

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Методичні вказівки

до самостійної роботи студентів

з дисципліни «**УПРАВЛІННЯ АГРОЕКОСИСТЕМАМИ**»

Одеса –2016

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Управління агроекосистемами» для студентів II курсу з спеціальності – «Агрометеорологія», рівня підготовки – 8.04010505 магістр. // Укладач: к. геогр. н., доцент Жигайло О.Л., Одеса, ОДЕКУ, 2016 р., с. ..., укр. мовою.

Зміст

	Стр.
1 Загальна частина.....	4
1.1 Передмова.....	4
1.2 Зміст дисципліни	4
1.3 Перелік навчальної літератури.....	6
2 Організація самостійної роботи студента.....	6
2.1 Рекомендації по вивченню теоретичного матеріалу.....	6
2.1.1 Загальні поради	6
2.1.2 Тема 1.....	7
Контрольні питання до теми 1.....	10
2.1.3 Тема 2.....	10
Контрольні питання до теми 2.....	15
2.1.4 Тема 3.....	15
Контрольні питання до теми 3.....	20
2.1.5 Тема 4.....	21
Контрольні питання до теми 4.....	23
2.1.6 Тема 5.....	23
Контрольні питання до теми 5.....	26
2.1.7 Тема 6.....	26
Контрольні питання до теми 6.....	37
2.2 Рекомендації по підготовці до практичної роботи.....	38
2.2.1 Завдання на підготовку до практичної роботи за темою «Управління базовими елементами системи землеробства».....	38
Частина I	38
Контрольні питання до частини I.....	42
Частина II	42
Контрольні питання до частини II.....	45
2.2.2 Порядок проведення практичної роботи	46
2.2.3 Порядок оформлення протоколу практичної роботи та її подання і захист.....	46
3 Організація контролю знань та вмінь студента.....	46

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Передмова

Курс «Управління агроекосистемами» є вибірковою дисципліною при підготовці магістрів – агрометеорологів.

Метою вивчення дисципліни є освоєння студентами екологічних підходів до управління агроекосистемами, які дозволяють зберігати основну компоненту агроекосистеми – ґрунт.

Серед головних задач дисципліни наступні:

- визначення екологічної ситуації агроландшафтів;
- вивчення технологій, що дозволяють виправити критичну ситуацію в агроекосистемах;
- створювання агроекологічних проектів за допомогою цих технологій.

Мета методичних вказівок - забезпечення самостійної підготовки до:

- ❖ лекцій за темами (згідно робочої програми);
- ❖ модульних контрольних робіт;
- ❖ практичних робіт.

Після вивчення тем студент повинен оволодіти **знаннями:**

- методів збереження енергопотенціалу ґрунту ;
- способів та прийомів ґрунтозахисного консерваційного обробітку.

Студент повинен **вміти:**

- ✓ розраховувати показники стійкості агроекосистеми;
- ✓ створювати аналіз і давати оцінку отриманих розрахунків;
- ✓ розробляти проекти екологічно урівноважених агроландшафтів.

1.2 Зміст дисципліни

Теоретична частина

№	Найменування теми, її зміст
1	Тема 1. ЕКОЛОГІЧНІ НАПРЯМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ Напрями мінімізації обробітку ґрунту. Основні умови ефективного застосування мінімального обробітку ґрунту. Головні чинники, які визначають необхідність застосування мінімізації обробітку ґрунту. Ґрунтообробні знаряддя та технології, їх екологічна оцінка. Екологічна ефективність різних технологій обробітку ґрунту.

