які відображають вимоги окремих культур до світлового й теплового режиму, вологості, родючості, рН ґрунту та ін.

Теоретичні відомості

Кліматичні й метеорологічні фактори мають істотне значення для сільського господарства, визначають розміщення його галузей, зон вирощування сільськогосподарських рослин, строки проведення польових робіт тощо.

Основні кліматичні фактори середовища (світло, тепло, волога) здійснюють безпосередній вплив на рослини в основному через ґрунт. Другорядні кліматичні фактори (вітер, хмарність, сніг) відіграють допоміжну роль, послаблюючи або підсилюючи дію інших факторів.

Для агроекосистеми і сільського господарства мають значення агрометеорологічні та агрокліматичні умови.

Під *агрометеорологічними умовами* розуміють режими погоди, що визначаються сукупністю метеорологічних і гідрологічних умов (температура і вологість повітря, ґрунту, сонячна радіація, сніговий покрив, опади, вітер тощо), які мають істотний вплив на агроекосистеми.

Агрокліматичні умови це багаторічний режим агрометеорологічних умов.

Забезпеченість рослин теплом визначають сумою кліматичних і біологічних температур; забезпеченість вологою оцінюють за сумою опадів і запасами продуктивної вологи в ґрунті. Для оцінювання умов перезимівлі рослин застосовують абсолютний мінімум температур повітря і ґрунту, суми мінусових температур нижче 0,-5; -10 і -15 °С.

Кожен екологічний фактор може бути за певних умов обмежувальним. Обмежувальні фактори лімітують територію розселення виду. Різний ступінь вимогливості виду до факторів існування визначаються поняттям екологічна валентність або екологічна пластичність виду стосовно того чи іншого фактора. Екологічна валентність виду, або зона толерантності – це діапазон інтенсивності дії екологічного фактора, в якому можливе існування певного виду. Зона толерантності обмежена граничними мінімальними і максимальними значеннями фактора. Широку екологічну валентність виду щодо відношення до певних факторів позначають додаванням до їхньої назви префікса «еври» (широкий), і «стено» (вузький).

Організми підтримують із середовищем певну рівновагу за допомогою саморегуляції.

Гомеостаз – це здатність організмів (як і популяцій та екосистем) підтримувати свої властивості на певному, достатньо стабільному рівні.

Світло впливає на біофотосинтетичну інтенсивність, динаміку росту рослин, урожайність та якість урожаю, на хід феноритміки, просторове розміщення рослин в агроекосистемі, її тепловий та водний режими.

За реакцією на інтенсивність освітлення сільськогосподарські рослини поділяються на світлолюбні, тіньові і тіневитривалі.

До *світлолюбних* належать соняшник, кукурудза,

цукрові буряки, рис, бавовник, соя, томати, огірки, баклажани, перець, кавун, гарбуз, диня.

До *тіньових* належать бобові трави, горох, цвітна капуста, петрушка.

Тіньовитривалі – більшість зернових і гречка - добре ростуть і розвиваються за різних умов освітлення.

За максимальною інтенсивністю фотосинтезу (F_g) в умовах світлового забезпечення сільськогосподарські культури, згідно з моделлю агроекологічних зон ФАО, поділяють на 4 групи:

1. Культури С-3 помірного клімату (пшениця, ячмінь, картопля, цукрові буряки, бобові); $F_g = 27$ кг $CO_2/га \cdot год$, за температури 15 - 20°C;

2. Культури С-3 теплового клімату (рис, соя, бавовник); $P\delta = 50$ кг $CO_2/га \cdot год$, за температури 25 - 30 °C;

3. Культури С-4 (кукурудза, просо, цукрова тростина); $F_g = 87$ кг $CO_2/га \cdot год$, за температури 25 - 35 °C;

4. Окремі сорти кукурудзи і сорго, пристосовані до нижчих температур, $F_g - 87$ кг $CO_2/га \cdot год$, за температури 20 - 25 °C;

Реакція рослин на тривалість освітлення називають фотоперіодизмом.

Рослини довгого дня розвиваються при тривалості дня 14 -17 год. (пшениця, жито, ячмінь, картопля, редис, салат тощо)

Рослини короткого дня нормально розвиваються за тривалості світлового дня 8-12 год. (просо, соя, рис, кукурудза, бавовник, огірки, баклажани, соняшник, томати).

Нейтральні до витривалості світлового дня - гречка, бобові тощо.

Тепло. Джерелом тепла на земній поверхні є

променева енергія сонця, а також тепло надр нашої планети. Залежно від забезпечення рослин теплом розрізняють тропічний, субтропічний, помірний та холодні пояси.

За відношенням до температури розрізняють такі екологічні групи рослин: теплолюбні, холодолюбні та мезотермні.

За низької температури коренева система розвивається краще, ніж надземна частина. Звідси значення ранньої сівби для підвищення зимостійкості. Пізня сівба сприяє кращому розвитку надземної частини, що важливо для боротьби з бур'янами.

За теплозабезпеченістю культури поділяються на: дуже ранні - сума ефективних температур вище 10 °С менша 1200 °С; відносно ранні - 1200 - 1600 °С; середньоранні -1600 - 2200 °С; середні - 2200 - 2800 °С; серед- ньопізні - 2800 -3400 °С; пізні - 3400 - 4000 °С; дуже пізні - понад 4000 °С.

Для повного розвитку сільськогосподарські культури за вегетаційний період потребують різної кількості тепла. Так, сума середньодобових температур вище 10 °С становить для: озимого жита - 1700 - 2125 °С; вівса - 1940 - 2310 °С; картоплі – 1300 - 3000 °С; буряків - 2400 - 3700 °С; рису - 3000 - 4500 °С.

За стійкістю до приморозків сільськогосподарські культури поділяються на 5 груп:

1. Найстійкіші. Це такі, як пшениця, овес, озиме жито, конюшина, люцерна, озимий ріпак, горох. Більшість рослин цієї групи у фазі сходів гине при -8...-12 °С, а у фазі цвітіння і досягання вже при -2...-4 °С.

2. Стійкі до приморозків: люпин, вика яра, соняшник, льон, коноплі, цукрові буряки, кормові буряки, морква, капуста, гірчиця біла, боби. Більшість рослин гине у фазі сходів при температурі -6...-9 °С, а у фазі цвітіння-

достигання: -2...-4 °С.

3. Середньо стійкі до приморозків: редиска, соя. Їх стійкість виражається в межах -2...-6 °С.

4. Малостійкі до приморозків: кукурудза, просо, картопля. Пошкоджуються при -1...-2 °С, а при -3 °С - гинуть.

5. Нестійкі до приморозків: гречка, квасоля, рис, огірки, томати, кавуни, дині, гарбузи. Зниження температури до -1...-2 °С призводить до загибелі їх посівів.

Особливо небезпечні пізні та короткотривалі приморозки, які в нашій місцевості є звичним явищем.

Вода. Водний фактор середовища складається із таких складових: опадів, вологості ґрунту та вологості повітря. Пристосування рослин до різних умов водопостачання позначилося на їхніх морфологічних, анатомно-фізіологічних та біохімічних особливостях.

За відношенням до води рослини поділяють на такі екологічні групи:

- гідрофіти – рослини, які ростуть у воді;
- гігрофіти – надземні рослини, які ростуть в умовах підвищеної вологості ґрунту та повітря на болотах, берегах річок чи озер;
- мезофіти, рослини, що живуть в умовах середнього рівня зволоження;
- ксерофіти, рослини посушливих місцевостей, пристосовані до життя в умовах недостатнього водозабезпечення. Це рослини пустель, посушливих степів, схилів які дуже прогріваються;
- сукуленти, багаторічні рослини з соковитими м'ясистими листками або стеблами, здатними нагромаджувати в них воду.

Ґрунт. Важливою умовою для рослини є кислотність ґрунту.

Детальніше із впливом агрометеорологічних

факторів та властивостей ґрунту на культурні рослини ви ознайомитесь, опрацювавши рекомендовану літературу.

Види, які культивує людина, підтримуються штучним добором, тому вони не можуть конкурувати з іншими видами (бур'янами) та несприятливими умовами без підтримки людини.

Вимоги до культурних рослин стосуються наступного:

- висока екологічна пластичність, здатність давати врожай при широкому діапазоні коливань температур;
- скоростиглість, що випереджує розвиток бур'янів;

Оптимальні значення рН ґрунтового розчину для основних сільськогосподарських культур

Рослина	рН	Рослина	рН
Яра пшениця	6,3 - 7,6	Картопля	5,0-5,5
Озима пшениця	6,0 - 7,5	Морква	5,5-7,0
Кукурудза	6,0 - 7,0	Редиска	5,5 і більше
Ячмінь	6,8 - 7,5	Огірки	6,0 - 7,9
Овес	5,0-7,7	Томати	6,3 - 6,7
Просо	5,5 - 7,5	Капуста	6,7-7,1
Тимофіївка	5,6 і більше	Столовий Буряк	6,8 - 7,5
Конюшина	6,0 - 7,0	Цукровий Буряк	7,0 - 7,5
Горох	6,0 - 7,0	Соняшник	6,0 - 7,8
Люцерна	7,0 - 8,0	Гречка	4,7-7,5
Люпин	4,5 - 6,0	Соя	6,5-7,1

- здатність активно й позитивно реагувати на агротехнічні заходи, високий генетичний потенціал;
- стійкість до захворювань і уражень шкідниками.

Поділ рослин за тривалістю періоду вегетації.

Сорти і гібриди польових культур за цією ознакою

поділяють на три групи: скоростиглі, середньостиглі, пізньостиглі.

Між ними є перехідні групи. Поєднання різних за термінами досягання сортів та різних культур на великих площах посіву дає змогу зменшити втрати врожаю при несприятливих умовах погоди та інших факторах.

Особливості сезонної ритміки розвитку рослин.

Оцінка агробіологічних особливостей сільськогосподарських культур включає також особливості їх феноритміки протягом вегетаційного періоду. Маються на увазі терміни проходження і характер окремих фенофаз розвитку і термінів та їх тривалості. Адже в кінцевому рахунку вони визначають формування врожаю зеленої маси чи насіння.

Особливої уваги заслуговують фази цвітіння та наливання і досягання зерна.

За нормальних погодних умов істотних відхилень у термінах проходження окремих фенофаз не спостерігається.

Якщо агрокліматичні умови регіону не відповідають екологічним вимогам рослини, то вона не зможе успішно завершити свій онтогенетичний цикл.

Показники якості насіння польових культур регламентуються державними стандартами.

Від схожості насіння залежать витрати посівного матеріалу для забезпечення відповідної густоти посіву і рівномірного розміщення рослин на посівній площі.

Характер кореневої системи

Добре розвинена коренева система польових культур забезпечує ефективне використання вологи і поживних речовин з ґрунту.

Дослідженнями встановлено, що не лише з орного шару рослина може черпати мінеральні елементи, а й з глибших ґрунтових горизонтів (до 3-5 м).

Тому, створюючи умови для розвитку глибокої кореневої системи культурних польових рослин, можна зменшити норми внесення мінеральних добрив без зниження врожаю. Це відповідає вимогам екологічного рослинництва.

У польових культур розрізняють два основні типи кореневої системи - мичкувату (у злаків) і стрижневу (у хрестоцвітих, бобових). Є ще рослини, у яких підземне стебло перетворилось у кореневище, з вузлів якого виростають нові надземні пагони і додаткові корені.

Вегетативним центром злакових культур є вузол кущення, а у хрестоцвітих, бобових та інших дводольних - коренева шийка. За рахунок появи нових пагонів відбувається формування густоти посіву, що треба враховувати при сівбі.

Практичне завдання

1. Скласти агроекологічну характеристику основних сільськогосподарських культур.

Для опису пропонуються:

озима пшениця, озиме жито, ярий ячмінь, кукурудза, картопля, цукрові буряки.

Особливу увагу потрібно звернути на такі ознаки:

- тривалість вегетаційного періоду;
- група за теплозабезпеченістю;
- сума ефективних середньодобових температур для повного розвитку;
- стійкість до приморозків;
- вимоги до інтенсивності освітлення;
- відношення до тривалості дня;
- відношення до вологості ґрунту;
- відношення до родючості ґрунту;
- відношення до рН ґрунту.

Для виконання завдання скористайтеся довідковими

даними, поданими в теоретичних відомостях до заняття та в галузевій навчальній літературі.

У підсумку вкажіть, які з описаних культур найкращі для вирощування в нашому регіоні.

Література

1. Смаглій О.Ф., Кардашов Л.Т. та ін. Агроєкологія. – К.: Вища освіта, 2006. – 105 с.
2. Мусієнко М.М. Екологія рослин: підручник. – К.: Либідь, 2006. – 432 с.

Запитання для самоперевірки

1. Які кліматичні фактори належать до основних і чому?
2. Назвіть другорядні кліматичні фактори.
3. Що таке агрометеорологічні умови?
4. Чим визначається забезпеченість рослин теплом?
5. На які групи поділяються рослини за вимогами до забезпеченості теплом ?
6. Що таке суча ефективних температур?
7. На які групи поділяються сільськогосподарські культури за стійкістю до приморозків?
8. Які з сільськогосподарських рослин нашого регіону належать до найбільш холодостійких?
9. До якої групи за морозостійкістю належить більшість сільськогосподарських рослин?
10. Які з сільськогосподарських культур не витримують приморозків?
11. За якими показниками оцінюють умови перезимівлі рослин?
12. Яке значення має світло для рослин?
13. Назвіть світлолюбні сільськогосподарські культури.
14. Назвіть тіньові сільськогосподарські культури.

15. Назвіть групи рослин за максимальною інтенсивністю фотосинтезу.

16. До якої з цих груп належить більшість культурних рослин нашого регіону?

17. Назвіть сільськогосподарські рослини довгого дня.

18. Назвіть сільськогосподарські культури короткого дня.

19. Які ґрунти називаються кислими?

20. Які ґрунти називаються лужними?

21. Назвіть сільськогосподарські культури, які надають перевагу кислим ґрунтам.

Практична робота № 7

Тема: Екологічні основи сівозмін

Мета: Ознайомити студентів з організацією ведення рослинництва на сівозмінних принципах, зі структурою сівозмін, розміщенням в них культур з урахуванням еколого-біологічних особливостей.

Теоретичні відомості

Ведення галузі рослинництва на сівозмінних принципах передбачає послідовне чергування сільськогосподарських культур різних за біологічними особливостями.

Така зміна місця посіву культур зменшує їх негативний вплив на родючість ґрунту, зменшує шкідливість бур'янів, хвороб і шкідників.

Отже, сівозміна – це важливий біологічний та агроекологічний фактор рослинництва. Вона означає науково обґрунтоване щорічне або періодичне чергування культур на певній території, на полях.

Економічною основою сівозміни є науково обґрунтована структура посівних площ, яка забезпечує максимальний вихід продукції з кожного гектара ріллі при найменшій собівартості.

В основу сучасної класифікації сівозмін покладено дві ознаки: головний вид рослинницької продукції яку одержують у сівозміні; співвідношення площ окремих груп культур, що різняться між собою за біологічними особливостями; агротехнікою і впливом на родючість ґрунту. За першою ознакою сівозміни поділяють на типи. Тип сівозміни свідчить про господарське призначення основної рослинницької продукції, яку виробляють у сівозміні.

За господарським призначенням розрізняють 4 типи сівозмін: польові, кормові, спеціальні та протиерозійні.

За співвідношенням культур у сівозміні (і парів), які різняться за біологічними особливостями, технологією вирощування та впливом на родючість ґрунту, в кожному типі сівозміни виділяють види.

У польових сівозмінах зосереджено вирощування зернових і технічних культур, які не потребують особливих ґрунтових умов чи спеціальних умов вирощування. Вони займають близько 90% всіх орних земель і їх впроваджують, як правило, в усіх господарствах.

Кормові сівозміни призначені переважно для виробництва соковитих грубих кормів, а також незначні площі в них займають зернові, технічні, овочеві та інші культури. У кормових сівозмінах вирощують зелені корми з весни до пізньої осені. Незначну площу цих сівозмін відводять під зернові. До них належать лукопасовищні й прифермерські.

Спеціальні сівозміни призначені для виробництва продукції культур, які потребують дуже родючих ґрунтів або спеціальних умов вирощування.

Ґрунтозахисні сівозміни застосовують для запобігання розвитку водної і вітрової ерозії. Їх вводять на схилах крутизною 5 градусів і більше, при цьому використовують багаторічні трави.

Під структурою посівних площ розуміють співвідношення площ посіву різних сільськогосподарських культур і парів, виражене у відсотках від загальної площі.

Після уточнення структури посівних площ встановлюють число полів у кожній сівозміні та кращі попередники.

Попередником називають культуру або пар, які займали дане поле минулого року.

Культуру, яку вирощують на одному полі 2-3 роки підряд, називають повторною. Якщо ж її вирощують довше, ніж упродовж ротаційного періоду, називають беззмінною.

Ротаційний період – це час, протягом якого кожна культура і пар проходять через кожне поле сівозміни (послідовно).

Вирощування на одному й тому ж полі тільки однієї культури називається монокультурою.

Паром називають поле, на якому протягом всього або частини вегетаційного періоду не вирощують сільськогосподарські культури, а систематично обробляють. Є чисті пари – вільні протягом цілого вегетаційного періоду; чорні – починають обробляти з літа після збирання попередника; кулісні – смугами висівають високостеблі рослини і зайняті – вирощують культури, які рано збирають.

Сільськогосподарські культури поділяються на такі біологічні групи:

1. Озимі зернові: озиме жито, озима пшениця, озимий ячмінь.
2. Ярі зернові: яра пшениця, ярий ячмінь, овес.
3. Зернобобові: горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин.
4. Просапні: цукрові, кормові та столові буряки, кукурудза, картопля, соняшник, морква.
5. Технічні: льон, ріпак, коноплі, гірчиця, редька.
6. Багаторічні трави: бобові (конюшина, люцерна, буркун), злакові (тимофіївка лучна, грястиця збірна, костриця лучна, райграс та ін.).
7. Однорічні трави (сумішки): вико-вівсяні, горохово-вівсяні.

Для озимих зернових культур кращими попередниками в умовах Полісся є картопля, вико-вівсяні

сумішки, конюшина першого року, люпин, льон-довгунець, у Лісовій зоні – багаторічні трави, вико-вівсяні та вико-житні сумішки, зернобобові, кукурудза на зелений корм.

Для ярих зернових кращими попередниками є картопля, кукурудза, цукрові буряки, зернобобові, озимі зернові.

Зернобобові переважно вирощують після кукурудзи, цукрових буряків, картоплі.

Картоплю розміщують після озимої пшениці, зернобобових.

Кукурудзу в умовах Полісся та західного лісостепу розміщують після картоплі, цукрових буряків, озимих зернових.

Круп'яні культури (просо, гречка) розміщують після зернобобових культур, цукрових буряків, картоплі, кукурудзи, озимих та ярих зернових.

Багаторічні трави (переважно конюшину) сіють під покровом озимих і ярих зернових культур у польових, кормових та інших сівозмінах.

Пари розміщують після просапних та озимих зернових культур.

Д.М.Прянишников виділив чотири групи причин підвищення врожайності сільськогосподарських культур за правильного їх чергування в сівозміні:

1. Хімічні причини полягають у тому, що різні групи сільськогосподарських культур засвоюють з ґрунту елементи зольного й азотного живлення в різних пропорціях і кількостях.

2. Фізичні причини полягають у відмінності в біологічних особливостях вирощування культур і вимагають спеціальної агротехніки. Такі фізичні властивості ґрунту, як структура, будова орного шару, щільність, під впливом багаторазових обробітків під

культури широкорядної сівби швидше змінюються в напрямку погіршення, ніж під культурами звичайної рядкової сівби. З фізичними властивостями ґрунту тісно пов'язані й залежать від них водно-повітряний, тепловий і поживний режими ґрунту.

3. Біологічні причини проявляються у шкідливій дії бур'янів, шкідників і хвороб на культурні рослини, що призводить до зниження врожайності. Безмінне вирощування деяких культур (льону, гороху) може спричинити нагромадження токсичних речовин, які виділяють рослини, мікроорганізми, гриби, бактерії і викликати ґрунтовому.

4. Економічна необхідність чергування культур пов'язана з різною кількістю і розподілом у часі праці, яка необхідна для вирощування культур у господарстві. Для повнішого й продуктивнішого використання техніки і робочої сили в сівозміні доцільно вирощувати культурні рослини різних строків сівби і збирання врожаю (озимі, ранні, пізні ярі тощо). Це забезпечує високоякісне проведення всіх польових робіт у кращі строки.

Велика роль в регулюванні вмісту органічної речовини в ґрунті належить польовим рослинам. Сільськогосподарські культури за їх здатністю нагромаджувати рослинні рештки можна поділити на три основні групи: багаторічні трави (бобові, злакові та їх сумішки), що нагромаджують найбільше кореневих і післяукісних ешток – 50-80 ц/га і більше сухої маси.

Озимі жито і пшениця – залишають рослинних решток 40-50 ц/га, що дорівнює врожаю або дещо менше його. Ярі культури, які нагромаджують порівняно мало решток – 20-40 ц/га і менше. Серед них найменше органічної маси залишають просапні – кукурудза, картопля й кореневищні культури.

Практичне завдання

1. Ознайомитися з методикою складання сівозмін та її основними екологічними принципами.

При складанні сівозмін необхідно:

- визначити тип її за призначенням та вид сівозміни (за набором культур);

- підібрати відповідні до вибраної сівозміни найбільш продуктивні й адаптивні сорти культур кожного виду;

- визначити структуру сівозміни, тобто співвідношення площ сівозміни між культурами чи біологічними групами їх (у %);

- врахувати внесення поживних речовин з урожаєм, алелопатичний вплив і вибрати найкращий попередник;

- згрупувавши культури у біологічні групи, розбивають площу на поля. При цьому враховують наявну площу ріллі, виділеної під сівозміни, і розбивають на поля;

- визначити, який відсоток площі займає кожна із біологічних груп вибраних культур. Розмір одного поля вираховуємо за найменшим кратним (за відсотком) певної біологічної групи.

Наприклад. Площа під сівозміну - 150 га.

Зернові займають 30 % (озима пшениця 20 % та озиме жито 10 %); просапні – 30 % (цукрові буряки 20 % і кукурудза – 10 %); зернобобові (горох – 10 %); багаторічні трави (конюшина – 10 %); ярі зернові (ярий ячмінь – 10 %). Отже, найменше спільне кратне становить 10.

Ділимо загальну площу 150 га на 10, отримуємо 15 га. Отже, одне поле становитиме 15 га.

Щоб визначити кількість полів, загальну площу ріллі сівозміни ділимо на величину поля: $150/15 = 10$ полів

Отже, вибрана сівозміна за напрямом - польова, зернопросапна, десятипільна.

Враховуючи набір культур і співвідношення їх у

сівозміні, визначимо, що полів буде 10.

- конюшина - 10 %, займе 1 поле;
- озима пшениця - 20 % - 2 поля;
- озиме жито - 10 % - 1 поле;
- цукрові буряки - 20 % - 2 поля;
- кукурудза- 10 % -1 поле;
- ярий ячмінь - 20 % - 2 поля;
- горох - 10 % - 1 поле;

Сівозміна 10-пільна.

Враховуючи всі згадані вище вимоги, структура сівозміни і розташування культур на полях буде таким:

- 1 поле - конюшина;
- 2 поле - озима пшениця;
- 3 поле - цукрові буряки;
- 4 поле - ярий ячмінь;
- 5 поле - горох;
- 6 поле - озима пшениця;
- 7 поле - цукрові буряки;
- 8 поле - кукурудза та силос;
- 9 поле - озиме жито;
- 10 поле - ячмінь із підсівом конюшини.

2. Скласти ротаційну таблицю сівозміни, розташували дані культури на полях і по роках за ротаційний період.

Врахуйте, що кожна культура повинна поступово перейти через усі поля сівозміни.

Для прикладу подається схема ротації 4-пільної сівозміни, її ротаційний період - 4 роки. Простежте за переміщенням культур.

Складіть ротаційну схему поданої вище 10-пільної сівозміни, розташуйте в ній по роках на певному полі відповідні культури (табл. 1).

Таблиця 1

Рік викорис-	Поля сівозміни			
	перше	друге	третє	четверте
1	Конюшина	Озимі зернові	Просапні	Ярі зернові
2	Озимі зернові	Просапні	Ярі зернові	Конюшина
3	Просапні	Ярі зернові	Конюшина	Озимі зернові
4	Ярі зернові	Конюшина	Озимі зернові	Просапні

Запам'ятайте, що в основі сівозміни лежить науково обґрунтована.

Вирощування на одному й тому ж полі лише однієї культури (монокультури) сприяє розмноженню шкідників, поширенню хвороб, виснаженню ґрунту.

Дуже чутливі до моно-культури та беззмінного вирощування цукрові буряки, соняшники, льон, ріпак, зернобобові, ярі зернові.

Середньочутливі - озимі зернові, кукурудза; урожай їх знижується мало.

Таблиця 2

Рік	Поля сівозміни									
	1	2	3	4						
1990										
1991										
1992										
1993										
1994										
1995										
1996										
1997										
1998										
1999										

Малочутливими є конопля, картопля, рис, тютюн; на беззмінні посіви майже не реагують.

Література

1. Павленко М.К. Основи землеробства. – К., Вища школа, 1997. – С. 265-280.
2. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології: Навч.посібник / Бомба М.Я., Періг Г.Т., Рижук С.М., та ін. – К.:Урожай, 2003. –400 с.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке сівозміна?
2. З яких основних ланок складається сівозміна?
3. Схема сівозміни - це ...
4. Дайте пояснення понять "монокультура", "повторна" і "беззмінна" культура.
5. За реакцією на беззмінне вирощування сільськогосподарські культури поділяються на групи, які?

6. Які культурні рослини належать до дуже чутливих на беззмінне вирощування?
7. Які культури малочутливі до беззмінного вирощування ?
8. Назвіть групи культур за розміщенням, у сівозміні.
9. Що таке ротаційний період сівозміни?
10. Що означає попередник?
11. Яке значення має сівозміна?
12. Чим зумовлена необхідність чергування культур?
13. На які групи поділяються сівозміни за призначенням?
14. Що таке ґрунтозахисна сівозміна?
15. Як називаються сівозміни по вирощуванню зернових і технічних культур?
16. Які культури вирощуються в кормових сівозмінах?
17. Що розуміють під "паром ", види парів?
18. Яке значення парів у сівозміні?

Практична робота № 8

Тема: Мінеральні добрива та еколого-агрономічні принципи їх використання

Мета: Ознайомити студентів з різними видами найпоширеніших мінеральних добрив, з їх фізичними й хімічними властивостями, вмістом діючої речовини та з науковими основами й екологічними принципами їх використання.

Теоретичні відомості

Добрива – це речовини, призначені для поліпшення мінерального живлення рослини і підвищення родючості ґрунту.

За хімічним складом добрива поділяють на мінеральні, органічні та мікродобрива.

До мінеральних належать добрива, що містять елементи живлення рослин у вигляді неорганічних сполук; до органічних такі, що містять у своєму складі органічні сполуки .

За вмістом поживної речовини мінеральні добрива поділяють на азотні, фосфорні, калійні, борні, марганцеві тощо.

Поживна речовина добрива – це та його частина, що використовується рослиною. Зокрема, в азотних добривах такою є азот, що засвоюється у вигляді NH_4 або NO_3 ; у фосфорних – фосфор (P_2O_5), у калійних – калій (K_2O).

Своєю чергою, мінеральні добрива поділяються на прості (містять один елемент живлення) і комплексні (містять два і більше елементів живлення). Добриво, що містить азот, фосфор і калій, називається повним.

Комплексні добрива поділяють на складні, складно-

змішані (комбіновані) і змішані.