2	<p>Тема 2. ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ РЕСУРСУ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ҐРУНТУ</p> <p>Основні шляхи збільшення ресурсу органічної речовини ґрунту. Азотні добрива та бобові рослини - чинники ефективності гуміфікації. Вермикомпостування: оцінка ефективності, технологія та перспективи застосування біогумусу.</p>
3	<p>Тема 3. СИСТЕМА УДОБРЕННЯ — ОСНОВА ПІДТРИМАННЯ БАЛАНСУ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ</p> <p>Основні завдання системи удобрення. Система застосування добрив. Прийоми та способи застосування добрив. Оптимізація живлення рослин. Комплекс засобів хімізації для оптимізації живлення рослин.</p>
4	<p>Тема 4. ХІМІЧНІ МЕЛІОРАЦІЇ: ВИДИ, ЗНАЧЕННЯ, ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ</p> <p>Природна кислотність ґрунту. Інтенсифікація землеробства на кислих ґрунтах. Хімічні меліорації на лужних ґрунтах.</p>
5	<p>Тема 5. ЗАХИСТ ҐРУНТУ ВІД ЕРОЗІЇ — МЕТОД ЗБЕРЕЖЕННЯ ЙОГО ЕНЕРГОПОТЕНЦІАЛУ</p> <p>Ерозія ґрунтів. Ерозійні процеси. Агротехнічні заходи щодо запобігання процесам ерозії ґрунтів.</p>
6	<p>Тема 6. ҐРУНТОЗАХИСНА КОНТУРНО-МЕЛІОРАТИВНА СИСТЕМА ЗЕМЛЕРОБСТВА. ПОНЯТТЯ, ОСНОВНІ ЛАНКИ</p> <p>Диференційоване використання орних земель, контурно-смугова організація території. Еколого-технологічні групи орних земель. Агролісомеліорація - основа системи протиерозійних заходів. Групи захисних лісових насаджень на сільськогосподарських землях. Ґрунтозахисні властивості рослин. Ґрунтозахисні сівозміни. Залуження земельних ділянок. Способи та прийоми ґрунтозахисного консерваційного обробітку. Системи ґрунтозахисного обробітку. Ґрунтозахисна техніка. Застосування структуротворних та захисних стабілізаційних синтетичних препаратів.</p>

Практична частина

№	Тема практичної роботи
1	Управління базовими елементами систем землеробства

1.3 Перелік навчальної літератури

Основна

1. Жигайло О.Л. Управління агроєкосистемами. Конспект лекцій. – Одеса, 2015 . – 68 с.
2. Жигайло О.Л. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Управління агроєкосистемами» за темою: «Управління базовими елементами систем землеробства», Одеса, ОДЕКУ, 2015 р., 23 с.

Додаткова

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологии /Под ред. Акад. РАСХН В.И. Кирюшина и акад. РАСХН А.Л. Иванова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 783 с.
2. Васенев И. И. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте / И. И. Васенев, Н.И. Руднев, В.Г. Хахулин М.: РАСХН, 2004.–80 с.
3. Герасименко В.П. Практикум по агроэкологии. Учебное пособие – СПб.: издательство «Лань», 2009. – 432с.
4. Каштанов А.Н. Методическое пособие и нормативные материалы для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия/ А.Н. Каштанов, А.П. Щербаков – Курск; Тверь, 2001.–259 с.
5. Михайленко И. М. Управление системами точного земледелия / И. М. Михайленко. СПб.: СПГУ, 2005. – 233 с.
6. Якушев В. П. На пути к точному земледелию / В. П. Якушев. – СПб.:ПИАФ РАН, 2002. – 436 с.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

2.1 Рекомендації по вивченню теоретичного матеріалу

2.1.1 Загальні поради

За допомогою навчальної та методичної літератури, яка наведена у попередній частині необхідно вивчити зміст теоретичної частини кожної теми. Самоперевірка засвоєння знань здійснюється за допомогою «Контрольних питань для самоперевірки», які наводяться наприкінці кожної теми.