Складні добрива містять два або більше елементів живлення в одній молекулі хімічної солі, з якої складається добриво.

Складно-змішані, або комбіновані, добрива містять два або більше елементів живлення в одній гранулі добрива.

Змішані добрива – це механічна суміш простих добрив у певному співвідношенні.

За характером дії на рослини добрива бувають прямої, які вносять безпосередньо в ґрунт для забезпечення рослин потрібними елементами живлення, а також побічної, які вносять для поліпшення властивостей ґрунтів і мобілізації в них поживних речовин. В окрему групу виділяють бактеріальні добрива.

Добрива також поділяють за фізичним станом. Вони бувають тверді й рідкі. Тверді залежно від розміру часток поділяють на порошкоподібні й гранульовані. Гранульовані добрива мають форму зерен, гранул або кульок. Вони краще зберігаються, менше злежуються вгаслідок меншої їх гігроскопічності.

За характером дії на ґрунт добрива поділяють на фізіологічно-кислі та фізіологічно-лужні. Добрива, які підлужують ґрунтовий розчин внаслідок використання з них поживної речовини у вигляді аніонів, називаються фізіологічно-лужними.

Добрива, які підкислюють ґрунтовий розчин внаслідок переважного використання рослинами їх поживних речовин у вигляді катіонів, називаються фізіологічно-кислими.

Азотні мінеральні добрива виробляють з аміаку та азотної кислоти. *До них належать:*

а) фізіологічно-кислі (сульфат амонію, хлорид амонію, аміачна селітра);

б) фізіологічно-лужні (натрієва селітра, кальцієва селітра, аміачна вода).

Азотні добрива насамперед слід вносити під озимі зернові, льон, тютюн, кукурудзу та інші.

До особливо небезпечних і отруйних належать такі азотні добрива: безводний аміак, аміачна вода, сульфат амонію. Суміш аміаку з повітрям вибухонебезпечна. Пари аміаку при концентрації 0,35 - 0,7 мг/л повітря небезпечні для життя людини і тварин. Працювати з ними потрібно в протигазі, гумових рукавицях і чоботах.

Фосфорні добрива містять фосфор. Вони характеризуються неоднаковою доступністю для рослини.

До легкодоступних належить суперфосфат порошкоподібний, гранульований, подвійний, потрійний, з додаванням мікроелементів. Їх відмінність, насамперед, у різному вмісті доступного фосфору (P_2O_5).

Суперфосфат порошковий містить фосфору (P_2O_5) 18,7 – 19 %, гранульований - 19,5 – 22 %, подвійний - 38 – 54 %. Найефективнішим вважається суперфосфат гранульований.

Калійні добрива поділяються на прості і концентровані. Недоліком більшості їх є високий вміст у них хлору. Тому їх не вносять під культури, чутливі до хлору, або вносять під зиму, щоб хлор вимився з орного шару. До простих калійних, які містять калію (K_2O) до 30 %, належать сільвініт, каїніт, калімагnezія. Остання дуже цінна, оскільки не містить хлору, а містить MgO (11-18 %), та K_2O (24-28 %), тому ефективна для культур, що не люблять хлору, особливо на дерново-підзолистих ґрунтах (для картоплі).

Концентровані (вміст K_2O до 52,4-60 %) – це калійна сіль, хлорид калію, сульфат калію, попіл.

Калійні добрива ефективніше діють, якщо їх використовувати разом з азотними та фосфорними, а на

кислих дерново-підзолистих ґрунтах - на фоні вапнування. Середні дози калійних добрив 45 - 60 кг K_2O /га, а для цукрових буряків, картоплі, овочевих дози їх треба збільшувати до 90 - 120 кг K_2O /га діючої речовини.

Комплексні мінеральні добрива: амофос - містять 10 -12% N і 46 - 50% P_2O_5 ; калієва селітра – 13 % N і 46 % K_2O_5 ; нітрофоска - містить азот, фосфор, калій; нітрофос - азотно-фосфорне добриво, містить N – 20 %, фосфору - 50 – 60 %; нітроамофоска - містить НК у співвідношенні 17:17:17. Це цінне добриво для всіх ґрунтів.

Для цукрових буряків на лучно-чорноземних ґрунтах найкращим є співвідношення NPK 1:1.5:1 та 1,7:1:2 із вмістом поживних речовин 48-50 %.

Для озимої пшениці на вилужених чорноземах найкращим співвідношенням NPK є 1,5:1:1,5 та 2:1:1,4, а при вирощуванні на сірих лісових ґрунтах - 1,5:1:1 та 2:1:1,5 із вмістом поживних речовин 45-50 %.

Щодо доз мікроелементів, то для цукрових буряків на сірих лісових ґрунтах найкращими є дози марганцю -1,5 %, бор - 0,3 %, для пшениці озимої марганцю - 1,5 %, молібдену - 0,3 %, цинку - 1 % маси комплексного добрива нітроамофоски. Отже, комплексні мінеральні добрива мають вищий коефіцієнт використання добрива та вищу економічну ефективність.

До органічних добрив належать гній, сеча, гноївка, пташиний послід, торф і торфокомпости, зелені або сидеральні добрива. Вони містять макро- і мікроелементи, фізіологічно активні речовини, мікроорганізми, антибіотики тощо. Дані добрива значно поліпшують фізико-хімічні властивості ґрунту, сприяють кращому проходженню біологічних процесів.

Здебільшого на зелене добриво вирощують люпин, буркун, сераделу та інші бобові рослини, які називають сидератами. Зелене добриво комплексно діє на ґрунт:

сприяє нагромадженню азоту і гумусу, зменшенню вимивання мінеральних речовин й ефективнішому використанню опадів, поліпшує фізичні властивості ґрунту, запобігає розвитку ерозії, знижує забур'яненість полів, ураження рослин хворобами і пошкодження шкідниками.

Практичне завдання

1. Скласти характеристику запропонованих мінеральних добрив

Для цього зверніть увагу на ознаки, подані в таблиці. Використайте дані про них у навчальній літературі, рекомендованій для самопідготовки.

Назва добрива	Фізичний стан	Колір	Вміст діючої речовини	Для яких ґрунтів і культур рекомендується

Для опису пропонуються:

1. Азотні фізіологічно-кислі: хлорид амонію, аміачна селітра; фізіологічно-лужні: натрієва селітра, кальцієва селітра;

2. Фосфорні добрива: суперфосфат гранульований, суперфосфат подвійний;

3. Калійні добрива: сільвініт, каїніт, калімагnezія, калійна сіль, попіл;

4. Комплексні мінеральні добрива: калієва селітра, нітрофоска, нітроамофоска.

Для виконання завдання уважно прочитайте

рекомендовані розділи підручника, теоретичні відомості до даного заняття.

Зробіть висновок, які з мінеральних описаних добрив найкращі для сірих опідзолених ґрунтів з кислою реакцією ґрунтового розчину.

Література

1. Городній М.М. та ін. Агроекологія, 1993. – С. 80 - 146.
2. Кравців Р.Й., Черевко М.В. Екологічні основи фермерських госпо-дарств., 2005. – С. 68-81.
3. Павленко М.К. Основи землеробства, 1997. – С. 197-243.

Запитання для самоперевірки

1. На які групи поділяються добрива?
2. Мінеральні добрива:
 - а) підвищують урожай;
 - б) покращують структуру ґрунту;
 - в) сприяють розмноженню ґрунтових бактерій.
3. Назвіть види фосфорних добрив.
4. Назвіть види калійних добрив.
5. Які з названих нижче азотних добрив є
 - а) фізіологічно-кислими,
 - б) фізіологічно-лужними?(аміачна селітра, аміачна вода, кальцієва селітра, сульфат амонію, сечовина, хлорид амонію)
6. Із фізіологічно-кислих добрив рослини засвоюють
 - а) катіони,
 - б) аніони
7. Простими називають мінеральні добрива, що містять... Навести приклад.
8. Комплексні мінеральні добрива містять ...

Навести приклад.

9. Що означає «діюча поживна речовина» мінерального добрива?

10. Поживною діючою речовиною в азотних добривах є, у калійних, у фосфорних.

11. На кислих ґрунтах потрібно вносити добрива:

а) фізіологічно-кислі,

б) фізіологічно-лужні.

12. Для нейтралізації хімічного середовища проводять:

а) на кислих ґрунтах,

б) на лужних ґрунтах

13. Чому не молена вносити азотні добрива під час плодоношення і на насінницьких ділянках?

14. Які з мінеральних азотних добрив є токсичними і небезпечними?

15. Які добрива називаються сидеральними?

16. Назвіть види сидеральних рослин.

17. Які добрива належать до органічних?

18. Що таке торфокомпости? Приклади.

19. Якої шкоди завдають мінеральні добрива довкіллю і рослинницькій продукції за умови їх неправильного використання?

Практична робота № 9

Тема: Живлення рослин і розрахунок доз мінеральних добрив під запланований урожай

Мета: Ознайомити студентів з методикою розрахунку доз добрив, необхідних рослині для запланованого врожаю. На конкретних завданнях навчити студентів розраховувати необхідні дози мінеральних добрив під заплановану величину врожаю однієї із культурних рослин.

Програмні питання

1. Суть мінерального живлення рослин.
2. Роль основних мінеральних макроелементів. Особливу увагу зверніть на калій, фосфор, азот, джерела їх надходження в рослину. Яку роль відіграють азотофіксуючі бактерії.
3. Що таке норма добрива і коефіцієнт його використання. Ефективність і післядія добрива.
4. Умови досягнення запланованого врожаю сільськогосподарських культур.
5. Вплив добрив на біологічну якість сільськогосподарської продукції.

Теоретичні відомості

До складу рослин входить вода і суха речовина, яка представлена органічними та мінеральними сполуками. Основна маса сухої речовини складається з органічних сполук – вуглеводів (клітковина, крохмаль, цукор) білків, жирів, а також з різних мінеральних сполук, які надходять через кореневу систему. Суха речовина в середньому на 93 % складається з чотирьох так званих органогенних елементів: вуглецю, кисню, водню і азоту. Інші елементи

залишаються після спалювання рослин у золі, тому їх називають зольними. Вони становлять близько 5 % маси сухої речовини.

Всі хімічні елементи поділяються на макро-, мікрота ультрамікроелементи.

Макроелементи входять до складу рослин у значних кількостях. До них належать, крім кисню, водню вуглецю і азоту, ще й фосфор, калій, кремній, кальцій, сірка, магній, залізо, натрій, алюміній.

Мікроелементи – марганець, бор, стронцій, мідь, цинк, бром, фтор, олово, нікель, титан, барій, молібден, кобальт, йод.

Ультрамікроелементи – миш'як, германій, рубідій, золото, кадмій, радій, ртуть, срібло.

Потреба в елементах живлення залежить від біологічних особливостей рослин та умов зовнішнього середовища, зокрема ґрунтово-кліматичних умов, системи удобрення, обробітку ґрунту тощо.

За способом живлення вищі рослини належать до автотрофних організмів, тобто вони самі синтезують органічні речовини з неорганічних. Живлення рослин може відбуватися двома шляхами: з повітря через зелені листки та з ґрунту – через кореневу систему. Тобто розрізняють повітряне і кореневе живлення.

Мінеральне живлення рослин здійснюється шляхом активного процесу вбирання мінеральних солей з ґрунту у вигляді катіонів та аніонів кореневими волосками кінчиків кореня.

Засвоєння поживних речовин залежить від внутрішніх і зовнішніх умов живлення. До внутрішніх умов належать спадкові ознаки, що зумовлюють анатомічну і морфологічну будову кожного виду рослин, темпи росту, настання фаз розвитку, спосіб розмноження, продуктивність і хімічний склад урожаю, вимоги до

властивостей середовища та інше.

До зовнішніх умов живлення рослин належать вода, освітлення, тепло, повітря, наявність доступних форм поживних речовин тощо.

Головна умова нормального живлення рослин – наявність поживних елементів.

Елементи живлення містяться в ґрунтовому розчині, органічних речовинах, в твердій і мінеральній фракціях ґрунту. Легко доступні для рослин поживні елементи ґрунтового розчину, а також ґрунтових колоїдів.

Елементи мінерального живлення знаходяться у вбирному ґрунтовому розчині і створюють певний фон мінерального живлення.

При внесенні в ґрунт мінеральних добрив необхідно врахувати запас мінеральних речовин в ньому.

Ефективна збалансована система застосування добрив для збереження і підвищення родючості ґрунту і врожайності вимагає врахувати баланс елементів живлення та їх міграцію. Рослини неповністю використовують поживні речовини добрив. У середньому коефіцієнт використання мінеральних добрив сільськогосподарськими культурами становить: азотних 40-50 %, фосфорних 10-25 %, калійних 50-60 % діючої речовини. Внесення добрив повинно забезпечити оптимальний рівень кореневого мінерального живлення культур у сівзміні.

Відношення кількості поживних речовин, винесеної з урожаєм, до загальної кількості поживної речовини, внесеної з добривом, становить коефіцієнт використання поживної речовини добрива.

Під нормою добрива розуміють загальну кількість добрива, внесеного під сільськогосподарські культури за період їх вирощування. Кількість добрива, внесена за один прийом, називається дозою добрива.

Ефективність добрива, внесеного під попередню

культуру, на другий і наступні роки називають післядією добрива.

Для визначення оптимальної кількості добрив під запланований урожай потрібно врахувати і те, що частина мінеральних поживних речовин виноситься з урожаєм за межі поля.

Основні умови, за яких можливе досягнення запланованого урожаю сільськогосподарських культур, визначені академіком І.С. Шатіловим:

1. Визначення рівня продуктивності культур за коефіцієнтом використання рослиною фотосинтетичної сонячної радіації (ФАР).

2. Визначення потенційних можливостей культури чи сорту.

3. Формування на полі оптимальних умов для фотосинтезу.

4. Розроблення такої системи добрив, при якій можна максимально використати родючість ґрунту.

5. Розроблення комплексу агротехнічних заходів з урахуванням потреб рослини.

6. Усунення впливу шкідників і хвороб рослин, що негативно впливають на ріст, розвиток і урожай культур.

Отже, необхідно врахувати всі фактори, що визначають рівень урожаю.

Із багатьох методів, запропонованих різними авторами, найбільш популярним є балансовий метод.

Для розрахунку норми внесення азотних, фосфорних і калійних добрив під запланований урожай певної культури рослини необхідні такі дані:

- рівень запланованого врожаю заданої культури;
- винос поживних речовин з урожаєм, вміст їх в орному шарі ґрунту;
- коефіцієнт використання рослинами поживних речовин з ґрунту;

- коефіцієнт використання рослинами поживних речовин із внесених добрив;
- тип (різновид) ґрунту, його хімічне середовище (рН ґрунтового розчину);
- використання посіву (на насіння чи використання вегетативних частин) рослини.

Розрахунок проводять за формулою:

$$Д \text{ добрива} = (100 \times В) - (П \times К1) \div К2, \text{ де}$$

В - винос поживних речовин із ґрунту з урожаєм культурної рослини, кг/га; (табл. 1)

П - вміст поживних речовин в одному шарі ґрунту, кг/га; (табл. 3)

К1 - коефіцієнт використання культурною рослиною поживних речовин з ґрунту, %; (табл. 2)

К2 - коефіцієнт використання елементів живлення культури з добрив, які будуть внесені, %; (табл. 2)

Д добрива - доза добрива, яку розраховують для внесення;

Х - запланований урожай, ц/га.

Практичне завдання

1. Розрахувати норми внесення азотних, фосфорних і калійних мінеральних добрив під запропоновану культуру і запланований врожай.

Конкретні завдання видаються окремим студентам чи групам викладачем.

При виконанні завдання враховують тип ґрунту і відповідне добриво - азотне, калійне, фосфорне. Особливо розрахувати норми внесення їх - із розрахунку вмісту в них діючої речовини N, P₂O₅, K₂O.

Необхідні для розрахунку дані візьміть із додатку таблиць 1, 2, 3, що стосуються виносу поживних речовин з ґрунту з урожаєм різних культур; коефіцієнти використання рослинами поживних речовин з ґрунту,

вміст поживних речовин в одному шарі ґрунту.

Визначення доз добрив за розрахунковим методом під запланований урожай (культури в ц/га) проведіть за формулою, поданою в тексті.

Показники	N	P205	K 2O
1. Запланований урожай культури...			
2. Винос поживних речовин з урожаєм, кг/га(B).			
3. Вміст поживних речовин у ґрунті, мг/100гр(П).			
4. Коефіцієнт використання поживних речовин з орного шару ґрунту, %(K1)			

Розрахункові дані внесіть у таблицю.

Примітка

Після проведення розрахунків отримаєте потребу вибраної культури в елементах живлення: азоті (N), фосфорі (P205) та калію (K2O). Ці результати, які відображають кількісну потребу в діючій речовині, потрібно перевести у масу певного добрива - азотного, калійного, фосфорного, яке буде вноситися під що культуру.

Для цього потрібно спланувати, які мінеральні добрива будете використовувати (з врахуванням типу і рН ґрунту), вміст діючої речовини в них і відповідно визначити, яку кількість (в ц/га) треба внести.

Таблиця 1

Винос поживних речовин з ґрунту з урожаєм різних культур

Культура	Основна продукція	Винос поживних речовин (кг) на 1 т основної продукції		
		Азот	фосфор	Калій
Пшениця озима	зерно	30	13	25
Пшениця яра	зерно	30	12	25
Жито озиме	зерно	25	12	26
Ячмінь	зерно	25	11	22
Овес	зерно	33	14	20
Кукурудза	зерно	34	12	17
Цукрові буряки	коренеплоди	5,9	1,8	7,5
Кормові буряки	коренеплоди	4,9	1,5	6,7
Картопля	бульби	6,2	2,2	9,5
Горох	зерно	66	16	20
Кормова морква	коренеплоди	5,2	16,9	16,0
Люпин	насіння	68	19	47
Льон	насіння	106	53	93
Вика	насіння	63	14	16

Конюшина	сіно	19,7	5,6	15
Тимофіївка	сіно	15,5	7	24
Люцерна	сіно	26	6,5	15
Природні сінокося	сіно	17	7	18

Таблиця 2

Коефіцієнт використання поживних речовин з орного шару ґрунту(0 - 20 см) із добрив (у рік внесення)

Джерело поживних речовин	Коефіцієнт використання, %		
	азоту	фосфору	Калію
Гній і компости	25-35	30 - 50	50 – 75
Мінеральні	50-70	15-25	50 – 75
Ґрунт	10-20	5-10	10-12

Таблиця 3

Вміст поживних речовин в орному шарі ґрунті (0 - 20 см).

Культура	Запланований урожай, ц/га	Вміст поживних речовин у ґрунті мг на 100г		
			фосфор	Калій
Пшениця озима	50	5,9	5,4	5,5
Ячмінь	40	6,2	6,5	5,8
Кормові	300	5,3	5,9	7,2
Кормові	400		6,4	6,4
Кормові	280	5,0	4,8	6,0
Кормова	150	5,5	5,2	3,6
Кормова	160	5,5	5,1	4,0

Кормова	180	6,5	5,1	3,6
Вика (сіно)	40	5,2	5,6	4,0
Вика (сіно)	50	4,8	6,7	5,8
Конюшина	60	6,5	5,4	3,8
Конюшина	50	6,5	5,8	3,8
Природні	50	3,8	4,5	4,2
Природні	40	4,0	4,5	3,5
Природні	45	4,0	5,0	4,7

Примітка.

Щоб перевести кількість поживних речовин Змг/100г ґрунту в кг на 1 га орного шару, треба кількість у мг помножити на коефіцієнт 30 (згідно з пропорцією 3 мг:100 г = х2:1000г).

Література

1. Городній М.М., Шикуча М.К. та інші. Агроекологія, 1993. – С. 217-247.
2. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології: Навч. Посіб. / М.Я. Бомба, Г.Т. Періг, С.М. Рижук та ін. – К.: Урожай., 2003. – 400 с.

Запитання для самоперевірки

1. Рослина вбирає поживні речовини з ґрунту:
 - а) всією поверхнею кореня;
 - б) кінчиком кореня;
 - в) кореневими волосками.
2. Рослина вбирає поживні речовини:
 - а) у вигляді молекул;
 - б) у вигляді солей;
 - в) у вигляді аніонів, катіонів.
3. Які з перелічених елементів належать:
 - а) до макроелементів;
 - б) до мікроелементів

(калій, азот, йод, фосфор, бор, мідь, натрій, магній, кальцій).

4. Суперфосфат, сечовина, гній, калійна селітра, аміачна селітра, амофос, люпин, торф, вермикультура. Які з них є:

- а) мінеральними;
- б) органічними добривами.

5. Яка частка врожаю рослин забезпечується добривами: 30%, 50%, 60%.

6. Що означає коефіцієнт засвоєння мінеральних добрив рослиною.

7. Підвищені дози мінеральних добрив:

- а) підвищують коефіцієнт засвоєння з них поживних речовин,
- б) знижують його?

8. Які добрива кращі для підвищення родючості ґрунту:

- а) мінеральні добрива;
- б) гній;
- в) зелені?

9. Що потрібно враховувати при внесенні добрив?

10. З яких джерел рослина черпає мінеральні добрива?

11. Що таке норма добрива?

12. Які умови необхідні для отримання запланованого врожаю?

Практична робота № 10

Тема: Мікробні біотехнології у сільському господарстві

Мета: Ознайомити студентів із технологією ефективних мікроорганізмів їх можливостями застосування в різних галузях народного господарства.

Теоретичні відомості

Однією з головних проблем сучасного землеробства є розробка високоефективних ресурсозберігаючих агротехнологій, які зможуть забезпечувати не тільки одержання високих сталих врожаїв сільськогосподарських культур, а і розширення відтворення родючості ґрунтів.

Створення таких технологій повинно передбачати вирішення проблем трансформації гумусу, азоту, фосфору та інших поживних елементів у ґрунті.

Одним із найбільш дієвих шляхів виходу з кризової ситуації є швидке і масове впровадження *ЕМ-технологій*, або *технологій Ефективних Мікроорганізмів*.

ЕМ-технологія (застосування Ефективних Мікроорганізмів для стійкого симбіозу із рослинами, який сприяє забезпеченню їх живленням і придушенню патогенної мікрофлори) – один із самих перспективних напрямків розвитку аграрного виробництва 21 століття.

ЕМ-технології не замінюють традиційні сільськогосподарські технології, але можуть значно підвищити їхню ефективність

ЕМ-технологія багатофункціональна за своїми можливостями і може знайти застосування в різних галузях народного господарства: при виробництві сільськогосподарської продукції без застосування хімічних добрив і пестицидів, у відновленні природної родючості

грунту, у виробництві ферментизованих добрив, кормів і біодобавок до них, при вирощуванні здорових тварин і птиці, переробці промислових і побутових відходів, при виробництві медпрепаратів для лікування людей і т.д.

На сьогоднішній день у сільському господарстві рівних даній технології немає. Дякуючи впровадженню ЕМ-технології в сільському господарстві можливо протягом всього за 3-5 років практично повністю відновити природну родючість навіть самих бідних ґрунтів. При бережному використанні природних ресурсів і мінімальних фінансових та людських затратах можливо отримати екологічно чисті продукти харчування високої якості.

Засновником ЕМ-технології є японський професор, мікробіолог Тєруо Хіга. У 1988 році цей учений зумів створити надскладний комплекс із корисних бактерій, який назвав ефективними мікроорганізмами (ЕМ). Ним були відібрані 86 головних штамів, які виконували увесь спектр функцій з живлення рослин, їхнього захисту від хвороб та оздоровлення ґрунтового середовища.

Виникнувши в Японії, ЕМ-технологія визнана сьогодні всім світовим товариством, вона істотно впроваджується в останнє десятиліття як частина національної політики в багатьох країнах світу. Згідно з політикою уряду України, до 2015 року частка органічної продукції в загальному об'ємі валової продукції сільського господарства має становити 10%.

При внесенні в ґрунт препарат ЕМ-1 радикально впливає на біоценоз ґрунту, пригнічує його патогенну мікрофлору. В результаті здійснюється налаштування основної маси мікроорганізмів на регенерацію, а всьому ґрунту надається продуктивна сила. Такий ґрунт практично повністю відновлює свою природну родючість без застосування хімічних добрив і пестицидів. При

мінімальних затратах праці із таких ґрунтів можна буде збирати максимально можливі врожаї високої якості.

Головною причиною виняткової багатофункціональності ЕМ – препарату є дуже широкий діапазон дії мікроорганізмів, які входять до його складу. До найбільш великих груп мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ – препарату, належать:

Фотосинтезуючі бактерії – синтезують корисні речовини, що використовують сонячне світло та тепло ґрунту, синтезовані речовини містять у собі амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри, сприяють розвитку і росту рослин.

Молочнокислі бактерії виробляють молочну кислоту з органічних речовин, утворених фотосинтезуючими бактеріями та дріжджами. Молочна кислота є сильним стерилізатором, який придушує шкідливі мікроорганізми та прискорює розкладання органічної речовини. Молочнокислі бактерії розкладають лігніни та целюлозу, ферментують ці речовини, придушують нематоди.

Азотфіксуючі бактерії поглинають атмосферний азот і закріплюють у вигляді азотних з'єднань, збільшують його запас у ґрунті.

Дріжджі синтезують біологічно активні речовини з амінокислот і цукрів, які продукуються фотосинтезуючими бактеріями та корінням рослин. Секреції дріжджів – корисні субстрати для молочнокислих бактерій і актиноміцетів.

Актиноміцети виробляють антибіотичні речовини – антибіотики, які придушують ріст шкідливих грибів і бактерій.

Ферментуючі гриби роду *Aspergillus* і *Penicillium* швидко розкладають органічні речовини, виробляють етиловий спирт, складні ефіри й антибіотики. Вони

запобігають зараженню ґрунту шкідливими комахами та личинками.

На основі концентрату ЕМ-1 виробляються наступні похідні продукти:

- ЕМ-А основний препарат багатоцільового використання;

- ЕМ-5 засіб боротьби зі шкідниками та хворобами рослин;

- ЕМ рослинний екстракт, різновид рідинного препарату, для виготовлення якого використовується свіжа подрібнена рослинна маса (бур'яни, лугові трави, тощо);

- ЕМ продукти твердофазного типу;

- ЕМ бокаші – ферментовані органічні рештки;

- ЕМ керамічний порошок.

ЕМ-препарати використовуються:

- у польових умовах: для обробки ґрунту, посівного матеріалу та вегетативної маси рослин;

- у закритому ґрунті: для приготування ґрунтосумішей, обробки ґрунту теплиць, обробки посівного матеріалу, вирощування розсади, обробки рослин.

Застосування препарату ЕМ-1:

- забезпечує природну водо і повітропроникність родючого шару ґрунту до глибини 60-80 см;

- в декілька разів пришвидшує процеси гумусоутворення (за три роки застосування ЕМ-препарату товща гумусовмісного шару збільшується в 2-3 рази, а органіка перетворюється в ЕМ-компост уже за 2-3 неділі);

- підвищує температуру ґрунту на 2-3 градуси по С, що прискорює коренеутворення, схожість, цвітіння і плодоношення (дозрівання продукції відбувається раніше на 10-15 днів);

- сприяє підвищенню урожайності (овочевих культур в 2-5 разів, зернових і кормових – на 10-50 %).

- покращує смакові та якісні показники плодів (збільше вміст вітамінів, каротину, крохмалю, білка і т.д.);
- прискорює коренеутворення й ріст пагонів;
- сприяє зниженню вмісту нітратів у овочах і фруктах у 4-5 разів;
- значно підвищує стійкість рослин до хвороб і шкідників, а також до несприятливих природних факторів, зокрема, посухи і приморозків;
- дає можливість вирощувати одну і ту саму культуру на одному місці декілька сезонів підряд без зміни ґрунту (особливо це актуально для тепличних господарств);
- сприяє нейтралізації солей важких металів до безпечного для людини стану;
- допомагає вирощувати здорову, екологічно чисту сільськогосподарську продукцію;
- видаляє неприємні запахи при розкладанні органіки у вигрібних ямах, а також у приміщеннях для тварин і відстійниках.