2.1.2 Тема 1 «Екологічні напрями обробітку ґрунту»

Напрями мінімізації обробітку ґрунту. Основними умовами ефективного застосування мінімального обробітку ґрунту є: оптимальна будова орного шару ґрунту, коли тверда фаза і пористість співвідносяться як 50 : 50, що є основною умовою створення оптимальних водного, теплового, повітряного та поживного режимів ґрунту; наявність в орному шарі ґрунту не менш як 40 % агрономічно цінної структури, за якої в ґрунті зберігається постійно розпушений стан орного шару, від чого значною мірою залежить водний та повітряний режими ґрунту; забур'яненість полів, особливо багаторічними рослинами; висока забур'яненість коренепаростковими і кореневищними бур'янами виключає можливість і доцільність мінімізації обробітку ґрунту, однак окремі дослідження засвідчують, що система мінімального обробітку має певні переваги в боротьбі з бур'янами, зокрема з пирієм повзучим; високий рівень агротехніки, чітка технологічна дисципліна на полях, своєчасне та якісне проведення всіх польових робіт; науково обґрунтоване застосування інтегрованої системи захисту рослин; творче врахування основних властивостей ґрунтів і біологічних вимог сільськогосподарських культур та програмування їх урожайності; висока технічна озброєність господарств.

Інтенсивний обробіток, надмірне насичення сівозмін просапними культурами, ерозія, надмірне зрошення, недостатнє внесення органічних добрив — все це призводить до істотного зниження вмісту гумусу.

За останні десятиліття в багатьох країнах світу вміст і запаси гумусу в ґрунтах, що використовуються під ріллю, зменшились на 15 – 25 %, а в деяких - на 50 % попереднього вмісту. Значні втрати гумусу і в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Середньорічні втрати гумусу за останні 20 років порівняно з темпами його втрат за попередні 80 років зросли в Лісостеповій зоні в 1,65 раза, Степовій - у 2,4, Поліській - у 8,4 раза. Щорічні втрати гумусу через підвищення темпів мінералізації органічної речовини порівняно з його нагромадженням досягають 18 млн т на всій площі ріллі, або 0,6 т/га за рік.

Лише від водної ерозії середньорічні втрати гумусу становлять у Поліській зоні 2,4 млн т, у Лісостеповій - 10,3, у Степовій - 11, загалом в Україні - 23,7 млн т.

Крім зниження вмісту гумусу в ґрунтах погіршується і його якість. У складі гумусу зменшується частка рухомої фракції й відносно зростає частка інертної. Такий гумус не бере активної участі в енергетичному обміні ґрунту, дуже повільно віддає поживні речовини і тому слабо впливає на ефективну родючість ґрунту навіть за високих його запасів, як

наприклад у чорноземних ґрунтах. Значні втрати гумусу супроводжуються погіршенням його групового складу.

У дерново-підзолистих ґрунтах зростає вміст фульвокислот, а в чорноземах - зменшується кількість гумінових кислот, внаслідок чого погіршується весь комплекс агрономічно цінних властивостей ґрунтів.

Втрати гумусу нерозривно пов'язані з веденням землеробства, складовою частиною якого є система обробітку ґрунту. Віковий досвід землеробства засвідчує, що при оранці з перевертанням скиби неможливо зберігати й підтримувати запаси гумусу в ґрунтах на належному рівні.

Цілковите припинення або зведення до мінімально допустимих меж втрати ґрунтів внаслідок ерозійних процесів і зниження інтенсивності біологічної мінералізації гумусу спроможні забезпечити регіональні екологічно збалансовані ґрунтозахисні безплужні системи землеробства, важливою ланкою яких поряд із контурно-меліоративною організацією території, комплексом протиерозійних заходів є ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, оснований на мінімізації обробітку ґрунту. За існуючих обсягів використання органічних добрив лише такий обробіток здатний наблизити процеси гуміфікації до природних і забезпечити вихід землеробства на позитивний баланс гумусу.

У сучасному землеробстві застосовують такі основні напрями мінімізації обробітку ґрунту: скорочення кількості й зменшення глибини основних, передпосівних і міжрядних обробітків ґрунту в сівозміні у поєднанні із застосуванням гербіцидів для боротьби з бур'янами; заміна глибокого обробітку продуктивнішими поверхневими або плоскорізними знаряддями, використання широкозахватних знарядь з активними робочими органами, які забезпечують високоякісний обробіток ґрунту за один прохід; поєднання кількох технологічних операцій і заходів в одному процесі застосуванням комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів; зменшення оброблюваної поверхні поля за допомогою впровадження смугового передпосівного обробітку ґрунту при вирощуванні широкорядних культур у поєднанні з гербіцидами; пряма сівба, або хімічний чи нульовий обробіток ґрунту, сівба насіння по стерні або в дернину з попередньою обробкою площі гербіцидами без механічного обробітку ґрунту за винятком формування мілких борозен (щілин), в які висівається насіння.

Перспективним напрямом мінімізації обробітку ґрунту є поєднання виконання кількох технологічних операцій і заходів за один прохід трактора застосуванням комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів.

Мінімізація обробітку ґрунту дає змогу: економити час, робочу силу, паливо, кошти, проводити сівбу в оптимальні строки; зводити до мінімуму втрати вологи, органічної речовини, воду й вітрову ерозію; зберігати головні переваги непорушеної будови орного шару ґрунту й

ущільненої поверхні, що уможливило раннє випасання тварин на слабо розвиненій дернині багаторічних і однорічних трав; вдосконалювати технології сівби й вирощувати два - три врожаї за рік на одній площі.

Головними чинниками, які визначають необхідність застосування мінімізації обробітку ґрунту, є: зниження родючості й продуктивної здатності ґрунту через застосування важких тракторів і транспортних засобів; необхідність зменшення енергетичних витрат поєднанням кількох операцій за один прохід трактора та кількості й глибини механічного обробітку ґрунту; можливість заміни обробітку як способу боротьби з бур'янами на застосування гербіцидів в екологічно допустимих нормах; використання для обробітку ґрунту енергонасичених тракторів, комбінованих агрегатів, машин і знарядь з активними робочими органами; економія часу, енергетичних і трудових ресурсів.

Ґрунтообробні знаряддя та технології, їх екологічна оцінка. Мінімізацію обробітку ґрунту забезпечують застосуванням таких ґрунтообробних знарядь: комбінований агрегат АКП-2,5, АКП-5 за один прохід виконує дискування верхнього шару ґрунту, розпушування нижнього шару плоскорізами, вирівнювання поверхні та коткування; за один прохід він готує ґрунт до сівби; продуктивність – 2,2 га/год; комбінований агрегат з активними робочими органами АКР-3,6 готує ґрунти важкого гранулометричного складу на глибину до 12 см до сівби озимих, післяюкісних і післяжнивних культур; комбінований агрегат КА-3,6, призначений для одночасного виконання передпосівного обробітку ґрунту, рядкової сівби зернових і зернобобових культур, внесення мінеральних добрив і коткування; складається з культиватора фрезерного глибокорозпушувача КФГ-3,6, причіпного пристрою та посівної частини; комбінований агрегат ЗКА-5,4 виконує передпосівний обробіток ґрунту – культивацію, боронування, вирівнювання поверхні, припосівне внесення мінеральних добрив, коткування рядків і сівбу зернових культур за один прохід; причіпний і широкозахватний (10,8 м); продуктивність – 11 га/год; культиватор фрезерний-сівалка КФС-3,6 за один прохід виконує передпосівний обробіток ґрунту фрезеруванням, вирівнювання поверхні, рядкову сівбу, коткування; продуктивність — до 2,75 га/год; ґрунтообробний комбінований агрегат РВК-3,6; РВК-5,4; РВК-7,2, ВІП-5,6 за один прохід трактора проводить культивацію ґрунту на глибину до 15 см, вирівнювання поверхні, коткування; продуктивність РВК-3,6 – 2,8 га/год, РВК-5,4 – 5,4, РВК-7,2 – 7,2 га/год; ґрунтообробний комбінований агрегат АКЛЗ-5,4 призначений для передпосівного обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби зернових культур і льону; продуктивність – 5,4 га/год; комбінований агрегат ЛДС-6 – луцильник-сівалка, розпушує ґрунт, висіває насіння зернових, вносить добрива, проводить коткування; сівалка-культиватор зерново-стерньова

СЗС-2,1М, СЗМ-2М розпушує ґрунт смугою, підрізує бур'яни, вносить добрива, виконує коткування та сівбу [1, стор.4-10].

Контрольні питання.