Для обробки рослин і ґрунту використовуються такі робочі розчини ЕМ-А, ЕМ-5 або ЕМ-екстракту в розведенні з чистою, не хлорованою водою: 1:2, 1:10, 1:50, 1:100, 1:250, 1:500, 1:750, 1:1000 й 1:2000. Для кращого живлення мікроорганізмів і як прилипач можна додавати до робочого розчину мелясу або цукор в пропорції 1:1.

ЕМ-А рекомендується використовувати протягом всього сезону, починаючи з моменту, коли температура ґрунту на глибині 8-10 см досягне +5 С і вище. Влітку лімітуючими факторами використання ЕМ можуть бути тепловий режим ґрунту, повітря, але особливо вологість ґрунту. Тому препарат краще вносити перед дощем, по росі або вночі з достатньою кількістю води в робочому розчині. ЕМ-А дає гарні результати, коли вноситься по поживних рештках. Він дає змогу дуже швидко

трансформувати залишкову органіку та наситити ґрунт необхідними поживними речовинами. Препарат також використовується для обробки насіння, провокування росту бур'янів, обробки вегетуючої маси, захисту рослин від хвороб і шкідників та покращення здатності продукції протистояти гнилісним процесам і шкідникам під час зберігання.

Для боротьби з шкідниками та хворобами рослин використовується ЕМ-5, який діє не як хімічний засіб і не є отрутою. Він використовується, щоб попередити ураження хворобами та пошкодження шкідниками с.г. рослин за рахунок підвищення імунітету та зміцнення тургору рослин, руйнації звичного для шкідників середовища тощо. Відлякуючи комах та створюючи для них певний бар'єр, він діє як своєрідний репелент, дає змогу контролювати розвиток і кількість комах.

Протипоказання та обмеження до використання.

Змішування та одночасне використання ЕМ – препаратів із пестицидами не допускається. Повторний обробіток вже протруєного пестицидами посівного матеріалу забороняється. Використання ЕМ препаратів і пестицидів повинно бути розмежовано у часі на 7-10 діб, але не менше 4-5 діб. Не можна обробляти саджанці або розсаду ЕМ- препаратами раніш, ніж через 3-14 діб після висадки у ґрунт. ЕМ можуть і через наявність пошкоджень кореневої системи, визнати рослину як об'єкт для харчування й ферментувати її.

Особливості використання. ЕМ – препарати можна змішувати та одночасно використовувати з регуляторами росту природного походження, деякими біологічними препаратами та добривами, при концентрації останніх до 1,5% у робочому розчині.

Література

1. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві – Вінниця: ФОП Данилюк В.Г., 2011. – 432 с.
2. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології: Посіб. М.Я. Бомба, Г.Т. Періг, С.М. Рижук та ін. – К.: Урожай., 2003. – 400 с.
3. Екологічні проблеми землеробства. І.Д. Примак, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей та інші. За ред. І.Д. Примака – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456с.

Запитання для самоперевірки

1. Історія заснування ЕМ технологій?
2. Охарактеризувати групи мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ – препарату?
3. Особливості застосування препарату ЕМ-1.
4. Назвати основні препаративні форми які використовуються в тваринництві та рослинництві.

Практична робота № 11

Тема: Поняття про пестициди та визначення залишкової токсичності ґрунту

Мета: Ознайомити студентів із класифікацією пестицидів, строками, способами, ефективного їх застосування. Методами визначення залишкової забрудненості ґрунту пестицидами, відбору проб для аналізів, рівнем небезпечності пестицидів для навколишнього середовища.

Теоретичні відомості

Хімізація сільськогосподарського виробництва пов'язана з використанням мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин. Невдалий підбір мінеральних добрив та отрутохімікатів, надмірне внесення їх призводять до забруднення всіх сфер навколишнього середовища.

Пестициди – це отрутохімікати, що використовуються для захисту посівів культурних рослин та знищення шкідників.

Пестициди поділяються на три основні групи:

- інсектициди й акарициди;
- фунгіциди;
- гербіциди.

Для боротьби з бур'янами використовують гербіциди. За характером дії на рослину їх поділяють на дві групи:

1. *Суцільної дії* – знищують бур'яни різних систематичних груп (однодольні й дводольні);

2. *Вибіркової (селективної) дії* – вони знищують лише певні групи бур'янів, для інших є нешкідливими.

За механізмом дії на рослину гербіциди

поділяються на контактні і системні.

Гербициди контактної дії пошкоджують лише ту частину рослини, на яку вони нанесені.

Гербициди системної дії переміщуються по судинній системі рослини і уражають всі її органи.

Залежно від того, як проникають гербициди в рослини, вони поділяються на три групи:

1. Гербициди, що проникають через листки та інші надземні органи.
2. Гербициди кореневої дії, що проникають лише через кореневі волоски.
3. Гербициди, що надходять в рослину через листки та корені.

Згідно з рекомендаціями (вони подані в інструкції до препарату), гербициди вносять у ґрунт перед сівбою, після сівби до появи сходів культурних рослин; післясходове обприскування озимих і ярих зернових, льону, кукурудзи та інших культур; після збирання врожаю для знищення злісних бур'янів, що залишилися.

Інсектициди й акарициди – це препарати для боротьби зі шкідливими комахами й кліщами.

Фунгіциди – хімічні препарати для боротьби з паразитичними грибами.

Зооциди і ратициди – препарати для боротьби з гризунами.

Крім того, існує кілька груп препаратів, що специфічно діють безпосередньо на рослини:

- дефоліанти (речовини, що зумовлюють обпадання листя);
- десиканти (речовини, що зумовлюють висихання рослин на корені);
- ретарданти (речовини, що стримують ріст рослин і призводять до вкорочення стебел і пагонів);
- гербициди (загальна назва хімічних сполук, що

використовується для знищення усіх видів мікроорганізмів);

- регулятори росту (хімічні сполуки, що впливають на процеси росту і розвитку рослин, комах);

- синергісти (речовини, що посилюють дію пестицидів).

Для швидкого розпізнавання пестицидів використовують:

1) сигнальні слова: «Обережно!» - низька токсичність, «Небезпечно для життя!» - висока небезпечність, «Отрута! Небезпечно для життя!» - надто токсичний пестицид;

2) сигнальні кольорові смуги: чорна – інсектициди, акарициди, нематоциди; зелена – фунгіциди для обробки вегетуючих зелених рослин; синя – протруйники; жовта – родентициди; біла – дефоліанти, десиканти; червона – гербіциди.

Залежно від фізичних властивостей препаратів, особливостей біології окремих шкідників, збудників хвороб і бур'янів, а також господарсько-економічних вимог пестициди використовуються за допомогою різних способів: обприскування, обпилювання, протруювання, токсикації, отруєних принад, фумігації, аерозолів.

Обприскування – найпоширеніший спосіб нанесення на поверхню, що обробляється пестицидом у вигляді розчинів, емульсій та суспензій. Перевага його полягає в тому, що при малих витратах діючої речовини на одиницю площі можна забезпечити рівномірний розподіл рідини й покриття поверхні. Ефективність обприскування певною мірою залежить від метеорологічних умов. До недоліків цього способу слід віднести великі витрати води у деяких випадках, складність приготування робочих розчинів, дотримання заданої норми витрат рідини і препарату.

Обпилювання полягає у безпосередньому нанесенні

на поверхню рослин, комах дрібномелених пилоподібних препаратів за допомогою спеціальної наземної чи авіаційної апаратури. Перевага цього способу полягає в його простоті застосування, високій продуктивності та незалежності від наявності води. Основними недоліками обпилювання є велика витрата препарату, сильне запилення повітря робочої зони, менш рівномірне розподілення пестицидів на поверхні, гірше утримування на ній.

Протруювання застосовують для знищення зовнішньої або внутрішньої інфекції збудників хвороб рослин, а також для захисту насіння та сходів від ґрунтових шкідників. Протруювання насінного матеріалу є обов'язковим технологічним заходом при вирощуванні с.г. культур. Залежно від культури, вологості, препаративної форми, властивостей та токсичної дії протруйників застосовують сухе, напівсухе, мокре й протруювання зі зволоженням.

Токсикація рослин. Останнім часом у хімічному захисті набув широкого застосування метод токсикації рослин шляхом передпосівної обробки насіння пестицидами або припосівного внесення у формі гранул у ґрунт.

Отруєні принади використовують в захисті від шкідників та шкідливих гризунів. Суть полягає в обробці кормового продукту отруйними речовинами, як правило, інсектицидами кишкової дії. Кормовий продукт визначається залежно від шкідника і пори року. Отруєні принади бувають: сухі, вологі, напівсухі.

Фумігація – використання пестицидів, що виділяють отруйні гази й пару. Фумігацію застосовують для знезараження різних приміщень від шкідників запасів, ґрунту, насіння та інших рослинних продуктів.

Переваги цього способу полягають у можливості

знищення шкідливих організмів, що живуть у малодоступних місцях (щілини складських приміщень, ґрунт, зерно), високій ефективності знищення шкідників.

Аерозольні обробки передбачають використання пестицидів у вигляді диму (суміш повітря з твердими часточками) або туману (суміш повітря з дрібними краплями рідини) для захисту садів від шкідників, дезінфекції сховищ, складів, теплиць.

Перевагою аерозолів є те, що пестицидний туман або дим добре проникають в об'єкти й рівномірно розподіляються в них. Цей спосіб характеризується високою продуктивністю та економічною ефективністю.

Токсичність пестицидів характеризують середньою летальною дозою (ЛД₅₀), яка викликає загибель 50 % піддослідних тварин при однократному попаданні їх у шлунково-кишковий тракт.

У світовій практиці, як критерій небезпечності пестицидів для людей, використовується допустима добова доза (ДДД). Вона характеризує біологічну активність речовин з урахуванням токсичності, здатності викликати побічні ефекти, а також порівняльну чутливість людини і лабораторних тварин. Її визначають за формулою:

$$Дф = Д1 + Д2 + Д3 \dots \div М$$

Д1 Д2 Д3 - це добові дози пестициду;

М - маса людини.

Залежно від величини летальної дози ЛД₅₀, пестициди поділяються на:

1. Сильнодіючі (ЛД₅₀ менше 50 мг/кг маси тварини);
2. Високотоксичні (ЛД₅₀ - 50 - 200 мг/кг);
3. Середньоотруйні (ЛД₅₀ - 200 - 1000 мг/кг);
4. Слабоотруйні (ЛД₅₀ - більше 1 г/кг).

Класифікація пестицидів за величиною ДДД

Клас небезпечності	Ступінь небезпечності	Норма для класу небезпечності (мг/кг)
I	Дуже небезпечні	0,0001-0,002
II	Небезпечні	0,0021-0,005
III	Помірнонебезпечні	0,051-0,020
IV	Малонебезпечні	0.02

За стійкістю пестициди поділяються на:

- дуже стійкі - період розпаду на нетоксичні компоненти більше 2 років;
- стійкі (0,5 - 1 рік);
- помірностійкі (1-6 місяців);
- нестійкі (1 місяць).

Пестициди використовуються у вигляді суспензій, емульсій, аерозолів. Норми і спосіб їх використання передбачені спеціальними інструкціями.

Аналіз результатів спостережень у зонах інтенсивного застосування пестицидів показує, що на продукти харчування припадає 0,7 - 0,9; на воду - 0,1- 0,3; на атмосферне повітря 0,03 - 0,1 сумарної величини забруднення (Дф).

Рівень забруднення біосфери пестицидами оцінюють, порівнюючи величини Дф і ДДД:

$$\text{ФНП} = \text{Дф}/\text{ДДД};$$

ФНП - фактичне навантаження біосфери пестицидом.

При ФНП більше 3 необхідно переглянути умови застосування пестициду.

Згідно із класифікацією забруднення об'єктів навколишнього середовища:

1. Дуже небезпечне - ФНП > 10;
2. Небезпечне - ФНП від 10 до 3;
3. Потенційно небезпечне - від 3 до 1;
4. Безпечне ФНП < 1.

Дослідження показали, що у комах-шкідників виробляються стійкість до того чи іншого інсектициду після кількарразового його використання.

Через ланцюг живлення пестициди у зростаючій концентрації акумулюються в організмах кожної його ланки. Частково вони розсіюються в атмосфері, ґрунті, воді, включаються у біосферний кругообіг (рис. 1).

До роботи з пестицидами допускаються практично здорові особи, які пройшли медичний одяг, спеціальну підготовку та інструктаж із техніки безпеки.

Керівник роботи зобов'язаний ознайомити осіб, які залучаються до роботи з пестицидами, з їхньою характеристикою особливостями дії на організм людини, ознайомити із правилами виробничої й особистої гігієни та заходами надання першої долікарської допомоги.

До роботи з пестицидами не допускаються особи, які не досягли 18 років, вагітні і матері-годувальниці, особи які мають медичні протипоказання (різні види хронічних захворювань). Не допускаються до роботи з пестицидами і на оброблених пестицидами площах діти дошкільного віку.

Тривалість роботи з пестицидами 1 та 2 класів небезпеки не повинна перевищувати 4 години, з іншими – 6 годин за добу (і доробкою іншого часу робочого дня на операціях, не пов'язаних із застосуванням пестицидів).

Особи, які виконують роботи, пов'язані з контактом із пестицидами, обов'язково повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту. Забороняється приймати їжу на робочому місці.

Практичне завдання

1. Визначення забрудненості ґрунту залишками пестициду методом проростків тест-рослин

Методика виконання

Експеримент полягає у пророщуванні насіння у чистому (контроль) і забрудненому ґрунті при постійній вологості ґрунту 70 %, у трьох повторностях. Склянки заповнюють зволеним ґрунтом, з розрахунку по 100 г у кожному. Висаджують по 10 штук насіння. Для підтримання вологості ґрунт зволожують. Через 3 доби склянки виставляють на світло. Бажано, щоб тривалість освітлення становила від 10 до 12 годин. Витримують 2 тижні.

Спостереження ведуть щодобово. Відмічають:

- на який день з'явилися сходи;
- кількість пророслого насіння, за добу;
- за скільки днів проросло все насіння рослини.

Виравжують загальну схожість насіння у відсотках за 2 тижні.

Водночас відзначають зміни у морфології проростків у контролі і досліді. Після закінчення дослідів рослину виймають з ґрунту, обережно вимивають корені під проточною водою, щоб не пошкодити їх. Розкладають на папір і проводять виміри (висоти рослини, розміри сім'ядолей, листків, довжини кореня і потужності кореневої системи). Окремо занотовують дані про контроль. Зважують всі рослини контрольного і дослідних варіантів. Дані заносять у таблиці і складають підсумковий аналіз.

Визначають фітотоксичний ефект (Fe) за формулою:

$$Fe = \frac{M_k - m_x}{m_0} \times 100 \%, \text{ де}$$

M_k - маса рослини в контролі;

m_x - маса рослин в досліджуваному варіанті.

Таблиця 1

Спостереження за проростанням насіння

Варіант досліджу	Повторність	День появи сходів	Кількість пророслого насіння, шт. за добу	Загальна схожість, %
Контроль	1			
	2			
	3			
Забруднений ґрунт	1			
	2			
	3			

Примітка. Для лабораторних досліджень можна використовувати ґрунт у який вносять певну визначену кількість гербіциду.

Заняття розбивають на два етапи. Закладання досліджу - 2 години; Наступне підсумкове заняття проводять через 2 тижні, після закінчення досліджу.

Таблиця 2

Розміри вегетативних органів і маса рослин

Варіант досліджу	Висота рослин, см	Розміри сім'ядолей, см	Довжина кореня, см	Кількість бічних корінців	Загальна маса, мг	
					коренів	надземної частини
Контроль						
Забруднений ґрунт						

Література

1. Городній М.М., Шидула М.К. та інші. Агроекологія. -К.: Вища школа, 1993. – С.70 - 185.
2. Кравців Р.Й., Черевко М.В. Екологічні основи фермерських господарств. – Л.: ТеРус, 2005. – С. 33; С. 96 - 99.
3. Основи землеробства: Підручник / За ред.. О.Ф. Смаглія. – Житомир: Вид., ДАУ, 2008. – 514 с.

Запитання для самоперевірки

1. Що означає «хімізація сільськогосподарського виробництва»?
2. На які групи поділяють пестициди за використанням?
3. Що таке інсектициди?
4. Яке використання мають гербіциди і в якому вигляді їх використовують ?
5. На які групи поділяються гербіциди за вибірковістю дії?
6. Як діють селективні гербіциди?
7. Як діють гербіциди системної дії?
8. Яким шляхом проникають гербіциди у рослину?
9. На які групи поділяються пестициди за токсичністю?
10. На які групи поділяються пестициди за стійкістю дорозпаду?
11. Що таке ГДК пестицидів і їх практичне значення?
12. Які показники необхідні для характеристики забрудненості об'єкту пестицидами.
13. Як визначають фітотоксичний ефект впливу гербіцидів на рослину?

Практична робота № 12

Тема: Оптимізація структури сільськогосподарських ландшафтів

Мета: Ознайомити студентів з шляхами оптимізації структури агроландшафтів.

Теоретичні відомості

Для поліпшення якості й екологічної чистоти сільськогосподарської продукції і збереження агроресурсів необхідно впроваджувати агроекологічні підходи до ведення сільського господарства. Ці підходи не вимагають великих інвестицій і, як правило, не знижують виходу сільськогосподарської продукції.

Дані сільськогосподарського використання земельного фонду свідчать, що усього по Україні 60355,0 тис.га землі, у тому числі сільськогосподарські угіддя становлять 42402,0 тис.га, з них рілля 34342,3 тис.га, розораність досягає 81%. За даними вчених, в Україні необхідно зменшити площу ріллі мінімум на 10 млн га і перевести її у природні кормові угіддя та під заліснення. При цьому буде дещо відновлено порушене співвідношення між природними комплексами – площами луків, лісу, води, посівів, стабілізується екологічна рівновага в агроландшафтах.

Ідеальною є ситуація, коли на 1 га ріллі припадає 1,6 га природних кормових угідь та 3,5 га лісу. Проте, нині в Україні 1 га орних земель знаходиться під захистом лише 0,23 га сіножатей і пасовищ, 0,30 га лісу та лісових насаджень і 0,11 га площ під водою. Наведені дані свідчать про вкрай розбалансоване в екологічному плані співвідношення між основними типами угідь. В даний час розораність територій, наприклад, у зоні мішаних лісів, у

1,5-2 рази вища, а питома вага природних кормових угідь у 2 рази нижча за норматив. Рівень лісистості по країні становить 87 % норми, знижуючись у степових районах до 17 % . Усе це сприяє інтенсивному розвитку ерозійних процесів, їх негативному впливу на екологічний стан ґрунтів особливо чорноземів, які разом із лучно-чорноземними ґрунтами займають 67,7 % сільськогосподарських земель України.

Одним із напрямків постійного розвитку агросфери може стати оптимізація структури сільськогосподарських екосистем.

Ландшафт – це природно-територіальні комплекси з одним геологічним фундаментом та близьким генетичним типом рельєфу. Під агроландшафтами слід розуміти природно-господарські територіальні системи сільськогосподарського призначення, які складаються з географічної оболонки, що в свою чергу є сукупністю природних елементів з різною ступінню антропогенного навантаження, в т.ч. з різною структурою сільськогосподарських угідь.

Агроландшафти формуються в результаті взаємодії природно-територіальних комплексів з усіма ланцюгами системи землеробства в т.ч. організацією території, інфраструктурою, протиерозійними заходами постійної дії (лісосмуги, протиерозійні гідротехнічні споруди різних типів), межі полів і сівозмін, польові дороги, гідрографічна мережа. Сучасні агроландшафти – складні системи, які створені з різних елементів агроекосистеми (ріллі, сіножатей, пасовищ, багаторічних насаджень) незначних за площею ареалів лісів, чагарників, лісосмуг, природних лук, боліт, торфовищ і розташованих на їх території доріг, комунікацій і будівельних споруд.

Агроландшафти є системами, що безпосередньо відворюють властивості й умови, необхідні для існування

людини, тобто підтримують високу родючість ґрунту, запобігають їй ерозії і деградації, зберігають хімічний і біологічний склад поверхневих і ґрунтових вод, відтворюють дику флору і фауну.

Структурна організація агроландшафту. Кожний агроландшафт (як і природний ландшафт) характеризується відносною територіальною замкненістю і наявністю у ньому трьох зон:

а) зона зв'язування і трансформації енергії і речовини (рілля, ліс, луки);

б) зона транзиту (схиліві землі, улоговини та балкові сітки, тимчасові і постійні водні джерела, які складають гідрографічну мережу ландшафту);

в) зона концентрації і акумуляції речовин та енергії (заплави, ставки, озера, болота).

Виділяються наступні рівні структурної організації агроландшафту:

а) з одним замикаючим створом і тимчасовим водотоком;

б) агроландшафт, що складається з декількох улоговинних водозборів і балок з одним замикаючим створом (балочний водозбір);

в) агроландшафт, що складається з декількох балочних водозборів з наявністю постійного водотоку, боліт, озер, заплави (річковий водозбір).

Названі рівні включають такі морфологічні одиниці ландшафту, як під урочище, місцевість, які можуть бути використані при складанні агроландшафтової карти території. Для відображення ландшафтно-територіальної структури проводиться агроландшафтне картографування території. В процесі складання ландшафтової карти дається всебічна характеристика території на основі комплексу карт, розкриваючи ландшафтно-територіальну структуру.

Вихідними картографічними матеріалами

являються топографічна карта, ґрунтові карти, агрохімічна інформація, гідрогеологічні, геоботанічні карти, карти землекористування з розміщенням сівозмін різного типу.

Характеристика агроландшафтних систем.

Для характеристики агроландшафтних систем використовуються наступні показники: агрокліматичні особливості, геоморфологічна характеристика рельєфу, показники родючості ґрунту, включаючи баланс гумусу, водний баланс території і загальний режим зволоження, інтенсивність проявлення водної ерозії, дефляції та інших негативних процесів, які пов'язані з господарською діяльністю, забрудненість ґрунтів важкими металами і радіонуклідами.

Організація землеробства з урахуванням особливостей природних агроландшафтів (на ландшафтній основі) передбачає чітке уявлення про природні та антропогенні ресурси території. Для відновлення родючості середньо- та сильно еродованих ґрунтів доцільно вивести їх із ріллі з послідовним використанням під природні угіддя в т.ч. водоохоронні та рекреаційні зони, розширення заповідних територій різного адміністративного підпорядкування, заліснення і залуження.

Таким чином за рахунок виведення з обробітку середньо- та сильно еродованих – інших малопродуктивних та деградованих ґрунтів є можливість без зниження продуктивності агроєкосистеми, суттєво покращити структуру агроландшафту, підсилити процеси саморегуляції і активізувати внутрішні резерви агроландшафту, що сприятиме досягненню екологічної рівноваги. Корекція структури сільськогосподарських ландшафтів в бік зменшення їх розораності, буде сприяти не тільки зниженню інтенсивності ерозійних процесів і непродуктивних втрат азоту, фосфору і калію але і суттєвому покращенню водного балансу території,

здешевленню ґрунтоводоохоронних заходів. Просторова організація території землекористування в умовах здійснення земельної реформи, в т.ч. фермерських господарств, повинно змінюватися з урахуванням збереження природних комплексів агроландшафту в т.ч. малих річок, струмків, лісонасаджень, природних та штучно створених водотоків, міст відтворення дикої флори і фауни.

Таким чином, проблема оптимального співвідношення природних і господарських угідь включає три важливі завдання:

- визначення оптимального співвідношення угідь;
- встановлення мінімально необхідної площі окремої ділянки з природною рослинністю;
- планування оптимальної екологічнобезпечної територіальної структури угідь.

З метою створення ґрунтоводоохоронних агроландшафтів високого ступеню саморегуляції з мінімальними затратами енергії і ресурсів, необхідно здійснювати контурно-смугову організацію території кожного суб'єкту землекористування, як основи сталого розвитку агросфери, покращення якості життя людини.

До екологічно стійких чинників в агроландшафтах відносяться:

- оптимізація водного режиму, підвищення коефіцієнту використання опадів, зарегулювання поверхневого стоку;
- захист ґрунтів від ерозії і деградації, збереження і відтворення їх корисних властивостей;
- створення життєвого простору для дикої флори і фауни;
- підтримання біорізноманіття в т.ч. шляхом збереження генофонду запилювачів та ентомофагів.

До екологічно нестійких чинників відносяться:

- висока розораність території, особливо в умовах складного рельєфу, в т.ч. водозборів малих річок;
- створення на схилових площах рівнинної прямолінійної організації території;
- ерозійні процеси, що перевищують регіональні допустимі норми;
- розораність присітьових схилів, що прилягають до гідрографічної мережі, природних водотоків і залугованих улоговин;
- забрудненість ґрунтових і поверхневих вод продуктами ерозії та залишками агрохімікатів, іншими хімічними реагентами;
- негативний баланс органічної речовини та біогенних елементів в агроекосистемах.

Екологічної стабілізації агроландшафтів можна досягти:

- оптимальною просторовою організацією земельних ресурсів різноманітного призначення;
- екологічно збалансованим співвідношенням між орними землями й іншими угіддями з урахуванням природоохоронної спрямованості ландшафтів;
- зменшенням розораності території;
- збільшенням лісистості за рахунок лісосмуг різного призначення, залісення сильно еродованих, піщаних, деградованих земель;
- розміщення сівозмін різної спеціалізації і сільськогосподарських угідь з урахуванням ґрунтово-ландшафтних факторів і контурної організації землекористування;
- створенням водоохоронних зон біля невеликих рік і водоймищ, водяних джерел;
- організацією мікрозаповідників для збереження запильників і ентомофагів;
- формуванням рекреаційних зон і природних

парків.

Література

1. Івашура А.А., Орехов В.М. Екологія: теорія та практикум: Навчальний посібник. – 2 вид., - Х.: ВД «ІНЖЕК», 2004. – 256с.

2. Тараріко О.Г., Москаленко В.М. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії. – Київ: Фітосоціоцентр, 2002. – 64 с.

3. Екологічні проблеми землеробства. Примак І.Д., Манько Ю.П., Рідей Н.М., Мазур В.А., та ін., За ред. І.Д. Примака – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456с.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке агроландшафт?

2. Назвати оптимальне співвідношення між природними комплексами ландшафтів?

3. Що включає структурна організація агроландшафту?

4. За яких умов можна досягти екологічну стабілізацію агроландшафтів.

5. Навести приклади та розрахунки оптимального співвідношення земельного фонду свого району?

Практична робота № 13

Тема: Проблеми і наукові основи екологобезпечного землекористування

Мета: Ознайомити студентів з умовами земельної реформи, основними проблемами в землекористуванні та заходами які сприяють науково обґрунтованого екологобезпечного землекористування.

Теоретичні відомості

В умовах широкомасштабного здійснення земельної реформи відбуваються значні перетворення, які змінюють організаційно-правові форми власності на землю, земельні відносини, організацію виробництва й управління, впливають на ефективність використання земельних ресурсів. Поява великої кількості нових користувачів і власників землі ускладнила регулювання земельних відносин, а непродумані зміни організації території сільгоспідприємств призвели до неправильного встановлення меж новостворених формувань.