1. Які основні умови ефективного застосування мінімального обробітку ґрунту?
2. Яким чином в даний час змінилися показники кількості та якості гумусу в ґрунті?
3. З чим пов'язані втрати гумусу в ґрунті?
4. Які існують основні напрями мінімізації обробітку ґрунту?
5. Які позитивні сторони мінімізації обробітку ґрунту?
6. Чому необхідно застосовувати мінімізацію обробітку ґрунту?
7. Ґрунтообробні знаряддя, що забезпечують мінімізацію обробітку ґрунту ?
8. Екологічна ефективність різних технологій обробітку ґрунту.
9. Як впливає система обробітку ґрунту на зміну вмісту гумусу?

2.1.3 Тема 2 «Шляхи збільшення ресурсу органічної речовини ґрунту»

Органічна речовина ґрунту – це сукупність живої біомаси й органічних решток рослин, тварин, мікроорганізмів, продуктів їхнього обміну та специфічних новоутворень органічної речовини ґрунту — гумусу. Цей складний комплекс різноманітних органічних речовин поділяють на **дві групи**:

1. негуміфіковані органічні речовини рослинного або тваринного походження;
2. органічні речовини специфічної природи – гумусові, або перегнійні. [1, стор.11]

У ґрунті безперервно відбуваються процеси утворення і розкладання гумусу за рахунок надходження рослинних решток та їх мінералізації. Залежно від того, який із цих процесів переважає, загальна кількість гумусу в ґрунті збільшується або зменшується.

Основними шляхами збільшення ресурсу органічної речовини ґрунту є: сумісне внесення органічних і мінеральних добрив; висівання сидератів та багаторічних трав; залишання на полі високої стерні зернових культур, соломи та інших рослинних решток; раціональний обробіток ґрунту; дотримання оптимального співвідношення зернобобових і просапних культур у сівозмінах; застосування меліорантів (вапно, дефекат,

гіпс та ін.); використання проміжних культур (підсівних, післяукісних, післяжнивних).

Найважливішу роль у збільшенні вмісту органічної речовини в ґрунті та її найціннішої складової частини - гумусу відіграють кореневі і післяжнивні рештки, органічні добрива, розширені посіви багаторічних трав (особливо бобових), вирощування проміжних культур, сидератів і залишання на полі побічної продукції [1, стор.12].

Азотні добрива та бобові рослини – чинники ефективності гуміфікації. За сучасним визначенням, *гуміфікація* — це процес біохімічного перетворення органічних решток рослинного і тваринного походження та продуктів життєдіяльності організмів на високомолекулярні гумусові речовини темного забарвлення.

З усіх видів мінеральних добрив азотні (крім калієвої, натрієвої і кальцієвої селітр) за дією на ґрунт є найагресивнішими. Уже під час розчинення амонійних і амонійно-нітратних добрив у результаті їх гідролізу в ґрунт виділяється кислота. Надалі внаслідок абіотичного і біологічного вбирання амонію, а також нітрифікації цей процес посилюється [1, стор. 12-13].

Щоб зменшити негативну дію азотних добрив на ефективність гуміфікації, необхідно: суворо дотримуватись науково обґрунтованих норм, строків, способів і форм внесення добрив; максимально наближати строки внесення добрив до періоду інтенсивного вбирання азоту рослинами; вносити водний технічний та рідкий синтетичний аміак лише на високобуферних ґрунтах і в дозах не більш як 120 – 150 кг/га азоту; забезпечувати максимальну рівномірність внесення азотних добрив; збільшувати надходження в ґрунт свіжих органічних речовин, бідних на азот, насамперед корневих і післяжнивних решток; якомога частіше контролювати вміст азоту в ґрунті та рослинах за рН ґрунтового розчину, проводити відповідні коригування норм і строків внесення азотних добрив, вапна.

Позитивним чинником ефективності гуміфікації є бобові рослини, які містять в 1,5 – 2 рази більше білка, ніж зернові культури. Бобові рослини збагачують ґрунт екологічно чистим і економічно дешевим азотом. З післяжнивними та корневими рештками бобові рослини залишають у ґрунті від 50 до 170 кг/га азоту, а також біологічно активні речовини - антибіотики, вітаміни, ферменти, амінокислоти.

Швидкість перетворення органічних решток визначається їх хімічним складом, у решток бобових рослин він близький до природного опадку. Водорозчинні органічні сполуки (крохмаль, пектин, білок) розкладаються швидше, ніж інша група органічних сполук (целюлоза, лігнін). Тому процеси гуміфікації корневих і післяжнивних решток бобових рослин відбувається інтенсивніше, ніж злакових зернових культур.

Післяжнивні та кореневі рештки бобових культур характеризуються вужчим відношенням вуглецю до азоту, розкладаються швидше і

сприяють утворенню більшої кількості гумінових кислот, які взаємодіють з кальцієм, магнієм, іншими катіонами ґрунту і закріплюють у гумусі поживні речовини. Органічні рештки бобових рослин перетворюються на гумус з найвищим коефіцієнтом гуміфікації (0,23 – 0,25), причому процеси гуміфікації значно переважають над процесами мінералізації.

Отже, під час розкладання органічної маси бобових рослин підвищується ефективність гуміфікації, утворюються гумінові сполуки, поліпшуються фізико-хімічні властивості ґрунту, зростає його родючість.

Вермикомпостування: оцінка ефективності, технологія та перспективи застосування біогумусу. Останнім часом поширюється один із нових напрямів біотехнології - вермикультивування, що полягає в промисловому розведенні деяких форм дощових черв'яків. Формування й розвиток його зумовлені можливістю вирішення на біологічній основі важливих екологічних завдань - утилізації органічних відходів, виробництва високоякісного чистого органічного добрива, підвищення родючості ґрунту, вирощування екологічно чистої продукції рослинництва, істотного обмеження забруднення навколишнього середовища та ін.

Вермикультура - це компостні черв'яки в органічному субстраті. Іноді під цим терміном розуміють тільки черв'яків або, навпаки, тільки субстрат. Вермикультуру можна уявити як складне біоценотичне угруповання, обмежене певним біотопом у складі культурного ландшафту.

Дощові черв'яки - найбільші представники безхребетних, які входять до складу ґрунтової макрофауни. На їх частку припадає не менш як половина всієї біомаси ґрунту. Щільність їх заселення досягає в середньому 120 особин/м², а біомаса - 50 г/м² (за маси тіла одного черв'яка 0,5 – 1,5 г). У сприятливі періоди можлива щільність дощових черв'яків у ґрунті 400 – 500 особин/м².

Основне джерело їх живлення - рослинні рештки. Вони сприяють перемішуванню й розпушенню ґрунту, накопиченню органічної речовини, з якої утворюється гумус. Присутність черв'яків може бути тестом на збагаченість ґрунту на органічну речовину. Дощові черв'яки поліпшують аерацію ґрунту, інтенсифікують процеси гумусоутворення, нітрифікації та амоніфікації. Вони вологолюбні й помірно теплолюбні. Оптимальна температура для їх живлення 20 – 25 °С, для розмноження - 12 – 17 °С. Вимогливі до аерації ґрунту.

Оптимальна реакція середовища - нейтральна або слабкокисла. Для культивування черв'яків непридатні піщані, глинисті, кислі і засолені ґрунти. Вони не витримують надмірної хімізації ґрунтів і гинуть.

Вермикомпости дозрівають швидше, ніж компости, отримані традиційним способом. Вермикомпостування ґрунтується на здатності черв'яків проковтувати часточки органічної речовини, транспортувати їх у кишково порожнину й виділяти у вигляді копролітів.