Основні проблеми в землекористуванні:

- відсутність державної стратегії у створенні сталого землекористування та охорони земель, порушення законів землеробства, екологічної рівноваги, зневажання концепцією сталого природокористування;
- відсутність дійових національних, галузевих і регіональних проблем з охорони земель;
- нехтування технологіями раціонального використання земель;
- екстенсивність використання земель, забур'яненість полів, низька ефективність використання меліорованих земель, лук, пасовищ, заплавлених земель;
- відсутність конкретних кроків щодо раціоналізації

землекористування: виведення ріллі, консервації деградованих земель, впровадження агролісомеліоративних заходів, меліорацій, рекультивації, розширення природно-заповідних територій, налагодження постійно діючої інформаційної системи про стан і моніторинг ґрунтів, вдосконалення нормативно-правової бази.

Через відсутність коштів Держкомземом України не проводиться передбачений Земельним кодексом України облік якості земель (остані дані за 1996 рік), не здійснюється їхній моніторинг, а також роботи з інвентурізації земель.

Відсутність моніторингу ґрунтів на сьогодні може спричинити ще значніші негативні наслідки через посилення деградації останніх в умовах введеного нового землевпорядкування території. Тепер практично вся земля вже передана у власність новим користувачам, які не мають достатніх знань для раціонального землекористування, що призводить до очевидного ігнорування екологічних наслідків. Спостереження свідчать, що безконтрольне землекористування за цих умов спричиняє порушення сівозмін, засміченість, забруднення і виснаження ґрунтів тощо.

Для ліквідації негативних явищ необхідно здійснити наступні заходи:

- скласти плани землекористувань новостворених с.г. підприємств у межах сільських рад;
- виконати роботи з інвентарізації земельних угідь, поновлення ґрунтових обстежень території реформованих сільгосп підприємств;
- здійснити консервацію деградованих і малопродуктивних сільськогосподарських угідь;
- скласти проекти землеустрою з агроекологічним обґрунтуванням території;

- провести розмежування земель з установленням меж територій з особливим режимом використання (природоохоронні, рекреаційні та заповідні).

До основних недоліків практичного виконання землепорядних робіт, пов'язаних із передачею земельних ділянок у власність громадам, схемами поділу, проектами організації, слід віднести наступне:

- не враховується організація території, яка була раніше передбачена проектами землеустрою, особливо на схилових землях;

- під час проектування схем поділу і розміщення земельних часток (паїв) не враховуються рельєф схилу та ландшафтні (контурно-меліоративні) принципи проектування;

- під час формування земельних ділянок деградовані й непридатні угіддя за якістю ґрунтів не виділяються в масиви земель спільної власності (громадські пасовища). Майже не проводиться консервація малопродуктивних і деградованих угідь, які були виведені із земельних часток (паїв);

- незважаючи на актуальність, під час виконання землепорядних робіт не формуються громадські пасовища для кожного (у разі потреби) населеного пункту, виходячи з відповідних обґрунтувань, за рахунок не лише земель запасу і резервного фонду, але й з урахуванням частини угідь, які персоніфікуються;

- не розв'язуються питання щодо власності на землю колишньої колективної власності, що не розпайовувалась, однак і не належить до «земель загального користування», передусім ставів, лісів, господарських дворів.

Важливою ланкою в системі екологізації землекористування є створення національної екологічної мережі. Необхідність її формування зумовлена

положеннями міжнародного екологічного форуму Порядку денного 21 століття (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.) і програмою збереження біологічного й ландшафтного різноманіття України (1998).

Біологічне й ландшафтне різноманіття є надбанням українського народу, його природною спадщиною і має слугувати не тільки нинішньому, але й майбутнім поколінням. Відновлення природного стану на значній частині території країни є запорукою повернення умов етнічного відродження народу.

Створення екологічної мережі має забезпечити просторову цілісність територій із природними чи частково природними ландшафтами шляхом зосередження в певних ареалах та смугах (екологічних коридорах) об'єктів природно-заповідного фонду, ділянок оздоровчого призначення, лісів і лісосмуг, водоохоронних територій, агроландшафтів з екстенсивним господарюванням (сіножаті, пасовища), не використовуваних земель із природним рослинним покривом та оточених буферними територіями з обмеженим природокористуванням, що пом'якшують вплив господарської діяльності на природні ландшафтні ядра. Це дасть змогу належними чином зберігати середовища існування всіх існуючих видів дикої флори і фауни та їхніх угруповань, підтримуючи біорізноманіття території країни.

Екологічна мережа включає частину території країни, на якій збереглися незмінні або частково перетворені природні ландшафти. До таких територій зі складу земель країни слід віднести певну частину категорій земель відповідно до положень Земельного кодексу України: землі природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення; землі лісового фонду; землі водного фонду; землі запасу(частково), а з категорій земельних угідь (видів

використання земель) такі: ліси та інші лісовкриті площі; відкриті землі без рослинного покриву чи з частковим рослинним покривом; води (з них - річки, канали, озера, водосховища); радіоактивно забруднені землі (частково); сільськогосподарські угіддя (частково сіножаті, пасовища, багаторічні насадження).

Основною метою створення екологічної мережі України є визначення заходів щодо збільшення частки земельного фонду країни з природними ландшафтами, достатньої для забезпечення їхнього різноманіття, близького до притаманного природного стану, й формування їхньої просторово єдиної територіальної системи, структурованої відповідно до забезпечення можливості природних шляхів міграцій та поширення видів рослин і тварин. При цьому національна екомережа має відповідати вимогам стосовно її функціонування у Всеєвропейській та Всесвітній екомережах.

До головних завдань щодо створення екологічної мереж належать: обґрунтування просторової структури екомережі з метою об'єднання природних середовищ існування популяцій видів дикої флори і фауни в територіально цілісну систему; забезпечення площі та просторової форми елементів екологічної мережі, що є достатньою для стабільного існування, вільного розселення й міграції видів рослин і тварин; визначення ділянок для формування складових національної екологічної мереж у вигляді екологічних ядер, коридорів і буферних зон; здійснення на території екомережі природоохоронних заходів щодо забезпечення екологічно здорового довкілля, умов повноцінного відпочинку і проживання населення, його участі в природоохоронній діяльності; введення даних про ділянки елементів екомережі до складу державного земельного, лісового, водного, природно-заповідного кадастрів.

Для формування збалансованої (сталого) системи природокористування в сільському господарстві та забезпечення розбудови екомережі необхідно:

- провести науково обґрунтовану трансформацію структури сільськогосподарських земель з метою формування збалансованого співвідношення між окремими компонентами агроєкосистеми і забезпечення екологічної безпеки та рівноваги території, зокрема: збільшити частку сільськогосподарських угідь екстенсивного використання (сіножаті, пасовища) відповідно до науково обґрунтованих показників, які мають розроблятися з урахуванням регіональних і місцевих особливостей;

- зменшити площі орних земель до 37-41 % території країни виведенням із ріллі схилів крутістю понад 3⁰, земель водоохоронних зон, деградованих, малопродуктивних та техногенно забруднених сільськогосподарських угідь;

- розширити площі полезахисних лісосмуг та інших захисних насаджень згідно з науково обґрунтованими показниками, які мають розроблятися з урахуванням регіональних і місцевих особливостей;

- створити нові та розширити площі існуючих територій і об'єктів природно-заповідного фонду в межах сільськогосподарських угідь;

- створити умови для забезпечення неперервності природних ділянок у межах сільськогосподарських угідь;

- забезпечити широке впровадження новітніх екологічно збалансованих технологій у сільському господарстві та підтримку розвитку біологічного землеробства;

- розробити порядок і впровадити економічне стимулювання землевласників та землекористувачів щодо ведення екологічно збалансованої сільськогосподарської діяльності.

Література

1. Городній М.М. та ін. Агроекологія, 1993. – С. 80 - 146.
2. Кравців Р.Й., Черевко М.В. Екологічні основи фермерських госпо-дарств., 2005. – С. 68-81.
3. Екологічні проблеми землеробства. І.Д. Примак, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей та інші. За ред. І.Д. Примака. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.

Запитання для самоперевірки

1. Назвати основні проблеми землекористування в Україні?
2. Які особливості якості ґрунтів?
3. Назвати і описати першочергові заходи покращення екологобезпечного землекористування.
4. Мета створення національної екологічної мережі в системі екологізації землекористування.
5. Назвати основні заходи формування сталої системи природокористування в сільському господарстві.

Практична робота № 14

Тема: Рекультивація порушених земель та їх використання

Мета: Ознайомити студентів із рекультивацією земель та етапами їх відновлення, екологічними основами рекультивації, використанням рекультивованих порушених земель.

Теоретичні відомості

Під дією антропогенного фактора зміни навколишнього середовища відбуваються швидше, ніж відновлення природної рівноваги. Якщо не перейти до екологічних принципів раціонального використання земельних ресурсів, то неминуче настануть глобальні негативні зміни в геосфері.

До порушених належать землі, що зазнали наслідків антропогенного та природно-антропогенного впливу і характеризуються відсутністю або сильною деформацією ґрунтового пориву, що вимагає проведення планування, зміни характеру будови і складу ґрунотворних порід.

Техногенні ландшафти характеризуються майже повною відсутністю рослинності, нагромадженням гірських порід, шламів, решток конструкційних матеріалів, скла, бетону, іншого промислового сміття. Шляхи рекультивації певною мірою обумовлюються характером порушеної території. Тому вченими розроблено ряд класифікацій техногенних ландшафтів. *В Україні загальноприйнятою класифікацією порушених територій є наступна:*

- кар'єри, виїмки, відкоси та інші форми, що виникають при відкритих гірничих роботах на будівництві;
- відвали, терикони, насипи та інші утворення,

сформовані з викидів пустої породи, розкривних порід, та різних відходів;

- водосховища, відстійники, сховища скидів, розливи, поля фільтрації;

- поверхні деформації, провали, просади, прогини.

Перші спроби рекультивації порушених земель були проведені в середині 21 ст., в Німеччині, на початку 20 ст., у Великобританії при відкритих розробках вугілля. Подібні роботи в середині 30 років минулого століття розпочалися в Європі. У Великобританії вже у 40 роках був створений спеціальний комітет, що відповідав за рекультивацію порушених земель. В 60-х роках у більшості країн Європи прийняли закони про рекультивацію земель.

Рекультивація земель (від лат. відновлення або повторення дії чи явища) – це комплекс інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, біологічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на повернення порушених промисловістю територій у різні види використання – сільськогосподарське, лісогосподарське, під зони відпочинку тощо. Будь-яке будівництво, добування корисних копалин, геологорозвідка тощо не починається, доки не буде розроблено проект рекультивації порушеного покриву.

В регламентуючих положеннях вказано, що рекультивація земель – один з ефективних заходів у вирішенні питань раціонального використання земельних ресурсів і проблеми охорони природи в цілому. Рекультивації підлягають усі землі, що зазнають змін у рельєфі, ґрунтовому покриві, материнських та підстеляючих породах, що відбуваються або вже відбулися у процесі гірничих, будівельних, гідротехнічних, геологорозвідувальних та інших робіт. Слід рекультивувати також еродовані ґрунти, а при відповідних

умовах шляхом землювання – кам'янисті місця і землі з неглибокими і низькопродуктивними ґрунтами.

Основне завдання рекультивациі полягає в тому, щоб виконати комплекс спеціальних робіт і заходів, довести порушені землі до стану, придатного для їх використання у сільському, лісовому, рибному господарствах, для промислового та комунального будівництва, створення тепличних господарств і зон відпочинку.

Рекультивациа маї соціаліне значення у справі виховання бережливого ставлення до природних ресурсів, зокрема, земельних багатств України.

Підприємства, організації та установи, що виконують згадані вище роботи на сільськогосподарських землях, лісових угіддях, наданим їм у тимчасове користування, забов'язані власними коштами довести ці земельні ділянки до стану, придатного для їх використання за призначенням.

Порушені землі доводять до придатного стану в ході гірничо-видувобних та інших робіт. А при неможливості – не пізніше, ніж за рік після їх завершення, включаючи період промерзання ґрунту.

В практиці рекультивациа порушених територій та ґрутів виділяють три основних етапи:

Підготовчий етап включає в себе дослідження та типізацію порушених ґрунтів, визначається їх придатність за морфологічними ознаками, хімічний та мінералогічний склад. На основі цих даних визначається направлення та методи рекультивациі, складання технічно-економічних завдань та проектів рекультивациійних робіт на даній території.

Технічний етап передбачає підготовку порушених територій до подальшого їх використання в народному господарстві.

Технічна рекультивація є комплекс інженерних робіт, до складу якого входять:

- знімання та складування родючого шару ґрунту і потенційно родючих порід;
- формування відвалів шахт, кар'єрів, а також гідровідвалів;
- вирівнювання поверхні, терасування та закріплення укосів відвалів, бортів і кар'єрів, засипання шахтних провалів, закріплення їх бортів;
- хімічна меліорація токсичних ґрунтів;
- покриття вирівняної поверхні шаром родючого ґрунту або потенційно родючих порід;
- інженерне впорядкування рекультивованої території (дренажна мережа, дороги, виїзди тощо);
- вирівнювання дна та бортів кар'єру при створенні водойм.

Обсяг робіт технічного стану рекультивації залежить від стану порушених земель і виду запланованого використання. Ділянки, підготовлені до стану придатності для несільськогосподарського використання (під парки, водойми, промислове і комунальне будівництво) передаються відповідними організаціям у встановленому порядку. Ділянки, що призначені для сільськогосподарського і лісового господарства після гірничо-технічного етапу рекультивації, повертаються або передаються відповідним сільськогосподарським чи несільськогосподарським підприємствам для здійснення заходів біологічної рекультивації і подальшого використання за призначенням.

Знімання родючого шару ґрунту є обов'язковим при всіх видах робіт по видобуванню корисних копалин, промислового будівництва, будівництві житлових і комунальних об'єктів, доріг, а також при відведенні родючих земель під відстійники, ложа ставків і

водосховищ тощо. Знятий шар складають або вивозять на малопродуктивні землі, розташовані неподалік (еродовані, піщані, солонці та ін..) для подальшого відновлення родючості порушених земель. Глибина знімання родючого шару визначається глибиною гумусового профілю ґрунту та вмістом в ньому гумусу.

Біологічна рекультивація – це комплекс заходів щодо створення сприятливого водно-повітряного та поживного режимів ґрунту для сільськогосподарських і лісових культур. Біологічна рекультивація виконується після закінчення робіт попередніх двох етапів. Вона включає заходи по відновленню родючості порушених ґрунтів.

Направлення культивуваційних робіт повинно відповідати кінцевому використанню рекультивованих ґрунтів. Його визначають на основі комплексного обліку таких факторів: природні умови або фактори ґрунтоутворення даної території, стан порушених ґрунтів до початку рекультивацій, мінералогічний склад, водно-фізичні або фізико-хімічні властивості, вміст поживних речовин тощо.

Біологічна рекультивація має такі основні напрямлення: сільськогосподарське, лісове, водогосподарське, санітарно-гігієнічне.

Комплекс заходів біологічної рекультивації земель для сільськогосподарського використання визначається фізико-хімічними властивостями підстелюючих порід і нанесеного родючого шару ґрунту або потенційно родючої породи. Цей комплекс охоплює запровадження сівозмін, насичених культурами та сидеральне добриво, внесення підвищених норм органічних і мінеральних добрив, мульчування тощо.

В процесі біологічної рекультивації дуже важливо правильно підібрати культури, які в подальшому

забезпечили б інтенсивне покращення рекультивованих земель давали високі врожаї. В перші роки слід вирощувати менш вибагливі до ґрунтових умов культури, або ті, що покращують стан ґрунту: багаторічні та однорічні бобові і злакові трави, гречку, овес. На другому етапі можна вирощувати озимі та ярі зернові культури. Після закінчення періоду фітомеліорації, якщо дозволяють умови, можна культивувати просапні (кормові буряки, картоплю, капусту та ін.).

В перші роки краще висівати багаторічні трави: конюшину, люцерну, буркун білий. Для покращення їх росту рекомендується вносити органічні і мінеральні добрива в дозі 30-40 т/га гною та півтори норми мінеральних добрив.

На ділянках, що відводиться лісовому господарству, основний біологічний вплив на відновлення порушених земель мають лісові насадження. *Зелені насадження створюють з метою:*

- задоволення санітарно-гігієнічних вимог людини (розміщують поблизу населених пунктів на відвалах, териконах, навколо шламосховищ, відвалів золи тощо, що сприяє зменшенню та запобіганню забруднення навколишнього середовища продуктами ерозії);

- задоволення естетичних потреб людини (розбивають парки, зелені зони, зони відпочинку);

- закріплення крутих схилів і захисту їх від ерозії (протиерозійні насадження на спланованих бортах кар'єрів, терасних уступах відвалів, териконів);

- захисту рекультивованих земель та навколишнього середовища від пилових бур та суховіїв (полезахисні смуги по межах полів та угідь, а також насадження на відкосах);

- промислового використання (отримання ділової деревини);

- біологічного дренажу перезволожених територій в місцях виходу на поверхню ґрунтових вод (насадження вологолюбних порід, таких як вільха, осика, тополя, верба).

Вибір напрямлення рекультивації порушених ґрунтів визначається природноекономічними умовами і більшості випадків тим які за якістю ґрунти були порушені техногенним впливом і як вони раніш використовувались.

Таким чином, при розробці проектів рекультивації порушених ґрунтів повинен враховуватись весь комплекс факторів та явищ, які характерні для даної території.

Література

1. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості / В.І. Купчик, В.В. Іваніна, Г.І. Нестеров та ін.; Навч. посібн. За ред. В.І. Купчика. – К.: Кондор, 2007. – 414 с.

2. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивація земель: Навч. посібник /П.П. Надточія, Т.М. Мислива, В.В. Морозова та ін. За заг. ред П.П. Надточія, Т.М. Мисливої. – Житомир: Вид ДАУ, 2007. – 402 с.

Запитання для самоперевірки

1. Загальні поняття про рекультивацію земель.
2. Види та етапи рекультивації земель.
3. Біологічний етап рекультивації. Його напрями.
4. Захист рекультивованих земель від водної та вітрової ерозії.

Практична робота № 15

Тема: Концептуальні основи агроекологічного моніторингу

Мета: ознайомити студентів із змістом агроекологічного моніторингу, особливостями моніторингового контролю динаміки стану основних об'єктів: ґрунту, рослин, приземного шару атмосфери, водних об'єктів та екотоксикологічного впливу токсикантів.

Теоретичні відомості

Інтенсифікація і хімізація сільського господарства призвели до забруднення водного й атмосферного середовищ, ґрунтів, руйнування їх гумусового горизонту і мікрофлори, водночас і до забруднення рослинницької продукції. Термін «моніторинг» був запропонований перед проведенням конференції ООН з проблем навколишнього середовища, що відбулася в Стокгольмі у 1972 р. як система спостережень за змінами стану навколишнього середовища. Сучасне трактування поняття «моніторинг» викладене у «Положенні про державний моніторинг навколишнього середовища».

Отже, *моніторинг* – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища, прогнозування його змін та розробка науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Залежно від призначення здійснюється загальний (стандартний), оперативний (кризовий) та фоновий (науковий) моніторинг.

Його структурні ступені отримання інформації про

забрудненість об'єкта порівняння даних з відповідними показниками в "найчистіших" районах; прогнозування тенденцій у змінах і наслідків забрудненості; рекомендації.

Отже, система моніторингу сприяє запобіганню критичних екологічних ситуацій, дає змогу виявити шкідливі фактори і відкоригувати антропогенну діяльність.

Агроекологічний моніторинг (АМ) – це загальнодержавна система спостережень та контролю за станом і рівнем забруднення агроєкосистем у процесі сільськогосподарської діяльності. Він є однією з найважливіших складових біосферного моніторингу в масштабі континенту та планети в цілому.

Для вирішення завдань АМ необхідне всебічне врахування біотичних та абіотичних факторів, тому АМ буде складатися із окремих моніторингових систем: Моніторинг абіотичний – включає спостереження, оцінку, прогноз антропогенних змін стану абіотичних складових агроєкосистеми, відповідних реакцій на антропогенну дію встановлення екологічної ефективності с.-г. використання земель. Його складові:

- *моніторинг землекористування* – структура земельних угідь: ступінь розораності, частка лісопокритих площ, частка територій та акваторій, що підлягають особливій охороні, співвідношення між орними та еколого-стабілізуючими типами угідь (ліси, луки й пасовища), екологічна стійкість, ураженість ерозійними процесами та іншими деградаційними процесами.

- *агрохімічний моніторинг* – потенційний і фактичний рівень родючості ґрунтів за фізико-хімічними, біологічними, біохімічними та іншими показниками, баланс гумусу, основних біогенних елементів та енергії, інтенсивність балансу;

- *екотоксикологічний моніторинг* – рівень забруднення ґрунтів, природних вод, біоти хімічними

сполуками I-IV класу токсичності; встановлення джерел забруднення; оцінка небезпечності забруднення за еколого-токсикологічними критеріями;

- *радіоекологічний моніторинг* – забруднення ґрунтів, природних вод, біоти, сільськогосподарської продукції радіонуклідами (Cs-137, Sr-90 та ін.); визначення критичності агроекосистем відносно радіоактивного забруднення.

Моніторинг біотичний – система спостережень за станом біотичної складової агро екосистеми, її реакцією на антропогенні дії, відхилення від нормального природного стану на різних рівнях (від молекулярного до угруповань).

Його складові: фітобіотичний моніторинг; зообіотичний; мікробіологічний фітовірусологічний; популяційно-генетичний моніторинг.

Моніторинг компактний – моніторинг регіональних і локальних антропогенних впливів в особливо небезпечних зонах та місцях. Передбачає проведення досліджень у зонах, постраждалих після аварії на ЧАЕС, в зонах, що знаходяться під інтенсивним впливом об'єктів промисловості, в зонах інтенсивної меліорації тощо. Даний вид моніторингу буде застосовуваний також для сировинних зон України, де передбачається вирощувати екологічно чисту продукцію рослинництва з метою виробництва продуктів дитячого та дієтичного харчування.

АМ спирається на розподілену в просторі і часі систему сучасних комплексних спостережень за станом агро ландшафтів (в першу чергу ґрунтами), агроценозів (включаючи продуктивність), за факторами, що визначають забруднення сільськогосподарської продукції і ґрунтів радіонуклідами, важкими металами, залишками пестицидів і іншими ксенобіотиками, за процесами міграції токсикантів в агроландшафтах і харчових ланцюгах; за станом природного середовища, що зазнає

впливу сільськогосподарського виробництва

Методологічною основою АМ повинна стати спеціалізована ГІС-технологія – комп’ютерна система планування і обробки просторово розподіленої інформації багатоцільового призначення. Формування мережі АМ здійснюється з використанням наявних картографічних, описових матеріалів і шляхом аналізу існуючих спостережень. Завдання та місце ґрунтового моніторингу в системі комплексного агроекологічного моніторингу.

Моніторинг земель і ґрунтів проводиться з метою своєчасного виявлення зміни стану земель та властивостей ґрунтів, оцінки здійснення заходів щодо охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів, попередження впливу негативних процесів і ліквідації наслідків цього впливу. Залежно від цілей спостережень та охоплення територій моніторинг земель може бути національним, регіональним і локальним.

Для ведення моніторингу земель на національному рівні рішенням центрального органу виконавчої влади з питань земельних ресурсів і центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів на всій території України створюється мережа дослідних земельних ділянок та ділянок з еталонними ґрунтами з метою проведення на них необхідних спостережень, вимірювань та обстежень екологічного стану земель, зміни показників корисних властивостей ґрунтів під впливом господарсько та інших видів діяльності.

Ведення моніторингу земель здійснюють уповноважені органи виконавчої влади з питань земельних ресурсів за участю уповноважених органів виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів, з питань аграрної політики.

Одержана інформація надсилається органам виконавчої влади та органам місцевого самоврядування

для розроблення науково обґрунтованих рекомендацій і своєчасного прийняття рішень щодо поліпшення охорони земель, запобігання негативним змінам їх стану та додержання вимог екологічної безпеки.

З метою своєчасного виявлення змін стану земель, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів ведеться моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення.

Агроекологічний моніторинг включає систему стежень за станом ґрунту, водних об'єктів, атмосферного повітря, рослинного покриву, на які поширюється сільсько-господарська діяльність людей.

Отже, моніторинг щодо ґрунту, атмосфери, водних джерел і рослинності має свої особливості.

Ґрунтовий моніторинг – це систематичний нагляд за використанням земель, згідно з їхніми природними і виробничими потенціалами, за розвитком ерозії та інших негативних процесів. Отримання інформації на базі моніторингу про зміни властивостей ґрунту, ґрунтових режимів і процесів під впливом природних факторів та антропогенних навантажень є основою для покращення його родючості.

Ґрунтовий моніторинг здійснюється за великою кількістю контрольованих показників (близько 115), один тур повного моніторингу вимагає 5-річного терміну.

До основних показників належать: зміна структури ґрунтового покриву; контроль оптимальності землекористування, використання ґрунту за призначенням; контроль комплексної охорони ґрунтів; гумусний стан; реакції ґрунтового розчину; водний режим; поживний режим; забрудненість ґрунтових вод; агрофізичні властивості; біологічна активність; площа угідь, пошкоджених ерозією; зміна глибини гумусових горизонтів; зміна властивостей ґрунтів, що зазнають ерозії;

іригаційна ерозія; якість зрошувальних вод; засоленість ґрунтів у зоні аерації; якість рослинницької продукції.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення включає: агрохімічне обстеження ґрунтів; контроль змін якісного стану ґрунтів; агрохімічну паспортизацію земельних ділянок. Агрохімічна паспортизація орних земель здійснюється через кожні 5 років, сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень – через кожні 5-10 років. Суцільне ґрунтове обстеження проводиться через кожні 20 років.

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення здійснюється уповноваженим органом виконавчої влади з питань аграрної політики. Порядок проведення моніторингу земель встановлює Кабінет Міністрів України.

Необхідність моніторингу ґрунтів як природних утворень і об'єктів використання визначається:

- виключною важливістю підтримання ґрунтів у стані, за яким вони зберігають здатність до регуляції циклів елементів як основи життєдіяльності людини і біосфери;

- важливістю контролю і запобігання негативного розвитку процесів ґрунтоутворення, які мають місце практично на всій сільськогосподарській території внаслідок без господарської діяльності людини;

- необхідністю істотного підвищення родючості ґрунтів, віддачі від меліорації і хімізації, подолання застійних явищ в урожайності та поліпшення якості с.-г. продукції;

- неможливістю вироблення адекватної оцінки сучасного стану ґрунтового покриву на основі наявної інформації і раціонального використання з цієї причини інвестицій для усунення деформаційних явищ.

Завданням ґрунтового моніторингу є періодичний

контроль динаміки основних ґрунтотворних процесів – фізичних, хімічних, біологічних та інших – у природних умовах і при антропогенних навантаженнях.

Об'єктами моніторингу виступають основні типи, підтипи, роди, види і різновиди ґрунтів, які обираються в межах ґрунтової провінції і максимальною мірою відображають мозаїчність ґрунтового покриву, всі види і рівні антропогенних навантажень. Постійними пунктами контролю є природні об'єкти (ліси, заповідники), еталонні об'єкти високого рівня с.-г. використання ґрунтів (держсортодільниці, варіанти стаціонарних дослідів, поля господарств, де впроваджено КМСЗ), звичайні господарства.