На основі культури черв'яків виготовляють найцінніше органічне добриво - біогумус. Це грудкувата мікрогранулярна речовина коричнево-сіруватого кольору із запахом ґрунту. Біогумус містить у добре збалансованій і легкозасвоюваній формі всі необхідні для живлення рослин речовини. Середній вміст сухої органічної маси в біогумусі становить 50 %, гумусу - 18 %; його реакція сприятлива для рослин і мікроорганізмів - рН 6,8 – 7,4, загального азоту - 2,2 %, фосфору - 2,6, калію - 2,7 %. Крім того, в ньому виявлено практично всі необхідні мікроелементи й біологічно активні речовини, серед яких ферменти, ростові речовини, вітаміни, гормони, антибіотики, ауксини, гетероауксини, 18 амінокислот і корисна мікрофлора [1, стор.14-17].

За чутливістю до біогумусу рослини поділяють на:

високочутливі - багаті на вуглеводи (картопля, морква, кормові, цукрові і столові буряки, плодові культури), при внесенні біогумусу приріст їх урожаю досягає 35 % і більше; добре чутливі (озима та яра пшениця, жито, ячмінь, овес, рис, просо, гречка, кукурудза на зерно, сорго), які на біогумус реагують досить добре, приріст урожаю становить 25 % і більше; середньочутливі - бобові культури (горох, кормові боби, нут, соя, сочевиця), а також буркун, люцерна, еспарцет та ін., які задовільно реагують на біогумус і забезпечують приріст урожаю до 15 %; слабкочутливі - олійні та ефіроолійні культури (соняшник, ріпак, гірчиця, коріандр та ін.), які слабо реагують на біогумус.

При розведенні черв'яків ставляться дві мети: розведення їх для отримання біогумусу та відтворення черв'яків, або так зване маточне розведення. Розводити їх можна як у відкритому, так і захищеному місці. Із багатьох видів для розведення краще використовувати червоний гібрид (комерційна назва - «каліфорнійський»).

Основним технологічним засобом при вирощуванні черв'яків є ложе - грядка з органічної поживної маси (субстрату) завдовжки 2 м, завширшки - 1 м, заввишки - 0,4 – 0,6 м. Площа одного ложа - 2 м². Для нього на рік потрібно 1,0 – 1,2 т органічної маси. Оптимальним вважається вермигосподарство, що складається із 1200 лож корисною площею не менш як 1 га [1, стор.17-18].

Дози внесення біогумусу залежать від вмісту гумусу, елементів живлення в ґрунті, у вермикомпості та від виду сільськогосподарських культур. Оптимальними дозами є 3 – 3,5 т/га біогумусу за розкидного способу внесення і 250 – 300 кг/га - за локального. Максимальна доза - 4 т/га. Біогумус вносять трьома основними способами: рівномірним розсіванням по поверхні ґрунту сівалкою для мінеральних добрив із зароблянням культиватором; локальним внесенням у рядки під час сівби, висаджування розсади, садіння дерев; підживлення рослин кореневим або позакореневим способом.

На малопродуктивних ґрунтах вносять 3 т/га біогумусу через кожні 4 роки. [1, стор.18].

Дослідження, проведенні в нашій державі, в інших країнах, засвідчують високу ефективність біогумусу для підвищення врожаю й отримання екологічно чистої продукції [1, стор.19].

Розглядаючи можливості використання вермикультури у тваринництві, варто зауважити, що з 1 т органічних відходів, перероблених черв'яками, крім 600 кг біогумусу отримують 100 кг біомаси черв'яків [1, стор.20].

Великі перспективи створення замкнених циклів виробництва у сільському господарстві на основі застосування черв'яків, універсальні властивості яких дають змогу використовувати їх для розробки і впровадження безвідходних технологічних процесів. Одним з таких найбільш апробованих напрямів є анаеробна переробка органічних відходів, насамперед відходів тваринницьких комплексів і ферм.

Цікаві можливості застосування вермикультури в медицині, фармакології, косметичній промисловості [1, стор.22]. Різні типи екстрактів черв'яків використовують як медичні препарати, як захисну косметику для шкіри. На основі екстракту з вермикультури розроблено мазь, яка ефективна для лікування лишая, екземи, варикозних виразок нижніх кінцівок, отримано препарати для лікування хвороб очей. У китайській медицині земляних черв'яків використовують близько 2 тисячоліть, а нині із залученням сучасних методів і технологій із них виготовлені антивірусна та антипухлинна сироватки.