Враховуючи, що для достовірної оцінки ґрунтів, і особливо прогнозу їх родючості, необхідна інформація про клімат, ґрунтотворні породи, води (поверхневі або в крайньому разі першого горизонту підґрунтових вод), кількість і якість рослинницької продукції, перераховані компоненти також включають до об'єктів моніторингу. Такий підхід дає змогу суміщати ґрунти з іншими

Блок 1	1. Структура земельних угідь, станом на 1.01.	Інформація Управління земельних ресурсів
	2. Розподіл земельного фонду в розрізі власників землі й землекористувачів	
Блок 2	1. Динаміка основних земельних угідь 2. Зміна площ с.-г. угідь протягом року, тис.га	
Блок 3	1. Загальна характеристика с.-г. угідь за якісним станом ґрунтів 2. Загальна характеристика ріллі за якісним станом ґрунтів	

	3. Еродованість земель та оцінка небезпеки ерозії 4. Рівень родючості ґрунту 5. Забрудненість с.-г. угідь важкими металами та елементами “забруднювачами” 6. Залишкові кількості пестицидів у ґрунтах 7. Забруднення с.-г. угідь радіонуклідами	Станція хімізації
Блок 4	1. Стан прибережних смуг малих річок і водойм	Управління земельних ресурсів
Блок 5	1. Рекультивація порушених земель 2. Використання родючого шару ґрунту, що знімається при	
Блок 6	1. Стан зрошуваних земель 2. Стан осушених земель	

елементами середовища і при аналогічній розробці моніторингу фауни, флори і людини одержати цілісне уявлення про стан біосфери.

В зв'язку з цим, найбільшого ефекту від реалізації ґрунтового моніторингу слід чекати при одночасному розвитку всіх складових частин екологічного моніторингу. Усі показники згруповано в шістьох блоках, кожен з яких уключав одну або декілька форм звітності.

Перелік контрольованих показників в системі моніторингу земель. Для повної й об'єктивної діагностики стану земельних ресурсів, створення й використання інформаційної бази для відпрацювання адаптивних управлінських рішень розроблено й затверджено перелік контрольованих показників. Вибір показників базувався на принципі “розумного мінімуму і реального максимуму”, а саме: узято максимально можливу кількість показників, що входять до реально діючого контролю перелічених нижче

організацій, в той же час ця кількість є мінімальною (звуженою) для комплексної екологічної оцінки територій.

Одним із основних об'єктів є рослини. У процесі агромоніторингу фіксують: кількість і якість урожаю; формування листової поверхні; зміну структури агрофітоценозу; фотосинтетичний потенціал; біомасу рослин; вплив зовнішніх факторів на якість продукції.

Для досліджень якості продукції в агроекологічному моніторингу враховують такі показники: масу 1000 зернин; вміст клейковини в зерні; скловидність зерна; вміст сирого білка; вміст крохмалю тощо.

Для оцінки стану водних об'єктів, важливим є контроль за основними джерелами їх забруднення в агропромисловому виробництві. До таких належать речовини, що надходять з поверхні ґрунту луків, пасовищ, полів, зі стічними водами тваринницьких ферм, гноєсховищ, силосних ям. Тому якість поверхневих вод є водночас і показником антропогенного навантаження, особливо - застосування хімічних засобів захисту рослин та мінеральних добрив.

Організація моніторингу атмосферного повітря передбачає: визначення рівня забрудненості атмосфери; оцінювання характеру шкідливого впливу забруднювальних речовин на здоров'я людини і навколишнє середовище; з'ясування причин високих рівнів забруднення та виявлення джерел забруднення; розробку заходів щодо охорони навколишнього середовища.

Моніторингові спостереження проводять епізодично, регулярно і комплексно, або оперативно. Спостереження здійснюють на спеціально обладнаних постах. Виявлення джерел забруднення, контроль за нормативами допустимого вмісту шкідливих речовин в атмосфері і вчасне сповіщення про різкі зміни рівня забруднення основні завдання служби спостереження за

станом приземного шару атмосфери.

У системі *агроекологічного моніторингу важливою складовою є* екотоксикологічна оцінка досліджуваних об'єктів з метою з'ясування впливу отрут на біоценози.

Для *екотоксикологічної оцінки необхідно* враховувати: ґрунтово-кліматичні умови регіонів; метеорологічні умови (багаторічні); можливість забруднення агроєкосистем промисловими викидами підприємств (об'єми, склад, токсичність викидів); технології обробітку ґрунту та використання засобів хімізації (добрива, засоби захисту рослин).

Під час проведення екотоксикологічних досліджень встановлено основні показники токсичності потенційного токсиканта і можливий шкідливий вплив його на людину. *Екотоксиканти* - це отруйні речовини, що забруднюють середовище, продукцію.

Практичне завдання

1. Ознайомтеся з особливостями агроекологічного моніторингу ґрунту, рослин, водних об'єктів, атмосферного повітря, екотоксикантів.

Занотуйте у зошиті основні показники, за якими здійснюється моніторинговий контроль даних об'єктів.

Опрацюйте з підручника "Агроекологія" (2006) таблицю "Класифікація речовин за їх небезпечністю"(стор. 640); гранично допустимі концентрації хімічних речовин у ґрунті (стор. 641); гігієнічні показники санітарного стану ґрунтів (стор. 642); гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у водних об'єктах господарсько-питного та культурно-побутового водоко-ристування (стор. 644) і гранично допустимі концентрації найпоширеніших шкідливих речовин у повітрі населених пунктів (стор. 645); допустимі залишкові кількості пестицидів у продукції сільськогосподарських культур

(стор. 647).

З'ясуйте, як здійснюється моніторинговий нагляд за станом доквілля і згаданих об'єктів агроєкосистеми у вашому регіоні, чи інформують про зміни населення; чи проводять контроль за раціональним використанням землі (за призначенням); за дотриманням правил зберігання гною і мінеральних добрив; за якістю води (в тому числі криничної) тощо.

Література

1. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т. та ін. Агроєкологія. - К.: Вища освіта, 2006. - С. 625 - 650.
2. Городній М.М., Шичула І.М. та ін. Агроєкологія. - К.: Вища школа, 1993. - С. 337 - 344.
3. Патица В.П., Тараріко О.Г. Агроєкологічний моніторинг і паспортизація земель. - К.: Фітосоціо-центр, 2002. - 296 с.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняття «моніторинг».
2. Назвіть вида моніторингу за призначенням.
3. У чому суть:
 - а) загального;
 - б) оперативного;
 - в) фоновий моніторингу.
4. Назвіть структурні рівні державного моніторингу.
5. Дайте визначення агроєкологічного моніторингу.
6. Назвіть основні об'єкти агроєкологічного моніторингу.
7. Назвіть основні показники моніторингових досліджень ґрунту.
8. За якими показниками оцінюють якість продукції?
9. За якими ознаками контролюють рослини?
10. Назвіть сільськогосподарські джерела

забруднення водних об'єктів.

11. Як здійснюють моніторингові дослідження атмосферного повітря?

12. Назвіть сільськогосподарські джерела забруднення атмосфери.

13. За якими показниками здійснюють моніторинговий контроль атмосферного повітря?

14. Що таке екотоксиканти?

15. Дайте пояснення понять;

а) гранично допустима концентрація (ГДК);

б) орієнтовно безпечний рівень токсиканту у повітрі і воді;

в) допустимі залишкові кількості токсикантів у харчових продуктах

Практична робота № 16

Тема: Мікробіологічний моніторинг стану ґрунтів агроєкосистеми

Мета: Ознайомити студентів із змістом мікробіологічного моніторингу та об'єктами, що досліджуються у мікробіологічному моніторингу.

Теоретичні відомості

Однією із складових екологічного моніторингу ґрунту агроєкосистем є мікробіологічний моніторинг, який входить у групу параметрів, що інтегрує показники раннього діагнозу розвитку негативних явищ у стані ґрунтів. Він включає показники пригнічення життєдіяльності рослин і мікрофлори, ферментативної активності, зміни співвідношень кількостей основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів та ін.

Метою мікробіологічного моніторингу, як складової частини загального агроєкологічного моніторингу, є одержання інформації за комплексом основних параметрів біологічних властивостей ґрунту в різних регіонах країни; оцінка відповідності ґрунтів нормативним вимогам; прогнозування можливих шляхів еволюції ґрунтів під впливом тих чи інших агротехнічних заходів; видання нормативної інформації для розробки корегування агротехнічних заходів, які забезпечують розширене відтворення ґрунтової родючості і високу продуктивність агроєкосистем.

Мікробний моніторинг ґрунтів, що входить в загальну мережу державного агроєкологічного моніторингу, повинен складатися з таких етапів:

- визначення стану мікробної системи ґрунту за комплексом біоіндикаційних показників;

- розробка математичних моделей динаміки біоіндикаційних показників;

- включення мікробіологічних показників та моделей їх кількісних змін в державну комп'ютерну мережу агроекологічного моніторингу ґрунтів.

В агроекосистемах мікроорганізми являються основним фактором ґрунтоутворюючого процесу, живлення рослин і фітосанітарного стану ґрунту. Тому усі заходи, спрямовані на відновлення ґрунтової родючості і підвищення продуктивності і екологічної безпеки землеробства, мусять бути пов'язані з діяльністю мікроорганізмів.

Саме *мікробіологічний моніторинг ґрунтів* у різних агроекосистемах спрямовано на виконання контрольної функції стану ґрунтового середовища і створення нормативно-інформаційної бази, необхідної для розробки екологічно безпечних агротехнологій.

Моніторинг функціональної структури мікробних ценозів ґрунту різних агроекосистем проводиться з метою описання і діагностики їх теперішнього стану; прогнозування стратегічної спрямованості мікробіологічних процесів у ризосфері рослин, які обумовлюють деградацію, відновлення або ступінь стійкості ґрунтового комплексу при застосуванні різних агрозаходів; визначення мікробіологічних показників для конструювання моделей сталих агроекосистем та формування сталого розвитку агроекосистем.

Родючість ґрунту, його самоочищувальна здатність в більшості визначається інтенсивністю і спрямованістю ферментативних реакцій. Тому, активність ферментів є універсальним показником фізіологічного стану всієї біоти ґрунту і відображає внутрішні біохімічні процеси і вони можуть бути критерієм оцінки тих чи інших агроприймів.

На основі даних динаміки чисельності основних

груп мікроорганізмів розраховують коефіцієнти мінералізації-іммобілізації, оліготрофності, педотрофності за співвідношенням кількостей мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп. Вони вказують на спрямованість мікробіологічних процесів, що відбуваються у ґрунті, у сторону деградації або відновлення його родючості.

Найважливішими показниками якості ґрунту є біомаса мікроорганізмів, таксономічний склад мікрофлори та її функціональна різноманітність. Вони підлягають тим же закономірностям залежності від екологічних чинників, що і у випадку спостережень за макроорганізмами. Тобто з погіршенням екологічного стану ґрунту таксономічна і, відповідно, функціональна різноманітність мікробного угруповання знижується.

Видову різноманітність мікробних угруповань оцінюють за допомогою екологічних і індексів Шеннона та Сімпсона. Пригнічення ростових процесів рослин дає уявлення про ступені фітотоксичності ґрунту, що сформувалась під впливом антропогенних навантажень, або застосованих агрозаходів вирощування сільськогосподарських рослин. Аналогічний показник - токсичність ґрунту щодо тест-мікроорганізмів. Діагностування ґрунту за токсичністю дасть змогу мобільно реагувати на зміни його санітарного стану прийняттям мір до ліквідації негативних явищ.

Інтегральний показник загальної біологічної активності ґрунту визначається за виділенням вуглекислого газу і інформує про інтенсивність процесів трансформації органічної речовини, що залежить від багатьох факторів: вологості, співвідношення кількостей вуглецю і азоту, відсутності чинників, що інгібують метаболічні реакції редуцентів і, в першу чергу, целюлозолітиків і амоніфікаторів.

На застосовані агроприйоми чітко реагує

азотфіксуюча мікрофлора і показник її функціонування – загальна нітрогеназна активність ризосферного ґрунту. Нестача доступного азоту завжди інтенсифікує розвиток мікроорганізмів асимілюючих молекулярний азот і активність цього процесу. І навпаки, внесення мінеральних добрив пригнічує їх діяльність. Нітрифікаційна і денітрифікаційна активність ґрунтової мікрофлори доповнюють уявлення про азотний баланс ґрунту і також залежать від умов, що склались у конкретному біотопі. Техногенні забруднення також негативно відображаються на процесах трансформації азоту. Поліфункціональність мікробіоти обумовлює стабілізацію і самоочищення екосистем. Присутність у ґрунті мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенної мікрофлори, потенціал їх антибактеріальної та антифунгальної дії важливий показник санітарного стану ґрунту.

Таблиця 1

Об'єкти, що досліджуються у мікробіологічному моніторингу

Об'єкт	Показник	Метод
Чисельність основних груп мікроорганізмів	Кількість колоній утворюючих одиниць (КУО) в 1 г або. сух. ґрунту.	Метод граничних розведень. Коефіцієнти оліготрофності, мінералізації-іммобілізації, педотрофності.
Біомаса мікроорганізмів ґрунту	Вміст вуглецю мікробної біомаси мкг/г ґрунту	Регідратаційний метод.
Фітотоксичність ґрунту	% інгібування ростових процесів	Методи А.М. Гродзинського і О.О. Берестецького

	рослин	
Токсичність щодо тест-культур мікроорганізмів	Площа стерильних зон, ММІ.	Метод агарових пластин з целофаном за Н.А. Красильниковим
Активність бобово-ризобіального симбіозу	Кількість бульбочок на коренях бобових рослин	Візуальний підрахунок кількості бульбочок на коренях.
Антифунгальний та антибактеріальний потенціал ґрунту до фітопатогенних мікроорганізмів	Величина зони пригнічення росту фітопатогену, мм	Дифузійно-дисковий метод і його модифікації
Виділення вуглекислого газу («дихання» ґрунту)	Інтенсивність виділення СО ₂	Абсорбційний метод В.І.Штатнова
Нітрифікаційна здатність ґрунту	мг М-МО ₃ /100 г ґрунту за добу	Метод С. Кравкова
Денітрифікаційна здатність ґрунту	мг N-NO ₃ /100 г ґрунту за добу	Хроматографічний метод
Целюлозолітична активність ґрунту	% руйнування льняної тканини у ґрунті, або паперу під ґрунтовою пластинкою .	Польовий метод Є.М. Мішустіна і А. М. Петрової і лабораторний
Азотфіксуюча активність ґрунту	мкМоль С ₂ Н ₄ / г ґрунту за Добу	Метод ацетиленредукції

Фосфатазна активність ґрунту	мг P_2O_5 /100 г ґрунту за 30 хв. . '	Калориметричний метод
Активність інших ферментів: уреази, оксіфенолоксідази, протеази, каталази, пероксидази тощо		Методи почвенной энзимо-логии

Для описання стану мікробних ценозів, прогнозування спрямованості їх функціонування з метою оптимізації сільськогосподарської діяльності в агроєкосистемі необхідно:

- відбирати зразки ґрунту не менше, ніж тричі за рік;

- досліджувати ґрунт ризосфери і міжрядь, тому що фактори, які вивчаються, не однаково відображаються на функціонуванні мікроорганізмів у цих локальностях;

- спостерігати мікробіологічний стан ґрунту поперше, на одній ділянці сівозміни щорічно під різними культурами, які покажуть зміни, що відбуваються у ґрунті внаслідок застосованої агротехніки при вирощуванні різних культур; по-друге, на різних ділянках, слідуючи за однією культурою по полях сівозміни, що дозволить установити реакцію ризосферної мікрофлори цієї культури на застосовану агротехніку.

Література

1. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т. та ін. Агроєкологія. - К.: Вища освіта, 2006. - С. 625 - 650.
2. Городній М.М., Шичула І.М. та ін. Агроєкологія. - К.: Вища школа, 1993. - С. 337 - 344.
3. Патика В.П., Тараріко О.Г. Агроєкологічний моніторинг і паспортизація земель. - К.: Фітосоціо-центр,

2002. - 296 с.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняття "агроекологічний моніторинг", "мікроорганізми", "редуценти".
2. Що включає в себе мікробіологічний моніторинг?
3. Від чого залежить родючість ґрунту?

Практична робота № 17

Тема: Земельний кодекс України

Мета: Ознайомитись з основними положеннями Земельного кодексу України.

Теоретичні відомості

Стаття 1. Земля - основне національне багатство

Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави. Право власності на землю гарантується.

Використання власності на землю не може завдавати шкоди правам і свободам громадян, інтересам суспільства, погіршувати екологічну ситуацію і природні якості землі.

Стаття 4. Земельне законодавство та його завдання

Земельне законодавство включає цей Кодекс, інші нормативно-правові акти у галузі земельних відносин.

Завданням земельного законодавства є регулювання земельних відносин з метою забезпечення права на землю громадян, юридичних осіб, територіальних громад та держави, раціонального використання та охорони земель.

Стаття 43. Землі природно-заповідного фонду

Землі природно-заповідного фонду - це ділянки суші і водного простору з природними комплексами та об'єктами, що мають особливу природоохоронну, екологічну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність, яким відповідно до закону надано статус територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

Стаття 44. Склад земель природно-заповідного фонду

До земель природно-заповідного фонду

включаються природні території та об'єкти (природні заповідники, національні природні парки, біосферні заповідники, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища), а також штучно створені об'єкти (ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва).

Стаття 61. Обмеження у використанні земельних ділянок прибережних захисних смуг уздовж річок, навколо водойм та на островах

Прибережні захисні смуги є природоохоронною територією з режимом обмеженої господарської діяльності.

У прибережних захисних смугах уздовж річок, навколо водойм та на островах забороняється:

а) розорювання земель (крім підготовки ґрунту для залуження і заліснення), а також садівництво та городництво;

б) зберігання та застосування пестицидів і добрив;

в) влаштування літніх таборів для худоби;

г) будівництво будь-яких споруд (крім гідротехнічних, гідрометричних та лінійних), у тому числі баз відпочинку, дач, гаражів та стоянок автомобілів;

г) влаштування звалищ сміття, гноєсховищ, накопичувачів рідких і твердих відходів виробництва, кладовищ, скотомогильників, полів фільтрації тощо;

д) миття та обслуговування транспортних засобів і техніки.

Стаття 96. Обов'язки землекористувачів

1. Землекористувачі зобов'язані:

а) забезпечувати використання землі за цільовим призначенням;

б) дотримуватися вимог законодавства про охорону довкілля;

в) своєчасно сплачувати земельний податок або орендну плату;

г) не порушувати прав власників суміжних земельних ділянок та землекористувачів;

г) підвищувати родючість ґрунтів та зберігати інші корисні властивості землі;

є) зберігати геодезичні знаки, протиерозійні споруди, мережі зрошувальних і осушувальних систем.

Стаття 112. Охоронні зони.

1. Охоронні зони створюються:

а) навколо особливо цінних природних об'єктів, об'єктів культурної спадщини, гідрометеорологічних станцій тощо з метою охорони і захисту їх від несприятливих антропогенних впливів;

б) уздовж ліній зв'язку, електропередачі, земель транспорту, навколо промислових об'єктів для забезпечення нормальних умов їх експлуатації, запобігання ушкодження, а також зменшення їх негативного впливу на людей та довкілля, суміжні землі та інші природні об'єкти.

2. Правовий режим земель охоронних зон визначається законодавством України.

Стаття 113. Зони санітарної охорони

Зони санітарної охорони створюються навколо об'єктів, де є підземні та відкриті джерела водопостачання, водозабірні та водоочисні споруди, водоводи, об'єкти оздоровчого призначення та інші, для їх санітарно-епідеміологічної захищеності.

У межах зон санітарної охорони забороняється діяльність, яка може призвести до завдання шкоди підземним та відкритим джерелам водопостачання, водозабірним і водоочисним спорудам, водоводам, об'єктам оздоровчого призначення, навколо яких вони створені.

Правовий режим земель зон санітарної охорони визначається законодавством України.

Стаття 114. Санітарно-захисні зони

1. Санітарно-захисні зони створюються навколо об'єктів, які є джерелами виділення шкідливих речовин, запахів, підвищених рівнів шуму, вібрації, ультразвукових і електромагнітних хвиль, електронних полів, іонізуючих випромінювань тощо, з метою відокремлення таких об'єктів від територій житлової забудови.

2. У межах санітарно-захисних зон забороняється будівництво житлових об'єктів, об'єктів соціальної інфраструктури та інших об'єктів, пов'язаних з постійним перебуванням людей.

3. Правовий режим земель санітарно-захисних зон визначається законодавством України.

Стаття 162. Поняття охорони земель

Охорона земель - це система правових, організаційних, економічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання земель, запобігання необґрунтованому вилученню земель сільськогосподарського призначення, захист від шкідливого антропогенного впливу, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності земель лісового фонду, забезпечення особливого режиму використання земель природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення.

Стаття 164. Зміст охорони земель

1. Охорона земель включає:

а) обґрунтування і забезпечення досягнення раціонального землекористування;

б) захист сільськогосподарських угідь, лісових земель та чагарників від необґрунтованого їх вилучення для інших потреб;

в) захист земель від ерозії, селів, підтоплення, заболочування, вторинного засолення, пересушення, ущільнення, забруднення відходами виробництва, хімічними та радіоактивними речовинами та від інших несприятливих природних і техногенних процесів;

г) збереження природних водно-болотних угідь;

г) попередження погіршення естетичного стану та екологічної ролі антропогенних ландшафтів;

д) консервацію деградованих і малопродуктивних сільськогосподарських угідь.

Порядок охорони земель встановлюється законом.

Стаття 165. Стандартизація і нормування в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів

Стандартизація і нормування в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів здійснюється з метою забезпечення екологічної і санітарно-гігієнічної безпеки громадян шляхом прийняття відповідних нормативів і стандартів, які визначають вимоги щодо якості земель, допустимого антропогенного навантаження на ґрунти та окремі території, допустимого сільськогосподарського освоєння земель тощо.

У галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів встановлюються такі нормативи:

а) оптимального співвідношення земельних угідь;

б) якісного стану ґрунтів;

в) гранично допустимого забруднення ґрунтів;

г) показники деградації земель та ґрунтів.

Нормативні документи із стандартизації в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів встановлюються Кабінетом Міністрів України.

Стаття 169. Поняття техногенне забруднених земель

Техногенне забруднені землі - це землі, забруднені внаслідок господарської діяльності людини, що призвела

до деградації земель та її негативного впливу на довкілля і здоров'я людей.

До техногенне забруднених земель відносяться землі радіаційне небезпечні та радіоактивне забруднені, землі, забруднені важкими металами, іншими хімічними елементами тощо. При використанні техногенне забруднених земель враховуються особливості режиму їх використання.

Особливості режиму і порядку використання техногенне забруднених земель встановлюються законодавством України.

Стаття 199. Бонітування ґрунтів

Бонітування ґрунтів - це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, які мають сталий характер та суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природнокліматичних умовах.

Бонітування ґрунтів проводиться за 100-бальною шкалою. Вищим балом оцінюються ґрунти з кращими властивостями, які мають найбільшу природну продуктивність.

Стаття 200. Економічна оцінка земель

Економічна оцінка земель - це оцінка землі як природного ресурсу і засобу виробництва в сільському і лісовому господарстві та як просторового базису в суспільному виробництві за показниками, що характеризують продуктивність земель, ефективність їх використання та дохідність з одиниці площі.

Економічна оцінка земель різного призначення проводиться для порівняльного аналізу ефективності їх використання. Дані економічної оцінки земель є основою грошової оцінки земельної ділянки різного цільового призначення.

Економічна оцінка земель визначається в умовних

кадастрових гектарах або у грошовому виразі.

Стаття 205. Зміст економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель

1. Економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель включає:

а) надання податкових і кредитних пільг громадянам та юридичним особам, які здійснюють за власні кошти заходи, передбачені загальнодержавними та регіональними програмами використання і охорони земель;

б) виділення коштів державного або місцевого бюджету громадянам та юридичним особам для відновлення попереднього стану земель, порушених не з їх вини;

в) вільнення від плати за земельні ділянки, що перебувають у стадії сільськогосподарського освоєння або поліпшення їх стану згідно державними та регіональними програмами;

г) компенсацію з бюджетних коштів зниження доходу власників землі та землекористувачів внаслідок тимчасової консервації деградованих та малопродуктивних земель, що стали такими не з їх вини.

Стаття 211. Відповідальність за порушення земельного законодавства

1. Громадяни та юридичні особи несуть цивільну, адміністративну або кримінальну відповідальність відповідно до законодавства за такі порушення:

а) укладення угод з порушенням земельного законодавства;

б) самовільне зайняття земельних ділянок;

в) псування сільськогосподарських угідь та інших земель, їх забруднення хімічними та радіоактивними речовинами і стічними водами, засмічення промисловими, побутовими та іншими відходами;

г) розміщення, проектування, будівництво, введення в дію об'єктів, що негативно впливають на стан земель;

г) невиконання вимог щодо використання земель за цільовим призначенням;

ж) не проведення рекультивації порушених земель;

з) знищення або пошкодження протиерозійних і гідротехнічних споруд, захисних насаджень;

і) невиконання умов знімання, збереження і нанесення родючого шару ґрунту.

Практична робота № 18

Тема: Закон України «Про тваринний світ»

Мета: Ознайомити студентів з основними вимогами закону про «Тваринний світ»

Теоретичні відомості

Закон був прийнятий 3 березня 1993 року.

Тваринний світ є одним з основних компонентів навколишнього природного середовища, національним багатством України, джерелом духовного та естетичного збагачення і виховання людей, об'єктом наукових досліджень, а також важливою базою для одержання промислової і лікарської сировини, харчових продуктів та інших матеріальних цінностей. В інтересах нинішнього і майбутніх поколінь в Україні з участю підприємств, установ, організацій і громадян здійснюються заходи щодо охорони, відтворення і науково обґрунтованого, невиснажливого використання тваринного світу.

Стаття 2. Завдання законодавства України про охорону, використання і відтворення тваринного світу.

Завданням законодавства України про охорону, використання і відтворення тваринного світу є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення об'єктів тваринного світу, збереження та поліпшення середовища перебування диких тварин, забезпечення умов постійного існування всього видового і популяційного різноманіття тварин в стані природної волі, неволі чи напіввільних умовах.

Стаття 3. Об'єкти тваринного світу

Об'єктами тваринного світу є: хордові, в тому числі хребетні (ссавці, птахи, плазуни, земноводні, риби та інші) і безхребетні (членистоногі, моллюски, голкошкірі та

інші) тварини в усьому їх видовому і популяційному різноманітті та на всіх стадіях розвитку (ембріони, яйця, лялечки тощо), що перебувають у стані природної волі; частини диких тварин (роги, шкіра тощо); продукти життєдіяльності диких тварин (мед, віск тощо); залишки викопних тварин; нори, хатки, лігва, мурашники, боброві загати та інше житло і споруди тварин.

Об'єкти тваринного світу, а також місця токування, линяння, гніздових колоній птахів, постійних чи тимчасових скупчень тварин, інші території, що є середовищем перебування об'єктів тваринного світу, підлягають охороні.

Стаття 7. Основні вимоги та принципи охорони, раціонального використання і відтворення тваринного світу.

Під час проведення заходів щодо охорони, раціонального використання і відтворення тваринного світу, а також під час здійснення будь-якої діяльності, яка може вплинути на середовище перебування тварин та стан тваринного світу, *повинно забезпечуватися додержання таких основних вимог і принципів:*

- збереження умов існування видового і популяційного різноманіття тваринного світу в стані природної волі;
- недопустимість погіршення середовища перебування, шляхів міграції та умов розмноження диких тварин;
- збереження цілісності природних угруповань тварин;
- додержання науково обґрунтованих нормативів і лімітів використання об'єктів тваринного світу, забезпечення невиснажливого використання диких тварин та їх відтворення;
- раціональне використання корисних властивостей

і продуктів життєдіяльності диких тварин;

- платність за спеціальне використання об'єктів тваринного світу;

- регулювання чисельності тварин з метою охорони здоров'я населення і відвернення заподіяння шкоди природі та народному господарству;

- врахування висновків екологічної експертизи щодо народногосподарських об'єктів, які можуть впливати на стан тваринного світу.

Стаття 9. Права та обов'язки громадян у галузі охорони, використання і відтворення тваринного світу.

Кожний громадянин України має право: на загальне і спеціальне використання тваринного світу; мати у колективній або приватній власності окремі об'єкти тваринного світу; на компенсацію шкоди, завданої дикими тваринами, відповідно до законодавства України.

Громадяни України зобов'язані: охороняти тваринний світ і середовище перебування диких тварин; сприяти відтворенню відновлюваних об'єктів тваринного світу; використовувати об'єкти тваринного світу відповідно до вимог цього Закону.

Розділ II. ВИКОРИСТАННЯ ТВАРИННОГО СВІТУ

Стаття 10. Форми використання об'єктів тваринного світу.

Використання об'єктів тваринного світу здійснюється на праві власності і праві користування.

Стаття 11. Загальне використання тваринного світу.

Громадянам гарантується право загального використання тваринного світу для задоволення життєво необхідних потреб (естетичних, оздоровчих, рекреаційних тощо) безплатно. Загальне використання здійснюється без вилучення об'єктів тваринного світу з природного

середовища (за винятком любительського і спортивного рибальства у водоймах загального користування).

У порядку загального використання тваринного світу здійснюється користування корисними властивостями життєдіяльності тварин - природних санітарів середовища, запилювачів рослин та інших, використання об'єктів тваринного світу у наукових, культурно-освітніх, виховних, естетичних та інших цілях, передбачених законодавством України.

Під час здійснення загального використання тваринного світу забороняється знищення тварин, руйнування їх житла та інших споруд (нор, хаток, лігва, гнізд, мурашників, бобрових загат і таке інше), порушення середовища перебування тварин і погіршення умов їх розмноження.

Стаття 12. Спеціальне використання тваринного світу.

До спеціального використання належать усі види користування тваринним світом (за винятком любительського і спортивного рибальства у водоймах загального користування), що здійснюються з їх вилученням (добуванням, збиранням і таке інше) з природного середовища.

Спеціальне використання тваринного світу в порядку ведення мисливського і рибного господарства здійснюється з наданням підприємствам, установам, організаціям і громадянам права користування мисливськими угіддями та рибогосподарськими водоймами. Спеціальне використання тваринного світу здійснюється лише за спеціальними дозволами, що видаються в порядку, який визначається Кабінетом Міністрів України.

Ця вимога поширюється також на власників чи користувачів земельними ділянками, на яких перебувають

(знаходяться) об'єкти тваринного світу.

Стаття 13. Види використання об'єктів тваринного світу.

За умови додержання вимог цього Закону, інших актів законодавства України можуть здійснюватися такі види використання об'єктів тваринного світу: мисливство; рибальство, включаючи добування водних безхребетних тварин і морських ссавців; використання об'єктів тваринного світу в наукових, культурно-освітніх, виховних та естетичних цілях; використання корисних властивостей життєдіяльності тварин - природних санітарів середовища, запилювачів рослин та інших; використання тварин з метою отримання продуктів їх життєдіяльності; добування диких тварин з метою утримання і розведення в неволі чи напіввільних умовах для комерційних та інших цілей. Законодавством України можуть бути передбачені й інші види використання об'єктів тваринного світу.

Стаття 14. Мисливство.

Мисливством вважається добування диких звірів і птахів, що перебувають у стані природної волі в межах мисливських угідь з метою задоволення матеріальних, рекреаційних та інших потреб громадян і народного господарства. Мисливство здійснюється шляхом промислового добування та любительського і спортивного полювання на мисливських звірів і птахів. З метою організації та ведення мисливського господарства юридичним і фізичним особам надаються у користування спеціально визначені для цього мисливські угіддя.

Стаття 16. Полювання.

Полювання в межах мисливських угідь здійснюється громадянами, які досягли 18-річного віку й одержали у встановленому порядку дозволу на добування мисливських тварин. Порядок здійснення полювання визначається Кабінетом Міністрів України.

Стаття 17. Рибальство.

Рибальством вважається промислове добування риби, водних безхребетних і морських ссавців, а також любительське і спортивне рибальство та добування водних безхребетних у рибогосподарських водоймах. Правила й об'єкти рибальства, порядок надання у користування рибогосподарських водойм, а також вимоги щодо ведення рибного господарства визначаються в порядку, що встановлюється Кабінетом Міністрів України. Спеціально уповноваженими державними органами у галузі ведення рибного господарства і рибної промисловості є Державний комітет України з рибного господарства і рибної промисловості та його органи на місцях.

Стаття 25. Права користувачів об'єктами тваринного світу.

Користувачі мають право: у встановленому порядку здійснювати спеціальне використання об'єктів тваринного світу; власності на добуті в законному порядку об'єкти тваринного світу і доходи від їх реалізації; оскаржувати у встановленому порядку рішення державних органів і посадових осіб, що порушують їх права на використання об'єктів тваринного світу.

Підприємства, установи, організації та громадяни, які здійснюють ведення мисливського і рибного господарства, мають також право брати участь у вирішенні питань охорони і використання об'єктів тваринного світу, що знаходяться на території закріплених за ними мисливських угідь та рибогосподарських водойм.

Підприємства, установи, організації та громадяни користуються й іншими правами щодо використання об'єктів тваринного світу, передбаченими законодавством України.

Стаття 26. Обов'язки користувачів об'єктами тваринного світу.

Користувачі зобов'язані:

- додержувати встановлених правил, норм, лімітів і строків використання об'єктів тваринного світу;

- використовувати тваринний світ способами, що не допускають порушення цілісності природних угруповань і забезпечують збереження тварин, яких не дозволено використовувати;

- безперешкодно допускати до перевірки всіх об'єктів, де утримуються, перероблюються та реалізуються об'єкти тваринного світу, представників органів, що здійснюють державний контроль за охороною і використанням тваринного світу, своєчасно виконувати їх законні вимоги та розпорядження.

- користувачі зобов'язані своєчасно вносити плату за використання об'єктів тваринного світу.

Підприємства, установи, організації та громадяни, які здійснюють ведення мисливського та рибного господарства, крім цього, зобов'язані:

- раціонально використовувати об'єкти тваринного світу, не допускати погіршення екологічного стану середовища перебування тварин внаслідок власної діяльності, застосовувати природоохоронні технології під час здійснення виробничих процесів;

- проводити первинний облік чисельності і використання диких тварин, вивчати їх стан та характеристики угідь, де перебувають об'єкти тваринного світу, і у встановленому порядку подавати цю інформацію органам, що здійснюють державний облік тварин та облік їх використання, ведення державного кадастру і моніторингу тваринного світу;

- проводити комплексні заходи, спрямовані на відтворення, в тому числі штучне, диких тварин, збереження і поліпшення середовища їх перебування;

- здійснювати заходи щодо виконання

загальнодержавних, регіональних і місцевих екологічних програм з питань охорони тваринного світу;

- негайно інформувати природоохоронні органи, ветеринарні, санітарно-епідеміологічні служби про виявлення захворювань тварин, погіршення стану середовища їх перебування, виникнення загрози знищення та випадки загибелі тварин, здійснювати комплексні заходи щодо профілактики і боротьби з захворюваннями.

- в межах закріпленої території здійснювати охорону об'єктів тваринного світу, дотримувати режиму охорони видів тварин, занесених до Червоної книги України і до переліків видів тварин, які підлягають особливій охороні на території Республіки Крим та областей;

- самостійно припиняти використання об'єктів тваринного світу в разі погіршення їх стану та умов існування, зниження відтворюючої здатності та виникнення загрози знищення тварин, негайно вживати заходів до усунення негативного впливу на тварин і середовище їх перебування.

Розділ VI. ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ ЗАКОНОДАВСТВА ПРО ОХОРОНУ, ВИКОРИСТАННЯ І ВІДТВОРЕННЯ ТВАРИННОГО СВІТУ

Стаття 58. Відповідальність за порушення законодавства України в галузі охорони, використання і відтворення тваринного світу.

Порушення законодавства України в галузі охорони, використання і відтворення тваринного світу тягне за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову і кримінальну відповідальність.

Відповідальність за порушення законодавства в галузі охорони, використання і відтворення тваринного світу несуть особи, винні в:

- порушенні порядку надання об'єктів тваринного

світу в користуванні;

- незаконному вилученні об'єктів тваринного світу з природногосередовища;

- самовільному спеціальному використанні об'єктів тваринного світу;

- перевищенні лімітів і порушенні інших вимог використання об'єктів тваринного світу;

- невиконанні вимог державної екологічної експертизи;

- порушенні вимог щодо охорони середовища перебування, умов розмноження і шляхів міграції тварин, самовільному випалюванні сухої рослинності або її залишків;

- порушенні правил зберігання, транспортування, застосування засобів захисту рослин, стимуляторів їх росту, мінеральних добрив та інших речовин (препаратів);

- порушенні правил створення, поповнення, зберігання, використання та державного обліку зоологічних колекцій, торгівлі ними, а також встановленого порядку пересилання, ввезення в Україну і вивезення за її межі;

- самовільному або з порушенням встановленого порядку переселенні, акліматизації та схрещуванні тварин, а також виведенні і використанні генетично змінених організмів;

- жорстокому поводженні з тваринами;

- приховуванні та перекрученні інформації про стан і чисельність об'єктів тваринного світу та їх використання;

- невжитті заходів щодо запобігання загибелі тварин, погіршенню середовища їх перебування та ліквідації негативного впливу на тваринний світ;

- порушенні порядку придбання, реалізації, пересилання і вивезення за межі України, ввезення на її територію диких тварин та інших об'єктів тваринного

світу;

- невиконанні вимог щодо охорони видів тварин, занесених до Червоної книги України або до переліків видів тварин, що підлягають особливій охороні;

- виготовленні, зберіганні, реалізації та застосуванні заборонених знарядь добування тварин;

- невиконанні розпоряджень органів, що здійснюють охорону і державний контроль у галузі охорони, використання і відтворення тваринного світу.

Практична робота № 19

Тема: Закон України «Про карантин рослин»

Мета: Ознайомити студентів з основними вимогами закону «Про карантин рослин»

Теоретичні відомості

Цей Закон визначає правові, організаційні та фінансово-економічні основи карантину рослин, повноваження органів державної влади, їх посадових осіб, права і обов'язки юридичних та фізичних осіб, спрямовані на запобігання занесенню та поширенню відсутніх на території України регульованих шкідливих організмів, і становить частину законодавства України щодо захисту життя та здоров'я рослин.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Стаття 1. Визначення термінів

- *аналіз ризиків* – процес оцінки біологічних, екологічних та економічних даних з метою визначення необхідності здійснення контролю за регульованими шкідливими організмами та необхідних фітосанітарних заходів;

- *антагоніст* – організм (звичайно патоген), який не завдає значної шкоди рослині і може використовуватися для здійснення біологічного контролю;

- *біологічний контроль* – це спосіб контролю за регульованими шкідливими організмами з використанням біологічних контрольних організмів чи їх природних ворогів, антагоністів, конкурентів, що самовідтворюються;

- *біологічний контрольний організм* – природний ворог, антагоніст, конкурент або інша мікроскопічна біотична одиниця, що відтворюється сама та використовується для боротьби із регульованими

шкідливими організмами;

- *вантаж* – певна кількість об'єктів регулювання, які транспортуються з однієї країни до іншої або в межах України і на які поширюється єдиний міжнародний фітосанітарний або карантинний сертифікат (вантаж може складатися з однієї або більше партій);

- *визначення фітосанітарної небезпеки* – процес визначення кількості регульованих шкідливих організмів, які можуть бути потенційно занесені на територію України шляхом ввезення об'єктів регулювання;

- *державний нагляд* – діяльність державних органів у сфері карантину рослин, що здійснюється періодично, з метою забезпечення дотримання особами фітосанітарних заходів у процесі виробництва, зберігання, транспортування, реалізації, в тому числі експорту, імпорту об'єктів регулювання, встановлених законодавством;

- *додаткова декларація* – заява, що супроводжує міжнародний фітосанітарний сертифікат на вимогу країни-імпортера, в якій зазначається додаткова інформація щодо фітосанітарного стану об'єктів регулювання;

- *економічний поріг шкодочинності* – рівень витрат на здійснення фітосанітарних заходів;

- *заінтересовані партнери* – члени міжнародних організацій, суб'єкти договорів, стороною яких є Україна, що регулюють здійснення фітосанітарних заходів;

- *занесення* – проникнення регульованого шкідливого організму, яке призводить до його укорінення;

- *зараження* – присутність в об'єкті регулювання живого регульованого шкідливого організму, який становить загрозу для рослин;

- *зона* – офіційно визначена країна, територія країни або територія декількох країн;

- *зона, вільна від регульованого шкідливого*

організму – зона, в якій науково підтверджена відсутність регульованого шкідливого організму і ця умова офіційно підтримується протягом визначеного періоду;

- *зона з незначною кількістю регульованих шкідливих організмів* – зона, яка визначена Державною службою з карантину рослин України, у якій регульований шкідливий організм наявний у кількості, що перевищує економічний поріг шкодочинності, і підлягає нагляду, контролю або знищенню;

- *інспектування* – візуальна перевірка об'єктів регулювання для визначення наявності регульованих шкідливих організмів або відповідності фітосанітарним правилам;

- *карантин* – утримання об'єктів регулювання у визначених місцях для проведення їх моніторингу або подальшого інспектування, фітосанітарної експертизи або обробки;

- *карантинний дозвіл (на імпорт або транзит)* – офіційний документ, що дозволяє імпорт або транзит об'єктів регулювання відповідно до визначених фітосанітарних заходів;

- *карантинна зона* – територія, на якій запроваджено карантинний режим у зв'язку з виявленням карантинного організму;

- *карантинний нагляд* – нагляд за імпортованим вантажем після завершення митного оформлення або вивезеним з карантинної зони до місця призначення;

- *карантинний організм* – вид шкідливого організму, який у разі занесення або обмеженого поширення на території України може завдати значної шкоди рослинам і рослинним продуктам;

- *карантин рослин* – система заходів, спрямованих на запобігання занесенню або поширенню регульованих шкідливих організмів або забезпечення контролю за ними

(локалізації);

- *карантинний режим* – особливий правовий режим, що передбачає систему фітосанітарних заходів, які здійснюються у карантинній зоні з метою локалізації та ліквідації карантинних організмів;

- *карантинний сертифікат* – документ, який видається органами Державної служби з карантину рослин України та засвідчує фітосанітарний стан об'єктів регулювання, що вивозяться або ввозяться у карантинну зону, транспортуються територією України;

- *ліквідація* – знищення регульованих шкідливих організмів відповідно до вимог фітосанітарних заходів;

- *локалізація* – здійснення фітосанітарних заходів з метою запобігання поширенню регульованого шкідливого організму;

- *моніторинг* – офіційний триваючий процес для перевірки фітосанітарного стану або статусу шкідливих організмів;

- *нагляд* – процес збору та реєстрації державними органами у сфері карантину рослин даних про наявність або відсутність регульованого шкідливого організму у визначеній зоні за допомогою спостереження, моніторингу та інших процедур;

- *надзвичайні обставини* – обставини, за яких підтверджена або підозрюється присутність карантинного організму в країні походження або транзиту, що може спричинити невивправну шкоду здоров'ю чутливих до цього організму рослин по всій території України чи в частині України у разі імпорту чутливих до цього організму об'єктів регулювання, які можуть переносити карантинний організм;

- *належний рівень фітосанітарного захисту* – рівень захисту, визначений для здійснення фітосанітарних заходів;

- *насіння* – насіннєвий матеріал, не призначений для споживання та переробки;

- *об'єкт* – місце вирощування, виробництва, зберігання та переробки рослин та рослинних продуктів;

- *об'єкти регулювання* – будь-яка рослина, продукт рослинного походження, місце зберігання, упаковка, засоби перевезення, контейнери, ґрунт та будь-які інші організми, об'єкти або матеріали, здатні переносити чи поширювати регульовані шкідливі організми;

- *особа* - юридична або фізична особа;

- *обробка* – офіційно затверджена процедура, спрямована на знищення, позбавлення здатності до росту, розвитку чи майбутньому розмноженню регульованих шкідливих організмів;

- *обстеження* – збір та реєстрація даних огляду, моніторингу та інших процедур, пов'язаних з визначенням наявності або відсутності регульованого шкідливого організму в даній зоні (ареалі);

- *оцінка фітосанітарних ризиків* – оцінка вірогідності, біологічних, екологічних або економічних наслідків занесення чи поширення регульованих шкідливих організмів;

- *повідомлення про ризик* – обмін інформацією про ризик появи, поширення регульованого шкідливого організму;

- *повторна фітосанітарна (арбітражна) експертиза* – фітосанітарна експертиза, яка проводиться на вимогу особи, що оскаржує результати попередньої фітосанітарної експертизи;

- *процедура перевірки* – будь-які дії з визначення фітосанітарного стану об'єктів регулювання;

- *пункт карантину рослин* – спеціально облаштоване місце, в якому визначається фітосанітарний стан об'єкта регулювання;

- *регульована зона* – зона, де здійснюються фітосанітарні заходи з метою запобігання занесенню або поширенню карантинних організмів під час ввезення або вивезення об'єкта регулювання;

- *регульований некарантинний шкідливий організм* – некарантинний шкідливий організм, наявність якого в насіннєвому та садивному матеріалі справляє економічно неприйнятний вплив на очікуване використання цих рослин і внаслідок чого підлягає регулюванню;

- *регульований шкідливий організм* – карантинний організм або регульований некарантинний шкідливий організм;

- *ризик* – можливість наявності та вірогідний масштаб наслідків несприятливої події протягом визначеного періоду;

- *рослини* – рослини та їх частини, у тому числі насіння частини живих рослин, фрукти, овочі, бульби, бульбоцибулини, цибулини, кореневища, зрізані квіти, гілля з пагонами і листям, зрізані дерева, культури рослинних тканин, крім тих, до яких застосовується метод заморожування або термообробки;

- *список А1* – перелік карантинних організмів, відсутніх у державах - членах Європейської та Середземноморської організації захисту рослин (ЄОЗР);

- *список А2* – перелік карантинних організмів, наявних що найменше в одній державі - члені ЄОЗР, але не поширених, що офіційно контролюється (локалізується);

- *спостереження* – процес збирання та обробки даних щодо наявності або відсутності регульованого шкідливого організму;

- *статус шкідливого організму (в зоні)* – визнання державними органами у сфері карантину рослин присутності або відсутності на даний час шкідливого організму в зоні, включаючи за необхідності дані про його

географічне поширення, на підставі експертної думки, що базується на поточних та минулих повідомленнях про шкідливий організм та іншій інформації;

- *управління ризиками* – процес визначення заходів, які здійснюються з метою зменшення рівня ризику;

- *фітосанітарна експертиза* – перевірка та аналіз об'єктів регулювання в лабораторних умовах на предмет наявності або відсутності регульованих шкідливих організмів;

- *фітосанітарний сертифікат* – сертифікат, що засвідчує фітосанітарний стан об'єктів регулювання;

- *фітосанітарний стан* – наявність або відсутність регульованих шкідливих організмів в об'єктах регулювання;

- *фітосанітарні заходи* – будь-які заходи, включаючи усі відповідні закони, нормативно-правові акти, фітосанітарні правила, вимоги та процедури, що є обов'язковими для виконання органами державної влади та особами;

- *фітосанітарні правила* – встановлені нормативно-правовими актами правила із запобігання занесенню або поширенню карантинних організмів та обмеження економічного впливу регульованих некарантинних шкідливих організмів, включаючи процедури фітосанітарної сертифікації;

- *фітосанітарна процедура* – порядок, встановлений центральним органом виконавчої влади з питань аграрної політики у сфері карантину рослин, та спосіб застосування фітосанітарних правил, включаючи проведення огляду, обстеження, аналізу, інспектування та здійснення контролю за знезараженням об'єктів регулювання;

- *фумігація (знезараження)* – обробка хімічною речовиною в газоподібному стані, що повністю або

головним чином охоплює товар;

- *шкідливий організм* – будь-який вид, штам або біотип рослин, тварин, патогенний агент, шкідливий для рослин чи продуктів рослинного походження, у тому числі комахи, кліщі, грибки, бактерії, віруси, нематоди та бур'яни.

Стаття 6. Завдання та система Державної служби з карантину рослин України

Завданнями Державної служби з карантину рослин України є:

- охорона території України від занесення регульованих шкідливих організмів;

- виявлення, локалізація і ліквідація регульованих шкідливих організмів;

- запобігання проникненню регульованих шкідливих організмів у зони, вільні від таких регульованих шкідливих організмів на території України;

- здійснення державного контролю за дотриманням карантинного режиму і проведенням заходів з карантину рослин при вирощуванні, заготівлі, вивезенні, ввезенні, транспортуванні, зберіганні, переробці, реалізації та використанні об'єктів регулювання;

- реєстрація осіб, які здійснюють господарську діяльність, пов'язану з виробництвом та обігом об'єктів регулювання.

Стаття 10. Права та обов'язки посадових осіб, які здійснюють державний контроль та нагляд.

Державні інспектори з карантину рослин у межах своїх повноважень мають право:

- проводити фітосанітарні процедури до об'єктів регулювання; затримувати об'єкти регулювання для інспектування та фітосанітарної експертизи, якщо вони переміщуються без відповідних фітосанітарних документів або не відповідають фітосанітарним вимогам;

- здійснювати державний контроль та нагляд, інспектування та моніторинг відповідної території, об'єктів регулювання; отримувати інформацію, необхідну для здійснення повноважень відповідно до закону;

- проводити відбір зразків з партії рослин і рослинних продуктів для проведення фітосанітарної експертизи відповідно до закону;

- видавати в межах своїх повноважень розпорядження, що підлягають обов'язковому виконанню, на здійснення фітосанітарних заходів;

- надавати висновки органам страхування щодо завданих збитків внаслідок ліквідації карантинних організмів;

- накладати у порядку, встановленому законом, адміністративні стягнення на осіб, винних у порушенні законодавства про карантин рослин;

Стаття 12. Права та обов'язки осіб щодо карантину рослин.

Особи, які здійснюють господарську діяльність, пов'язану з виробництвом, переробкою, зберіганням, транспортуванням і торгівлею рослинами та рослинними продуктами, мають право одержувати від органів Державної служби з карантину рослин України інформацію про фітосанітарний стан на відповідній території.

Особам, яким завдано шкоду внаслідок запровадження карантинного режиму або у зв'язку з проведенням робіт щодо ліквідації карантинних організмів, збитки відшкодовуються відповідно до закону.

Особи, майно яких використовувалося з метою запобігання поширенню і ліквідації карантинних організмів, мають право на відшкодування завданих їм збитків відповідно до закону та у порядку і розмірах, встановлених Кабінетом Міністрів України.

Особи, які здійснюють господарську діяльність, пов'язану з виробництвом, переробкою, зберіганням, транспортуванням, торгівлею рослинами і рослинними продуктами, зобов'язані:

- виконувати фітосанітарні правила та здійснювати фітосанітарні заходи;

- виконувати розпорядження органів Державної служби з карантину рослин України щодо проведення відповідних карантинних заходів;

- зареєструватися у відповідній інспекції з карантину рослин, якщо це вимагається згідно із статтею 27 цього Закону;

- подавати на вимогу спеціалістів Державної служби з карантину рослин України відомості про об'єкти регулювання;

- здійснювати систематичний моніторинг земельних угідь, які належать їм на правах власності або користування, а також потужностей (об'єктів), на яких здійснюється виробництво або обіг рослин, продуктів рослинного походження з метою виявлення регульованих шкідливих організмів;

- надавати інспекторам з карантину рослин безперешкодно доступ до об'єктів регулювання на будь-якій стадії виробництва, переробки чи обігу для проведення інспектування, перевірки документації та відбору зразків від об'єктів регулювання для визнання їх фітосанітарного стану в порядку, передбаченому цим Законом;

- сприяти проведенню карантинних заходів у карантинних та прилеглих до них зонах у разі виявлення карантинних організмів; зберігати усі фітосанітарні сертифікати, карантинні сертифікати та карантинні дозволи протягом одного року починаючи з дати видачі.

Правила фітосанітарного контролю є обов'язковими

для виконання органами державної влади та особами.

Особи та органи державної влади зобов'язані сприяти державним інспекторам з карантину рослин у виконанні ними своїх повноважень.

Розділ VI. ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ ЗА ПОРУШЕННЯ ЗАКОНОДАВСТВА ПРО КАРАНТИН РОСЛИН

Стаття 47. Відповідальність за порушення законодавства про карантин рослин.

Особи, винні в порушенні законодавства про карантин рослин, несуть відповідальність згідно із законом.

Відповідальність за порушення законодавства у сфері карантину рослин несуть особи, винні у:

- поширенні карантинних організмів;
- порушенні вимог фітосанітарних заходів;
- невиконанні розпорядження державного інспектора з карантину рослин щодо проведення відповідних карантинних заходів;
- непроведенні реєстрації відповідно до статті 27 цього Закону;
- неповідомленні державного інспектора з карантину рослин про виявлення регульованих шкідливих організмів;
- завезенні на територію України, вивезенні з карантинних зон об'єктів регулювання, які не пройшли фітосанітарного контролю, та їх реалізації;
- невиконанні законних вимог посадових осіб, які здійснюють державний контроль за дотриманням законодавства про карантин рослин.

Законами України може бути встановлено відповідальність і за інші правопорушення у сфері карантину рослин.

Практична робота № 20

Тема: Місцеві екологічні плани дій

Мета: ознайомити студентів з програмою місцевих екологічних дій, місцевим екологічним планом, впровадження екологічних заходів.

Теоретичні відомості

Програми місцевих екологічних дій - це програми, які відкривають широкі можливості для вирішення екологічних проблем силами громади, спираючись на безпосередню участь громадськості у прийнятті рішень місцевими органами влади. Вперше програми МЕРП були впроваджені у Болгарії та Угорщині на початку 90х років ХХ століття,

Сприяння реалізації місцевих екологічних планів дій здійснюється також в координації з програмами технічної допомоги в Україні, Центральній і Східній Європі, включаючи Програму ООН з розвитку (ПТООН), Організацію з економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), Регіональні екологічні центри (РЕЦ) тощо.

Завдання:

- покращити стан довкілля громади шляхом упровадження низьковитратних заходів;
- підвищити інформованість громадськості з питань довкілля та необхідності участі громадськості у процесах опанування і впровадження природоохоронних заходів;
- зміцнити потенціал неурядових громадських організацій (НГО) України та інших організацій з метою сприяння органам місцевого самоврядування і влади у їхній діяльності з поліпшення стану довкілля в громадах;
- підвищити спроможність органів влади та НГО на місцях разом розробляти та впроваджувати екологічні

програми, залучати фінансову допомогу державних і міжнародних організацій;

- створити мережу громад, організацій та експертів для надання постійної інформаційної та методологічної підтримки іншим громадам у впровадженні МЕП;

- спільними зусиллями українських громад сприяти вдосконаленню політики держави з питань охорони довкілля, соціального й економічного розвитку громад.

МЕП розробляються на таких принципах:

- широка громадська участь забезпечує врахування громадської думки під час прийняття рішень, просвіту та виховання громадськості, передбачає активне залучення громадян до місцевих екологічних дій;

- залучення зацікавлених сторін, тобто представників різних установ і прошарків населення (наприклад, місцевої влади, неурядових громадських організацій, промислових підприємств, бізнесового сектору, наукових установ тощо) та окремих мешканців, котрі або безпосередньо проводять певну діяльність у рамках МЕП, або сприяють місцевій владі у розробці та впровадженні МЕП;

- оцінка екологічних проблем або ситуації передбачає визначення та характеристики екологічних проблем, а також пояснення того, чому саме ці проблеми викликають занепокоєння. Оцінка спирається на недоступну інформацію та раціональне використання наявних ресурсів;

- визначення екологічних пріоритетів, тобто проблем довкілля, пріоритетних для вирішення, базується на прозорих і взаємопогоджених критеріях із врахуванням точки зору широких кіл громадськості;

- розробка екологічного плану дій (ЕПД) передбачає визначення мети, завдань та індикаторів; розробку, аналіз і вибір альтернативних заходів, які проводяться за

конкретними критеріями (наприклад, технічна спроможність, раціональність, витрат стосовно очікуваних результатів тощо); календарний план із вказаними необхідними ресурсами. План дій готується за участю членів громади та представників тих установ, які відповідальні за його здійснення. План дій приймається місцевою радою і періодично вдосконалюється;

- впровадження дій (заходів) передбачає створення наглядової структури (ради) з певними повноваженнями від місцевої ради та з відповідним фінансуванням за рахунок як нинішніх, так і зовнішніх джерел. Створеній раді переконливо рекомендується підготувати та підписати з установами угоди стосовно впровадження ними намічених планом заходів, з визначенням відповідальності та зобов'язань. Цей момент є істотним для здійснення як короткострокових акцій, так і довготермінових заходів;

- контроль (моніторинг) і оцінка включає постійний процес контролю та оцінки стану довкілля: і впроваджених дій. При цьому результати оцінки надаються особам і організаціям, відповідальним за прийняття рішень, та усій громаді й використовуються для вдосконалення подальших заходів.

Основні етапи впровадження МЕП у громадах.

1. ПОЧАТОК реалізації програми у кожній територіальній громаді може позначитись проведенням офіційної презентації. На цьому етапі відбувається формування групи зацікавлених осіб, які робитимуть перші кроки в напрямку-формування громади як активної спільноти.

2. ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ. Силами груп зацікавлених сторін проводиться збір та аналіз даних з метою оптимізації цього процесу можна створити робочі групи. У процесі оцінки стану довкілля можуть суттєво допомогти геоінформаційні системи, які забезпечують

автоматизоване накопичення, збереження, обробку та відображення просторово-координованих даних. Далі можна виготовити систематизований опис довкілля, провести соціологічне опитування населення, що дозволить визначити рівень розуміння громадянами екологічних проблем, з'ясувати рівень громадської активності, окреслити ціннісні орієнтири.

Місцевий екологічний план повинен містити таку інформацію про стан довкілля:

1. *Геофізичні та деякі інші характеристики території.*

2. *Фактори антропогенного впливу* на компоненти природного середовища, їх характеристика, спрямованість та об'єми впливу.

3. *Сільськогосподарське виробництво.* Збирається і аналізується наявна інформація:

- *щодо структури сільгоспвиробництва, рослинництва, тваринництва, птахівництва, звірівництва і т.п.;*

- *про рівень освоєності ґрунтів*, включаючи структуру рослинництва (зернові, технічні культури, садівництво, городництво та ін.);

- *про рівень розвитку сільгоспвиробництва* (урожайність зернових і технічних культур, продуктивність тваринництва, загальна чисельність поголів'я великої рогатої худоби, свиней);

- *щодо масштабів впливу на компоненти природного середовища:*

> *на атмосферу* – викиди в атмосферу від сільськогосподарських об'єктів (комплексів, ферм і т.п.);

> *на гідросферу* – скид всіх видів стічних вод і відходів тваринницьких комплексів: ферм в поверхневі водостоки і водойми (що саме скидається, скільки і чому не очищується), можливий змив неорганічних добрив та

засобів захисту рослин, що використовуються в рослинництві, наслідки забруднення нами водних об'єктів. Наявність зрошувальних меліоративних систем, вплив дренажно-скидних вод на стан водостоків і водойм;

> *на земельні ресурси* – забруднення земель стічними водами і відходами тваринництва, надмірними дозами мінеральних і органічних добрив, засобами захисту рослин та ін., наявність проявів активізації ерозійних і деградаційних процесів ґрунтів під впливом господарської діяльності

4. *Комунальне господарство.*

5. *Транспорт* (всі види, включаючи трубопровідний): Збирається і вивчається інформація щодо масштабів впливу транспорту на компоненти природного середовища.

6. *Рекреація.* Визначається наявність на території зон організованої та неорганізованої рекреації. Орієнтовно визначаються напрямки, форми і конкретні прояви впливу зон рекреації на стан водного басейну, земельних ресурсів, лісового фонду, тваринного та рослинного світу. Виявляється наявність і загальний стан заповідних об'єктів, історичних та культурних пам'яток, пам'яток природи.

7. *Туризм.* Визначається ступінь цінності території для туристичного освоєння, наявність турбаз і освоєних туристичних маршрутів, загальний вплив туризму на стан території.

Оцінки факторів антропогенного впливу на компоненти природного середовища

Практично всі форми господарської діяльності (промисловість, сільгоспвиробництво, та ін) інтенсивно впливають на компоненти природного середовища безпосередньо або опосередковано, частіше має місце і те, і друге.

Виділяються об'єкти (галузі) господарської

діяльності, які мають вирішальний вплив на той чи інший компонент природного середовища і екологічну ситуацію на території в цілому.

Аналізується і оцінюється ступінь раціональності господарської діяльності усіх об'єктів (галузей) відносно тих чи інших компонентів природного середовища з відзначенням тих об'єктів (галузей), вплив яких є визначальним (раціональне використання території, земельних і водних ресурсів, транспорту, зв'язку, рекреаційного потенціалу, глибина переробки сировини, рівень використання відходів виробництва).

Виявлення та формування екологічних проблем на території.

На підставі оцінок існуючого стану компонентів природного середовища (по компонентні оцінки) і факторів антропогенного впливу на них (по факторні оцінки), також аналізу вірогідних (прогнозних) ситуацій, що можуть скластися на території перспективі, виявляються реальні екологічні проблеми різного масштабу, вирішення яких дозволяє довести якість компонентів природного середовища до оптимального стану.

Проблеми можуть відрізнятися своєю різноманітністю і масштабами, віддзеркалювати санітарно-екологічні, соціально-економічні, урбаністичні, технологічні, аграрні та інші реалії, що склалися на території, але є одна, поєднуюча їх особливість: це – їх *екологічна спрямованість*.

Здійснюється на основі опису стану довкілля та влаштування публічних обговорень з громадою. Цьому може передувати визначення критеріїв ранжування, які згідно з методологією Програми МЕРП, мають бути прозорими, взаємо погодженими та повинні враховувати думку мешканців громади. *Дуже важливо на цьому етапі*

класифікувати всі проблеми на:

1. Проблеми, які можна вирішити за кошти місцевого бюджету силами місцевої громади;

2. Проблеми, які мають регіональне значення і потребують підтримки з обласного бюджету, різноманітних державних і недержавних фондів;

3. Проблеми, які можна вирішити лише за умови підтримки з державного бюджету та міжнародних фінансових інституцій.

Підготовка екологічного плану дій (ЕПД) стане наступним етапом реалізації Вашої програми. План дій готується групою зацікавлених сторін громади за допомогою експертів програми, представників установ і організацій, відповідальних за його впровадження. У документі фіксуються мета діяльності, завдання, індикатори ефективності реалізації, перелік заходів, спрямованих на вирішення пріоритетних проблем довкілля, визначених на попередньому етапі; календарний план виконання намічених заходів із перерахованими ресурсами та виконавцями. ЕПД має бути затверджений рішенням селищної, міської чи районної ради. Як різновид МЕР може бути створений Місцевий план розвитку природи. Він спрямований на збереження і розвиток біологічного та ландшафтного різноманіття територій і може розроблятися як окремо, так і у вигляді одного з розділів МЕР.

Перелік заходів, які може включати місцевий екологічний план. Повітряний басейн:

- *технологічні* (впровадження нових технологій, безвідходних або маловідходних виробництв);

- *санітарно-гігієнічні* (впровадження ефективних методів очистки газів фізичних і фізико-хімічних);

Водний басейн:

Основними заходами щодо охорони поверхневих вод

від забруднення є:

- впровадження замкнених водозворотних систем в промислових вузлах та на окремих підприємствах;
- механічна очистка стічних вод;
- фізико-хімічна очистка стічних вод;
- біологічна очистка стічних вод;
- запровадження, де це можливо, мало- і безвідходних технологій.

Основними заходами щодо охорони підземних вод є:

- профілактичні (контроль за якістю підземних вод, надійний в санітарному відношенні устрій водозаборів і т. ін.);
- локальні (обмеження щодо просування забруднень по (водоносному горизонту від місць забруднень);
- відновлювальні (ліквідація забруднення водоносного горизонту)

Земельні ресурси:

У цьому напрямку головними є такі заходи:

- боротьба з ерозією ґрунтів;
- забезпечення чистоти рослинно-ґрунтового покриву (захист від механічного, хімічного, бактеріального та радіаційного забруднення), організація утилізації промислових і побутових відходів;
- відновлення порушених територій.

Лісові ресурси:

Основними заходами щодо покращання умов експлуатації лісів в системі зелених насаджень є:

- впровадження лісокультурних заходів, заборона суцільних порубок, комплексне використання деревини, використання біологічних методів боротьби з шкідниками лісів, профілактика лісових пожеж тощо);
- підвищення біологічної продуктивності лісів, покращання їх породного і видового стану, підвищення їх водорегулюючих і кліматоутворюючих функцій і т.п.

Охорона пам'яток історії і культури:

Охорона пам'яток історії та культури здійснюється в напрямку їх обліку, в належному фізичному стані та використанні в інтересах виховання у наступних покоління національної і громадської свідомості.

Заповідні території і рекреація:

В зазначеному напрямку експертні дії виконуються в таких обсягах:

- визначається категорія заповідної зони (зон) в системі природних територій, що охороняються;
- розробляються пропозиції з формування в межах заповідної території ділянок різного функціонального призначення (якщо таке доцільно і допустиме);
- розробляються рекомендації з використання різних категорій заповідних територій, що охороняються, в інтересах людини;

Впровадження заходів, визначених МЕП.

Органи влади, самоврядування або інші організації беруть на себе відповідальність за реалізацію рекомендацій, визначених у плані, а також залучають до співпраці ключові інституції, що зробить впровадження плану ефективнішим. Група зацікавлених сторін має створити наглядову раду, яка контролюватиме хід і ефективність реалізації плану.

Контроль ефективності впровадження заходів ЕПД стане підсумковим етапом реалізації програми у демонстраційних громадах. Наглядова рада має оцінити співвідношення витрат і результату діяльності. Висновки ради мають бути доведеними до відома осіб і організацій, відповідальних за прийняття рішень, мешканців громади. Це дозволить вдосконалити власний досвід.

Література

1. Смаглій О.Ф., Кардашов А.Т. та ін. Агроєкологія.

- К.: Вища освіта, 2006. - С. 625 - 650.

2. Патика В.П., Тараріко О.Г. Агроекологічний моніторинг і паспортизація земель. - К.: Фітосоціо-центр, 2002. - 296 с.

Запитання для самоперевірки

1. Назвати основні завдання програми місцевих екологічних дій.

2. Основні етапи впровадження МЕР у громадах.

3. Яку інформацію про стан довкілля повинен містити місцевий екологічний план.

ПІСЛЯМОВА

Отже, сільськогосподарська екологія є основою сільськогосподарського виробництва. Вона охоплює як рослинницю, так і тваринницю підгалузі та є складовою великого блоку екології – техноекології.

В сучасних умовах господарювання сільськогосподарська екологія є основою економічної діяльності на принципах якої базується виробництво. Фахівець аграрної сфери повинен застосовувати знання сільськогосподарської екології в першу чергу, а вже потім свої фахові знання з рослинництва чи тваринництва.

У навчальному посібнику розкриті екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва, що зумовлені нераціональним господарюванням. Дано характеристику натиповішим забруднювачам довкілля, що застосовуються у сільському господарстві. Визначено шляхи оптимізації ведення сільськогосподарської діяльності на екологічних, збалансованих та раціональних засадах.

У рукописі приведено інформацію щодо завдань та підрозділів сільськогосподарської екології, зроблено акцент на поняттях «агросфера» та «агроекосистема». Широко представлені дані щодо екологічного стану ґрунтів та факторів, що на них впливають, подано детальну характеристику сільськогосподарських токсикантів, зроблено акцент на екологічних принципах ведення рослинництва і тваринництва. Приведена інформація щодо меліорації і рекультивації ґрунтів. Значна частина посібника присвячена питанню агроекологічного моніторингу.

Окремим блоком посібника є курс практичних робіт з сільськогосподарської екології, де зазначено мету заняття, приведені теоретичні відомості, визначені

практичні завдання та питання для самоконтролю.

Посібник має 150 питань тестового контролю, список скорочень, список використаної літератури та іменний показчик.

Розрахований для студентів екологічних та аграрних спеціальностей вищих навчальних закладів, а також агрономів, зооінженерів, керівників сільсько-господарських підприємств, фермерів та широкого загалу читачів.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Частина біосфери, яку становлять культурні рослини, свійські тварини і ґрунт, оброблений під вирощування с.-г., культур наз.:

1. агроценоз
2. агросфера
3. агрокультура
4. агрофон

2. Поступове погіршення властивостей ґрунту, зумовлене зміною умов ґрунтоутворення внаслідок впливу природних чинників або господарської діяльності людини, що супроводжується зменшенням вмісту гумусу, руйнуванням структури ґрунту та зниженням його родючості наз.:

1. дефляція
2. деградація
3. ерозія
4. залуження

3. Хімічні засоби боротьби з бур'янами та іншою небажаною трав'янистою рослинністю в посівах і насадженнях культурних рослин - це:

1. акарициди
2. інсектициди
3. фунгіциди
4. гербіциди

4. Агротехнічні та інші прогресивні методи ведення сільського господарства, що з'являються в практиці землеробства забезпечують зростання продуктивності земель - це закон:

1. зростаючої родючості
2. мінімуму
3. спадної віддачі

4. спадної родючості

5. Єдиний природний комплекс утворений сукупністю організмів, які мешкають разом, та умовами їх існування - це:

1. біоценоз
2. агроландшафт
3. екосистема
4. фітоценоз

6. На скільки груп в сільськогосподарській практиці за едифікаторним ефектом поділяють культури?

1. на 5
2. на 2
3. на 3
4. на 4

7. За А.І.Мальцевим, у агрофітоценозах виділяють такі надземні яруси:

1. культурний, верхній, нижній, середній
2. верхній, середній, нижній
3. верхній, нижній, культурний
4. середній, культурний, нижній

8. Ступінь кислотності у сильно кислих ґрунтів дорівнює:

1. $pH < 4,0$
2. $pH 4,1 - 4,5$
3. $pH 4,6 - 5,0$
4. $pH 5,1 - 5,5$

9. Ступінь кислотності у середньокислих ґрунтах дорівнює:

1. $pH < 4,0$
2. $pH 4,1 - 4,5$

3. рН 4,6 - 5,0
4. рН 5,1 - 5,5

10. Ступінь кислотності у слабокислих ґрунтів дорівнює:

1. рН<4,0
2. рН 4,1 - 4,5
3. рН 4,6 - 5,0
4. рН 5,1 - 5,5

11. Ґрунти, що мають високу концентрацію ґрунтового розчину підвищена кількість сульфатів, хлоридів, карбонатів наз.:

1. кислими
2. лужними
3. засоленими;
4. незасоленими

12. Ступінь кислотності у дуже кислих ґрунтів дорівнює:

1. рН<4,0
2. рН 4,1 - 4,5
3. рН 4,6 - 5,0
4. рН 5,1 - 5,5

13. Яким типам ґрунтів кисла реакція не притаманна?

1. торфовим болотам
2. сірим опідзоленим
3. чорноземам
4. підзолистим

14. Властивості ґрунту такі, як зв'язність, твердість, осідання, пластичність, липкість,набування відносять до:

1. фізичних
2. фізико-хімічних
3. фізико-механічних

4. водно-фізичних

15. Назвіть рослини, що відносяться до тіневитривалих:

1. більшість зернових і гречка
2. бобові трави, горох, цвітна капуста, петрушка
3. соняшник, кукурудза, цукрові буряки, рис
4. бавовник, соя, томати, огірки, баклажани, перець, кавун, гарбуз, диня

16. Виберіть з переліку рослини довгого дня:

1. просо, соя, рис, кукурудза, бавовник
2. пшениця, жито, ячмінь, картопля, редис, салат
3. гречка, бобові
4. огірки, баклажани, соняшник, томати

17. За стійкістю до приморозків сільськогосподарські культури поділяються на 5 груп. До найстійкіших відносять:

1. люпин, вика яра, соняшник, льон, коноплі, цукрові буряки, кормові буряки, морква, капуста, гірчиця біла, боби
2. редиска, соя
3. гречка, квасоля, рис, огірки, томати, кавуни, дині, гарбузи
4. пшениця, овес, озиме жито, конюшина, люцерна, озимий ріпак, горох

18. Рослини посушливих місцевостей, пристосовані до життя в умовах недостатнього водозабезпечення наз.:

1. ксерофіти
2. гігрофіти
3. гідрофіти

4. мезофіти

19. Які сільськогосподарські культури відносять до просапних?

1. яра пшениця, ярий ячмінь, овес
2. цукрові, кормові та столові буряки, кукурудза, картопля, соняшник, морква
3. горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин
4. льон, ріпак, коноплі, гірчиця, редька

20. Причини, що полягають у тому, що різні групи сільськогосподарських культур засвоюють з ґрунту елементи зольного й азотного живлення в різних пропорціях і кількостях наз.:

1. економічними
2. хімічними
3. фізичними
4. біологічними

21. Рослини, що живуть в умовах середнього рівня зволоження:

1. ксерофіти
2. гігрофіти
3. гідрофіти
4. мезофіти

22. Рослини, які ростуть у воді:

1. ксерофіти
2. гігрофіти
3. гідрофіти
4. мезофіти

23. Надземні рослини, які ростуть в умовах підвищеної вологості ґрунту та повітря на болотах, берегах річок чи озер:

1. ксерофіти
2. гігрофіти
3. гідрофіти
4. мезофіти

24. Багаторічні рослини з соковитими м'ясистими листками або стеблами, здатними нагромаджувати в них воду:

1. ксерофіти
2. сукуленти
3. гідрофіти
4. мезофіти

25. Які сільськогосподарські культури відносять до ярих зернових?

1. яра пшениця, ярий ячмінь, овес
2. цукрові, кормові та столові буряки, кукурудза, картопля, соняшник, морква
3. горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин
4. льон, ріпак, коноплі, гірчиця, редька

26. Які сільськогосподарські культури відносять до озимих зернових?

1. озиме жито, озима пшениця, озимий ячмінь
2. цукрові, кормові та столові буряки, кукурудза, картопля, соняшник, морква
3. горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин
4. льон, ріпак, коноплі, гірчиця, редька

27. Які сільськогосподарські культури відносять до зернобобових?

1. озиме жито, озима пшениця, озимий ячмінь
2. цукрові, кормові та столові буряки, кукурудза, картопля, соняшник, морква
3. горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин
4. льон, ріпак, коноплі, гірчиця, редька

28. Які сільськогосподарські культури відносять до технічних?

1. озиме жито, озима пшениця, озимий ячмінь
2. цукрові, кормові та столові буряки, кукурудза, картопля, соняшник, морква
3. горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин
4. льон, ріпак, коноплі, гірчиця, редька

29. Які сільськогосподарські культури відносять до багаторічних бобових трав?

1. озиме жито, озима пшениця, озимий ячмінь
2. цукрові, кормові та столові буряки, кукурудза, картопля, соняшник, морква
3. горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин
4. конюшина, люцерна, буркун

30. Які сільськогосподарські культури відносять до багаторічних злакових трав?

1. озиме жито, озима пшениця, озимий ячмінь
2. тимофіївка лучна, грястиця збірна, костриця лучна, райграс
3. горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин

4. конюшина, люцерна, буркун

31. Які сільськогосподарські культури відносять до однорічних трав (сумішки) ?

1. вико-вівсяні, горохово-вівсяні
2. тимофіївка лучна, грястиця збірна, костриця лучна, райграс
3. горох, вика, квасоля, соя, кормові боби, люпин
4. конюшина, люцерна, буркун

32. Сукупність заходів, дій, процесів виробників аграрної продукції, спрямованих на поліпшення культури землеробства і підвищення його ефективності:

1. агроценоз
2. агросфера
3. агрокультура
4. агрофон

33. Стан ґрунту, що впливає на урожай с.-г. культур:

1. агроценоз
2. агросфера
3. агрокультура
4. агрофон

34. Біотичне угруповання, створене людиною з метою отримання с.-г. продукції і регулярно підтримуване нею, має незначну екологічну надійність, але високу врожайність певних видів, сортів рослин:

1. агроценоз
2. агросфера
3. агрокультура
4. агрофон

35. Властивості ґрунту та рівень врожайності вирощуваних на ньому культур як сумарний показник родючості наз.:

1. буферністю
2. бонітетом
3. вапнуванням
4. вилуженням

36. Здатність ґрунту зберігати кислотність (реакцію) середовища практично сталою під дією кислот і лугів наз.:

1. буферністю
2. бонітетом
3. вапнуванням
4. вилуженням

37. Процес вимивання з верхніх шарів ґрунту в нижні шари або підґрунтя розчинних мін. сполук, що відбувається під впливом низхідного руху атмосферних опадів або ґрунтового розчину наз.:

1. буферністю
2. бонітетом
3. вапнуванням
4. вилуженням

38. Внесення вапнякових добрив у ґрунт з метою нейтралізації його надмірної кислотності, яка шкідлива для багатьох с.-г. культур наз.:

1. буферністю
2. бонітетом
3. вапнуванням
4. вилуженням

39. Агроекосистема (агробіоценоз) - це:

1. агрофітоценоз + зооценоз + ґрунт і кліматоп
2. агрофітоценоз + зооценоз + ґрунт

3. зооценоз + ґрунт і кліматоґ
4. агрофітоценоз+ ґрунт і кліматоґ

40. Виберіть характеристику, що притаманна екстенсивному типу агроекосистем:

1. продуктивність низька, адаптивність до умов висока, спеціалізація – рослинницька, тваринницька й комплексна
2. продуктивність їх висока, ступінь адаптивності низький, спеціалізація – рослинницька, тваринницька й комплексна
3. продуктивність досить висока, адаптивність теж висока, спеціалізація – рослинницька, тваринницька та комплексна
4. продуктивність дуже низька, адаптивність до умов дуже низька, спеціалізація - рослинницька, тваринницька й комплексна

41. Виберіть характеристику, що притаманна інтенсивному типу агроекосистем:

1. продуктивність низька, адаптивність до умов висока, спеціалізація – рослинницька, тваринницька й комплексна
2. продуктивність їх висока, ступінь адаптивності низький, спеціалізація – рослинницька, тваринницька й комплексна
3. продуктивність досить висока, адаптивність теж висока, спеціалізація – рослинницька, тваринницька та комплексна
4. продуктивність дуже низька, адаптивність до умов дуже низька, спеціалізація - рослинницька, тваринницька й комплексна

42. Виберіть характеристику, що притаманна адаптивному

типу агроекосистем:

1. продуктивність низька, адаптивність до умов висока, спеціалізація – рослинницька, тваринницька й комплексна
2. продуктивність їх висока, ступінь адаптивності низький, спеціалізація – рослинницька, тваринницька й комплексна
3. продуктивність досить висока, адаптивність теж висока, спеціалізація – рослинницька, тваринницька та комплексна
4. продуктивність дуже низька, адаптивність до умов дуже низька, спеціалізація - рослинницька, тваринницька й комплексна

43. Рослини суцільного посіву та рядкового весняного посіву, досить високорослі, зазвичай швидко ростуть після появи сходів:

1. сильноедифікаторні
2. середноедифікаторні
3. слабкоедифікаторні
4. слабоедифікаторні

44. Культури суцільного посіву, які формують густий травостій, високорослий або середньо рослий, зазвичай швидко розвивається після посіву:

1. сильноедифікаторні
2. середноедифікаторні
3. слабкоедифікаторні
4. слабоедифікаторні

45. Рослини рядкового посіву з широким або нешироким міжряддями, культури суцільного посіву, низькорослі, що повільно розвиваються після появи сходів:

1. сильноедифікаторні

2. середньоедифікаторні
3. слабкоедифікаторні
4. слабоедифікаторні

46. Який відсоток піску та глини в супіщаних ґрунтах:

1. 90/10
2. 90/20
3. 80/10
4. 80/20

47. Кислотність ґрунту зумовлена наявністю вільних іонів H^+ у ґрунтовому розчині та обмінних іонів:

1. H^+ і Al^{3+} у ГВК
2. H^+ і Al^{2+} у ГВК
3. H^- і Al^{3+} у ГВК
4. H^+ і Al^{3-} у ГВК

48. Ступінь кислотності у близькій до нейтральних ґрунтів дорівнює:

1. $pH < 4,0$
2. $pH 4,1 - 4,5$
3. $pH 4,6 - 5,0$
4. $pH 5,6 - 6,0$

49. Ступінь кислотності у нейтральних ґрунтів дорівнює:

1. $pH > 6$ (до 7)
2. $pH 4,1 - 4,5$
3. $pH 4,6 - 5,0$
4. $pH 5,1 - 5,5$

50. Ступінь кислотності у слаболужних ґрунтів дорівнює:

1. $pH > 6$ (до 7)
2. $pH 4,1 - 4,5$
3. $pH 7 - 8$
4. $pH 5,1 - 5,5$

51. Ступінь кислотності у лужних ґрунтів дорівнює:

1. $pH > 6$ (до 7)
2. pH 4,1 - 4,5
3. pH 7 - 8
4. pH 8 - 9

52. Ступінь кислотності у сильнолужних ґрунтів дорівнює:

1. $pH > 6$ (до 7)
2. pH 8 - 9
3. pH 7 - 8
4. pH 5,1 - 5,5

53. Властивості ґрунту, що визначаються його вбирною здатністю, реакцією ґрунтового розчину (кислотністю), буферністю відносять до:

1. фізичних
2. фізико-хімічних
3. фізико-механічних
4. водно-фізичних

54. Властивості ґрунту, до яких відносять щільність твердої фази, об'ємна маса ґрунту, пористість відносять до:

1. фізичних
2. фізико-хімічних
3. фізико-механічних
4. водно-фізичних

55. Властивості ґрунту, які відіграють основну роль у його водному режимі такі, як водопроникність, вологемність, капілярність і випаровувальна здатність відносять до:

1. фізичних
2. фізико-хімічних

3. фізико-механічних
4. водно-фізичних

56. Режими погоди, що визначаються сукупністю метеорологічних і гідрологічних умов (температура і вологість повітря, ґрунту, сонячна радіація, сніговий покрив, опади, вітер тощо), які мають істотний вплив на агроєкосистеми наз.:

1. агрокліматичними
2. кліматичними
3. метеорологічними
4. агрометеорологічними

57. Назвіть рослини, що відносяться до світлолюбних:

1. більшість зернових і гречка
2. бобові трави, горох, цвітна капуста, петрушка
3. соняшник, кукурудза, цукрові буряки, рис
4. бавовник, соя, томати, огірки, баклажани, перець, кавун, гарбуз, диня

58. Назвіть рослини, що відносяться до тіньових:

1. більшість зернових і гречка
2. бобові трави, горох, цвітна капуста, петрушка
3. соняшник, кукурудза, цукрові буряки, рис
4. бавовник, соя, томати, огірки, баклажани, перець, кавун, гарбуз, диня

59. Виберіть з переліку рослини короткого дня:

1. просо, соя, рис, кукурудза, бавовник, огірки, баклажани, соняшник, томати
2. пшениця, жито, ячмінь, картопля, редис, салат

3. гречка, бобові
4. пшениця, гречка, бобові, картопля

60. Виберіть з переліку рослини нейтральні до витривалості світлового дня:

1. просо, соя, рис, кукурудза, бавовник
2. пшениця, жито, ячмінь, картопля, редис, салат
3. гречка, бобові
4. огірки, баклажани, соняшник, томати

61. Назвіть культури С-3 помірного клімату:

1. пшениця, ячмінь, картопля, цукрові буряки, бобові
2. рис, соя, бавовник
3. кукурудза, просо, цукрова тростина
4. рис, соя, бавовник, кукурудза

62. Назвіть культури С-3 теплового клімату:

1. пшениця, ячмінь, картопля, цукрові буряки, бобові
2. рис, соя, бавовник
3. кукурудза, просо, цукрова тростина
4. рис, соя, бавовник, кукурудза

63. Назвіть культури С-4:

1. пшениця, ячмінь, картопля, цукрові буряки, бобові
2. рис, соя, бавовник
3. кукурудза, просо, цукрова тростина
4. рис, соя, бавовник, кукурудза

64. Показниками теплозабезпеченості дуже ранніх культур є сума ефективних температур:

1. вище 10 °С менша 1200 °С
2. 1200 - 1600 °С
3. 1600 - 2200 °С
4. 2200 - 2800 °С

65. Показниками теплозабезпеченості відносно ранніх культур є сума ефективних температур:

1. вище 10 °С менша 1200 °С
2. 1200 - 1600 °С
3. 1600 - 2200 °С
4. 2200 - 2800 °С

66. Показниками теплозабезпеченості середньоранніх культур є сума ефективних температур:

1. вище 10 °С менша 1200 °С
2. 1200 - 1600 °С
3. 1600 - 2200 °С
4. 2200 - 2800 °С

67. Показниками теплозабезпеченості дуже ранніх культур є сума ефективних температур:

1. вище 10 °С менша 1200 °С
2. 1200 - 1600 °С
3. 1600 - 2200 °С
4. 2200 - 2800 °С

68. Показниками теплозабезпеченості середньопізніх культур є сума ефективних температур:

1. 2800 - 3400 °С
2. 1200 - 1600 °С
3. 1600 - 2200 °С
4. 2200 - 2800 °С

69. Показниками теплозабезпеченості дуже пізніх культур

є сума ефективних температур:

1. 3400 - 4000 °C
2. 1200 - 1600 °C
3. 1600 - 2200 °C
4. 2200 - 2800 °C

70. Виберіть з переліку найстійкіші до приморозків культури:

1. люпин, вика яра, соняшник, льон, коноплі, цукрові буряки, кормові буряки, морква, капуста, гірчиця біла, боби
2. пшениця, овес, озиме жито, конюшина, люцерна, озимий ріпак, горох
3. редиска, соя
4. кукурудза, просо, картопля

71. Виберіть з переліку стійкі до приморозків культури:

1. люпин, вика яра, соняшник, льон, коноплі, цукрові буряки, кормові буряки, морква, капуста, гірчиця біла, боби
2. пшениця, овес, озиме жито, конюшина, люцерна, озимий ріпак, горох
3. редиска, соя
4. кукурудза, просо, картопля

72. Виберіть з переліку середньостійкі до приморозків культури:

1. люпин, вика яра, соняшник, льон, коноплі, цукрові буряки, кормові буряки, морква, капуста, гірчиця біла, боби
2. пшениця, овес, озиме жито, конюшина, люцерна, озимий ріпак, горох
3. редиска, соя
4. кукурудза, просо, картопля

73. Виберіть з переліку нестійкі до приморозків культури:

1. люпин, вика яра, соняшник, льон, коноплі, цукрові буряки, кормові буряки, морква, капуста, гірчиця біла, боби
2. пшениця, овес, озиме жито, конюшина, люцерна, озимий ріпак, горох
3. редиска, соя
4. гречка, квасоля, рис, огірки, томати, кавуни, дині, гарбузи

74. За господарським призначенням розрізняють такі типи сівозмін:

1. польові, кормові, спеціальні та протиерозійні
2. польові, кормові, спеціальні
3. кормові, протиерозійні та польові
4. протиерозійні, спеціальні та кормові

75. Виберіть з переліку малостійкі до приморозків культури:

1. люпин, вика яра, соняшник, льон, коноплі, цукрові буряки, кормові буряки, морква, капуста, гірчиця біла, боби
2. пшениця, овес, озиме жито, конюшина, люцерна, озимий ріпак, горох
3. редиска, соя
4. кукурудза, просо, картопля

76. Містять два або більше елементів живлення в одній молекулі хімічної солі, з якої складається добриво - це:

1. складні
2. складно-змішані
3. змішані
4. комплексно-змішані

77. Добрива містять два або більше елементів живлення в одній гранулі добрива:

1. складні
2. складно-змішані
3. змішані
4. комплексно-змішані

78. Механічна суміш простих добрив у певному співвідношенні - це:

1. складні
2. складно-змішані
3. змішані
4. комплексно-змішані

79. Добрива, які підкислюють ґрунтовий розчин внаслідок переважного використання рослинами їх поживних речовин у вигляді катіонів, наз.:

1. фізіологічно-кислими
2. кислими
3. фізіологічно-лужними
4. лужними

80. Добрива, які підлужують ґрунтовий розчин внаслідок використання з них поживної речовини у вигляді аніонів, наз.:

1. фізіологічно-кислими
2. кислими
3. фізіологічно-лужними
4. лужними

81. ЕМ - технології означають:

1. ефективні мікроби
2. ефектні мікроорганізми
3. ефективні мікроорганізми

4. ефектні мікроби

82. Основний препарат багатоцільового використання:

1. ЕМ-5
2. ЕМ-А
3. ЕМ бокаші
4. ЕМ порошок

83. Хімічні препарати для боротьби з паразитичними грибами - це:

1. акарициди
2. інсектициди
3. фунгіциди
4. гербіциди

84. Препарати для боротьби з гризунами наз.:

1. акарициди
2. інсектициди
3. зооциди
4. гербіциди

85. Речовини, що зумовлюють обпадання листя наз.:

1. дефоліанти
2. десиканти
3. ретарданти
4. синергісти

86. Речовини, що зумовлюють висихання рослин на корені:

1. дефоліанти
2. десиканти
3. ретарданти
4. синергісти

87. Речовини, що стримують ріст рослин і призводять до

вкорочення стебел і пагонів:

1. дефоліанти
2. десиканти
3. ретарданти
4. синергісти

88. Речовини, що посилюють дію пестицидів:

1. дефоліанти
2. десиканти
3. ретарданти
4. синергісти

89. Для швидкого розпізнавання пестицидів використовують сигнальні кольорові смуги, чорна для:

1. інсектициди,акарициди, нематоциди
2. фунгіциди
3. родентициди
4. гербіциди

90. Для швидкого розпізнавання пестицидів використовують сигнальні кольорові смуги, зелена для:

1. інсектициди,акарициди, нематоциди
2. фунгіциди
3. родентициди
4. гербіциди

91. Для швидкого розпізнавання пестицидів використовують сигнальні кольорові смуги, червона для:

1. інсектициди,акарициди, нематоциди
2. фунгіциди
3. родентициди
4. гербіциди

92. Для швидкого розпізнавання пестицидів

використовують сигнальні кольорові смуги, жовта для:

1. інсектициди,акарициди, нематоциди
2. фунгіциди
3. родентициди
4. гербіциди

93. Для швидкого розпізнавання пестицидів використовують сигнальні кольорові смуги, синя для:

1. інсектициди,акарициди, нематоциди
2. фунгіциди
3. протруйники
4. гербіциди

94. Для швидкого розпізнавання пестицидів використовують сигнальні кольорові смуги, біла для:

1. інсектициди,акарициди, нематоциди
2. фунгіциди
3. дефоліанти, десиканти
4. гербіциди

95. Найпоширеніший спосіб нанесення на поверхню, що обробляється пестицидом у вигляді розчинів, емульсій та суспензій - це:

1. обприскування
2. обпилювання
3. протруювання
4. фумігація

96. Спосіб, що полягає у безпосередньому нанесенні на поверхню рослин, комах дрібномелених пилоподібних препаратів за допомогою спеціальної наземної чи авіаційної апаратури наз.:

1. обприскування
2. обпилювання

3. протруювання
4. фумігація

97. Спосіб, що застосовують для знищення зовнішньої або внутрішньої інфекції збудників хвороб рослин, а також для захисту насіння та сходів від ґрунтових шкідників:

1. обприскування
2. обпилювання
3. протруювання
4. фумігація

98. Використання пестицидів, що виділяють отруйні гази й пару наз.:

1. обприскування
2. обпилювання
3. протруювання
4. фумігація

99. Залежно від величини летальної дози ЛД₅₀, пестициди поділяються на: ЛД₅₀ менше 50 мг/кг маси тварини - це:

1. сильнодіючі
2. високотоксичні
3. середньоотруйні
4. слабоотруйні

100. Залежно від величини летальної дози ЛД₅₀, пестициди поділяються на: ЛД₅₀ - 50 - 200 мг/кг - це:

1. сильнодіючі
2. високотоксичні
3. середньоотруйні
4. слабоотруйні

101. Залежно від величини летальної дози ЛД₅₀, пестициди поділяються на: ЛД₅₀ - 200 - 1000 мг/кг - це:

1. сильнодіючі
2. високотоксичні
3. середньоотруйні
4. слабоотруйні

102. Залежно від величини летальної дози ЛД₅₀, пестициди поділяються на: ЛД₅₀ - більше 1 г/кг - це:

1. сильнодіючі
2. високотоксичні
3. середньоотруйні
4. слабоотруйні

103. За величиною допустимої добової дози, виділяють чотири класи небезпечності, ступінь небезпечності : "небезпечні" відносять до:

1. I
2. II
3. III
4. IV

104. За величиною допустимої добової дози, виділяють чотири класи небезпечності, ступінь небезпечності : "дуже небезпечні" відносять до:

1. I
2. II
3. III
4. IV

105. За величиною допустимої добової дози, виділяють чотири класи небезпечності, ступінь небезпечності : "помірнонебезпечні" відносять до:

1. I
2. II
3. III

4. IV

106. За величиною допустимої добової дози, виділяють чотири класи небезпечності, ступінь небезпечності : "малонебезпечні" відносять до:

1. I
2. II
3. III
4. IV

107. Характеристика дуже стійких пестицидів, в яких період розпаду на нетоксичні компоненти дорівнює:

1. більше 2 років
2. 0,5-1 рік
3. 1-6 місяців
4. 1 місяць

108. Характеристика стійких пестицидів, в яких період розпаду на нетоксичні компоненти дорівнює:

1. більше 2 років
2. 0,5-1 рік
3. 1-6 місяців
4. 1 місяць

109. Характеристика помірностійких пестицидів, в яких період розпаду на нетоксичні компоненти дорівнює:

1. більше 2 років
2. 0,5-1 рік
3. 1-6 місяців
4. 1 місяць

110. Характеристика нестійких пестицидів, в яких період розпаду на нетоксичні компоненти дорівнює:

1. більше 2 років
2. 0,5-1 рік

3. 1-6 місяців
4. 1 місяць

111. Згідно із класифікацією забруднення об'єктів навколишнього середовища дуже небезпечне дорівнює:

1. ФНП > 10
2. ФНП від 10 до 3
3. ФНП від 3 до 1
4. ФНП < 1

112. Згідно із класифікацією забруднення об'єктів навколишнього середовища небезпечне дорівнює:

1. ФНП > 10
2. ФНП від 10 до 3
3. ФНП від 3 до 1
4. ФНП < 1

113. Згідно із класифікацією забруднення об'єктів навколишнього середовища потенційно небезпечне дорівнює:

1. ФНП > 10
2. ФНП від 10 до 3
3. ФНП від 3 до 1
4. ФНП < 1

114. Згідно із класифікацією забруднення об'єктів навколишнього середовища безпечне дорівнює:

1. ФНП > 10
2. ФНП від 10 до 3
3. ФНП від 3 до 1
4. ФНП < 1

115. До роботи з пестицидами не допускаються особи, які не досягли:

1. 16 років;
2. 18 років
3. 21 року;
4. 20 років.

116. Тривалість роботи з пестицидами 1 та 2 класів небезпеки не повинна перевищувати:

- 1.2 години за добу
2. 4 години за добу
3. 5 годин за добу
4. 6 годин за добу

117. Природно-територіальні комплекси з одним геологічним фундаментом та близьким генетичним типом рельєфу наз.:

1. агроландшафти
2. ландшафти
3. біоценоз
4. агроєкосистема

118. До зони зв'язування і трансформації енергії і речовини в структурній організації агроландшафту відносять:

1. рілля, ліс, луки
2. схиліві землі, улогивини та балкові сітки, тимчасові і постійні водні джерела, які складають гідрографічну мережу ландшафту
3. заплави, ставки, озера, болота
4. схиліві землі, улогивини та балкові сітки, озера, болота

119. До зони транзиту в структурній організації агроландшафту відносять:

1. рілля, ліс, луки

2. схиліві землі, улогивини та балкові сітки, тимчасові і постійні водні джерела, які складають гідрографічну мережу ландшафту
3. заплави, ставки, озера, болота
4. схиліві землі, улогивини та балкові сітки, озера, болота

120. До зони концентрації і акумуляції речовин та енергії в структурній організації агроландшафту відносять:

1. рілля, ліс, луки
2. схиліві землі, улогивини та балкові сітки, тимчасові і постійні водні джерела, які складають гідрографічну мережу ландшафту
3. заплави, ставки, озера, болота
4. схиліві землі, улогивини та балкові сітки, озера, болота

121. Який вид моніторингу визначає потенційний і фактичний рівень родючості ґрунтів за фізико-хімічними, біологічними, біохімічними та іншими показниками, баланс гумусу, основних біогенних елементів та енергії, інтенсивність балансу:

1. агрохімічний
2. біотичний
3. радіоекологічний
4. моніторинг землекористування

122. Який вид моніторингу визначає структуру земельних угідь: ступінь розораності, частку лісопокритих площ, частку територій та акваторій, що підлягають особливій охороні, співвідношення між орними та еколого-стабілізуючими типами угідь (ліси, луки й пасовища), екологічну стійкість, ураженість ерозійними процесами та іншими деградаційними процесами:

1. агрохімічний
2. біотичний
3. радіоекологічний
4. моніторинг землекористування

123. Який вид моніторингу визначає забруднення ґрунтів, природних вод, біоти, сільськогосподарської продукції радіонуклідами (Cs-137, Sr-90 та ін.); досліджує визначення критичності агро екосистем відносно радіоактивного забруднення:

1. агрохімічний
2. біотичний
3. радіоекологічний
4. моніторинг землекористування

124. Який вид моніторингу спостерігає за станом біотичної складової агро екосистеми, її реакцією на антропогенні дії, відхиленням від нормального природного стану на різних рівнях (від молекулярного до угруповань):

1. агрохімічний
2. біотичний
3. радіоекологічний
4. моніторинг землекористування

125. Який вид моніторингу визначає рівень забруднення ґрунтів, природних вод, біоти хімічними сполуками I-IV класу токсичності; встановлення джерел забруднення; оцінка небезпечності забруднення за еколого-токсикологічними критеріями:

1. агрохімічний
2. екотоксикологічний
3. радіоекологічний
4. моніторинг землекористування

126. Моніторинг регіональних і локальних антропогенних впливів в особливо небезпечних зонах та місцях наз.:

1. агрохімічний
2. компактний
3. радіоекологічний
4. моніторинг землекористування

127. Моніторинг, що включає систему стежень за станом ґрунту, водних об'єктів, атмосферного повітря, рослинного покриву, на які поширюється сільсько-господарська діяльність людей наз.:

1. агрохімічний
2. агроекологічний
3. радіоекологічний
4. моніторинг землекористування

128. Систематичний нагляд за використанням земель, згідно з їхніми природними і виробничими потенціалами, за розвитком ерозії та інших негативних процесів наз. моніторингом:

1. агрохімічним
2. агроекологічним
3. ґрунтовим
4. моніторингом землекористування

129. Загибель трав'янистих зимуючих рослин під товстим шаром снігу, який впав на незамерзлий ґрунт наз.:

1. буферністю
2. випріванням
3. вапнуванням
4. вилуженням

130. Екосистема створена людиною наз.:

1. агроекосистема

2. біосистема
3. геосистема
4. агробіоценоз

131. Отрутохімікати, що використовуються в сільському господарстві наз.:

1. пестицидами
2. фітонцидами
3. фітофторами
4. добривами

132. Процес руйнування верхнього шару ґрунту:

1. самоочищення
2. ерозія
3. самооновлення
4. самовідтворення

133. Науково-обґрунтоване вирощування у певній послідовності кількох видів рослин на одній земельній ділянці:

1. сівозміна
2. землеробство
3. дезактивація
4. пар

134. Землеробство основане на виключенні мінеральних добрив і пестицидів наз.:

1. технічним
2. біологічним
3. біотехнічним
4. біологотехнічним

135. Структурною елементарною і функціональною одиницею біосфери є:

1. екотоп
2. біоценоз
3. популяція
4. біогеоценоз

136. Як називається другий етап розкладання білкових сполук в ґрунті ?

1. нітрифікація
2. амоніфікація
3. мінералізація
4. гниття

137. Як називається перший етап розкладання білкових сполук в ґрунті ?

1. нітрифікація
2. амоніфікація
3. мінералізація
4. гниття

138. Єдиний природний комплекс, утворений живими організмами та їх середовищем пробування, у якому усі компоненти пов'язані обміном речовин та енергії, називається:

1. зоосистемою
2. екосистемою
3. ноосистемою
4. мікросистемою

139. Однорідна ділянка земної поверхні з визначеним складом живих та неживих організмів, об'єднаних у єдину систему обміном речовин та енергії, називається:

1. Біоценозом
2. Біогеоценозом
3. Антропоценозом

4. Нооценозом

140. Однорідний за абіотичними факторами простір середовища, зайнятий біоценозом, називається:

1. біотопом
2. біоцидом
3. зооцидом
4. зоофагом

141. Суть процесу мінералізації в ґрунті:

1. перетворення білків в анаеробних умовах в солі амонію
2. перетворення органічних речовин на неорганічні
3. перетворення неорганічних речовин на органічні
4. перетворення органічних речовин на гумус

142. Будь-який компонент середовища, що впливає на ріст, розвиток, життєдіяльність організмів певного угруповання, називають фактором:

1. біотичним
2. антропогенним
3. демографічним
4. екологічним

143. Біогеоценоз – це:

1. певна територія з відносно однорідними умовами існування, населена популяціями різних видів, об'єднаних між собою фізичним середовищем існування, колообігом речовин та потоком енергії
2. штучна екологічна система
3. стійка сукупність популяцій рослин і тварин, пристосованих до сумісного проживання на

- однорідній ділянці суші або водойми
4. глобальна екологічна система в якій відбувається колообіг речовин за рахунок енергії Сонця

144. Систему довготривалих спостережень за станом оточуючого середовища та процесами, що відбуваються в екосистемах і біосфері, називають:

1. експериментом
2. моделюванням
3. моніторингом
4. менеджментом

145. На землеробських полях зрошування дозволяється використання стічних вод після:

1. механічної і біологічної очистки
2. очистки не вимагається
3. знезараження
4. знешкодження

146. На землеробських полях зрошування забороняється вирощування

1. овочів, баштанних, ягід та винограду
2. зернових культур
3. кукурудзи
4. картоплі

147. Сукупність властивостей ґрунту, здатних задовольняти потребу рослин у поживних речовинах, воді, повітрі та фіз.-хім. середовищах наз.:

1. токсичністю
2. родючістю
3. буферністю
4. бонітетом

148. Отруйність, здатність деяких хімічних елементів,

сполук, біогенних речовин виявляти шкідливу дію на живі організми:

1. токсичністю
2. родючістю
3. буферністю
4. бонітетом

149. Виведення нових і поліпшення існуючих сортів с.г. рослин та порід свійських тварин:

1. селекція
2. сівозміна
3. імунітет
4. мульчування

150. Вкривання поверхні ґрунту різними матеріалами для боротьби з бур'янами та захисту ґрунту від пересихання й перегрівання:

1. селекція
2. сівозміна
3. імунітет
4. мульчування

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Булигін С. Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів: підручн. К.: Урожай, 2005. 298 с.
2. Бегей С. В. Екологічне землеробство : підручник для студ. і викл. агрономічних спец. вищ. навч. закладів II-IV рівнів акредитації. Львів : Новий Світ-2000, 2009. 428 с.
3. Добряк Д. С., Канащ О. П., Розумний І. А. Класифікація та екологобезпечне використання сільськогосподарських земель. Наукова монографія. К.: Ін-ут землеустрою УААН, 2001. 309 с.
4. Головка В., Злотін А., Мешкова В. Сільськогосподарська екологія : навч. посіб. для ВНЗ / М-во аграрної політики України, Харківська держ. зооветеринарна академія. М-во освіти і науки України. Харківський нац. пед. ун-т імені Г. С. Сковороди. Харків : Еспада, 2009. 616 с.
5. Городній М. М., Бикін А. В., Нагаєвська Л. М. Агрохімія: Підручник. К. Вид. ТОВ «Алефа», 2003. 786 с.
6. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник. К. Тов. «Сік груп Україна», 2015. 376 с.
7. Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
8. Екологічна геохімія агроландшафтів України: монографія / Єгорова Т. М. та ін. за наук. ред. академіка НААН О. І. Фурдичка. К.: ДІА. 2018. 264 с.
9. Екологічні проблеми землеробства : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / Примак І. та ін. за ред. Примака І. Д. К. : Центр учбової літератури, 2010. 455 с.
10. Єгорова Т. М. Наукові основи еколого-геохімічних процесів в агроландшафтах України: автореф. дис. д-ра с.-г. наук: 03.00.16. К. 2015. 47 с.
11. Жарінов В. І., Довгань С. В. Агроєкологія : термінологічний та довідниковий матеріал. Вінниця : Нова книга. 2008. 327 с.

12. Земельні ресурси України / За ред. В.В. Медведєва. К. Аграрна наука.1998. 148 с.
13. Кисіль В. І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи. Х.: Штрих, 2000. 162 с.
14. Косолап М. П., Кротінов О. П. Система землеробства No-till [Текст] : навчальний посібник для спеціалістів агрономічних спеціальностей, викладачів, аспірантів, студентів тощо. К. : Логос, 2011. 352 с.
15. Кривов В. М. Екологічно безпечне землекористування лісостепу України. Проблема охорони ґрунтів. 2-е ви., доп. К. : Урожай, 2008. 301 с.
16. Лопушняк В. І. Агрохімічні та агроекологічні аспекти системи удобрення в Західному Лісостепу України. Львів: Ліґа-Прес, 2015. 253 с.
17. Мартін А. Г., Осипчук О. С., Чумаченко О. М. Природно-сільськогосподарське районування України: монографія. К.: Центр навчальної літератури. 2015. 328 с.
18. Марчук І. У., Макаренко В. М., Розстальний В. Є., Савчук А. В., Філонов Є. А. Добрива та їх використання: навч. посібник. К. Арістей, 2013. 230 с.
19. Панас Р. М. Раціональне використання та охорона земель : Навчальний посібник. М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львівська політехніка". Львів : Новий Світ-2000, 2008. 349 с.
20. Панас Р. М. Рекультивация земель: Навч. посібник. Вид. 2-ге стереотипн. Львів. Новий світ. 2000. 2007. 224 с.
21. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В. Агроекологія. Полтава, 2008. 256 с.
22. Потабенко М. В., Корніцька О. І. Особливості та передумови розвитку органічного землеробства. Агроекологічний журнал. 2007. № 2. С. 34–39.
23. Рибалко Ю. В., Бабка Р. В. Екологічна оцінка стабільності та антропогенного навантаження агроландшафтів Чернігівської області. Агроекологічний

журнал. №1. 2018. С. 21-27.

24. Слободян Т. О. Агрохімія з погляду еколога : навч. посібник у лекціях. Кіровоград : ПП Лисенко В. Ф. 2007. 195 с.

25. Созінов О. О. Агросфера України у ХХІ столітті. Вісник НАН України. 2001. № 10. С. 10–15.

26. Фурдичко О. І., Стадник А. П. Методологія управління агроландшафтами лісомеліоративними методами (Науково-методичне забезпечення). К.: Аграрна наука, 2010. 60 с.

27. Цибуляк В. Я. Інституційні засади сільського розвитку в Україні: науково-прикладний аспект : монограф. ДУ «Ін-текон. та прогнозув. НАН України». К. 2014. 216 с.

28. Чернілевський М. С, Дереча О. А. та ін. Біологізація землеробства в умовах правобережного Полісся України. Житомир. ДАУ. 2002. 156 с.

29. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення : Підручник / Мельничук Д. та ін.; за ред. Дж. Хофмана, Д. Мельничука, М. Городнього. Спільний європейський проект. Київ. Арістей, 2004. 487 с.

30. Мягченко О.П. Основи екології. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 312 с.

31. Юрченко Л.І. Екологія. Навчальний посібник. – К.: «Видавничий дім «Професіонал», Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.

32. Агроєкологія: Навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. - К.: Вища освіта, 2006. - 671 с.

33. Горб О.О., Писаренко П.В., Калініченко В.М. Аграрна екологія: Навчальний посібник (конспект лекцій). ПДАА, 2008. – 204 с.

34. Агроєкологія: Посібник / А.М.Фесенко, О.В. Солошенко, Н.Ю.Гаврилович, Л.С. Осипова, В.В. Безпалько, С.І. Кочетова; за ред. О.В.Солошенка, А.М. Фесенко, – Харків:, 2013. – 291 с.

35. Худоба В. Екологія : навч.-метод. посіб. / Володимир Худоба, Юлія Чикайло. – Львів : ЛДУФК, 2016. – 92 с.
36. Агроєкологія : Навчальний посібник / М. М. Городній, М. К. Шикуча, І. М. Гудков; Ред. М. М. Городній. - К.: Вища школа, 1993. - 416 с.
37. Агроєкологія: Теорія та практика: Навч. посібник / Ред. В.М. Писаренко. - Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. - 318 с.
38. Агроєкологія : навчальний посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак [та ін.] Міністерство освіти і науки України. - К.: Вища освіта, 2006. - 671 с.
39. Екологія та сільськогосподарське виробництво : зб. наук. робіт / за ред. А.А. Корчинського, Т.В. Новак. - К., 1992. - 192 с.
40. Величко В. А. Екологія родючості ґрунтів / В. А. Величко; Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н Соколовського, Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - К.: Аграр. наука, 2010. - 271 с.
41. Куценко О.М. Агроєкологія: Підручник / О.М. Куценко, В.М. Писаренко. - К.: Урожай, 1995. - 256 с.

ІМЕННИЙ ПОКАЗЧИК

В

Висоцький Г. - 28

Вакулін Т. - 48

Г

Гаузе Р. - 54

Д

Докучаєв В. - 28

І

Ізмаїльський О. - 28

К

Карсон Р. - 260

Костичев П. - 28

Кузнецова І. - 54

М

Марков Л. - 45

Мюллер П. - 250

П

Перельман Д. - 178

Подолінський С. - 28

Прянишников Д. - 71, 144, 149

С

Сайко В. - 282

Соколов О. - 40

Т

Туганаєв Р. - 50

Турін Е. - 281

У

Уразаєв Г. - 48

Ч

Чулкіна Р. - 54

Я

Ягодін Б. - 313

Навчальне видання

Ткачук Олександр Петрович
Шкатула Юрій Миколайович
Тітаренко Ольга Михайлівна

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ

Навчальний посібник

Викладено в авторській редакції

Підписано до друку 28.01.2020. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Друк лазерний

Ум.друк арк.. 31,5. Тираж 100 прим. Зам. № 24

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі
Вінницького національного аграрного університету
м. Вінниця, вул.. Сонячна, 3, 21008

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців,
Виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 5009 від 10.11.2015