Внаслідок узагальнення та аналізу наявних матеріалів було сформульовано основні агроекологічні властивості біогумусу: біогумус переважає традиційні органічні добрива за дією на ріст, розвиток і врожайність різних сільськогосподарських культур; елементи живлення в біогумусі знаходяться в органічній формі, що надійно захищає їх від вимивання і сприяє пролонгованій дії; доступних елементів живлення в біогумусі дуже багато, оскільки більшість необхідних для рослин елементів міститься в ньому в добре засвоюваній формі; оптимальна реакція середовища, яка формується під дією біогумусу, створює сприятливі умови для розвитку рослин; біогумус характеризується високою буферністю, що запобігає створенню надмірної концентрації солей у ґрунтовому розчині, як це переважно трапляється в разі внесення високих доз мінеральних добрив; велика кількість корисної мікрофлори в біогумусі істотно збільшує його поживне і фітосанітарне значення для вищих рослин; через відсутність у біогумусі насіння бур'янів зведена до мінімуму необхідність механічної або хімічної боротьби з бур'янами; вміст у біогумусі біологічно активних речовин (ауксинів, гетероауксинів тощо) ослаблює стрес рослин, особливо розсади, збільшує приживаність, прискорює проростання насіння, підвищує стійкість рослин до збудників хвороб.

Контрольні питання

1. Дати визначення органічній речовині ґрунту. Її основні характеристики.
2. Назвати шляхи збільшення ресурсу органічної речовини ґрунту.
3. Які необхідні заходи для зменшення негативної дії азотних добрив на ефективність гуміфікації?
4. Як залежить ефективність гуміфікації від бобових рослин?
5. Дати визначення вермикультури. Охарактеризувати технологію вермикультури.
6. Охарактеризувати технологію вермикомпостування.
7. Що таке біогумус? Його вплив на агрохімічні, фізикохімічні й біологічні властивості ґрунту.
8. Технологія вирощування біоматеріалу для біогумусу.
9. Класифікація рослин за чутливістю до біогумусу.
10. Використання вермикультури у рослинництві
11. Використання вермикультури у тваринництві.
12. Використання вермикультури у медицині.
13. Дати характеристику основним властивостям біогумусу.

2.1.4 Тема 3 «Система удобрення — основа підтримання балансу біогенних елементів»

Система удобрення — це комплекс науково обґрунтованих прийомів раціонального екологічно чистого використання органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів, розрахований на ротацію сівозміни, в якому передбачено норми, строки, способи та своєчасність заробляння в ґрунт добрив залежно від запланованого урожаю, біологічних особливостей, чергування культур у сівозміні з урахуванням властивостей та поєднання органічних, мінеральних добрив, їх прямої дії та післядії, ґрунтово-кліматичних і економічних умов господарства, охорони навколишнього середовища.

Основними завданнями системи удобрення є: вирощування високих і стабільних урожаїв з високою якістю продукції; забезпечення максимально можливої продуктивності сівозміни; систематичне підвищення і раціональне використання родючості ґрунту за доцільного застосування добрив; підвищення окупності одиниці внесених добрив і продуктивності праці; зниження собівартості виробництва сільськогосподарської продукції, забезпечення високого прибутку господарства.

Система застосування добрив передбачає: накопичення місцевих добрив (гною, компостів, пташиного посліду, попелу тощо) і правильне їх

зберігання; закупівлю мінеральних добрив, хімічних меліорантів і правильне їх зберігання; своєчасне вивезення органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів на поля згідно з передбаченими нормами; механізацію своєчасного і правильного внесення добрив, хімічних меліорантів під культури сівозміни; заготівлю насіння, сівбу сільськогосподарських культур на зелене добриво; придбання нової техніки, підготовку механізаторів і спеціалістів; організацію праці та транспортних засобів [1, стор.23].

Під час складання системи удобрення особливу увагу треба приділяти балансу біогенних елементів — складових елементів живих організмів, без яких неможливе їх існування.

Суша речовина рослин складається з вуглецю (45 %), кисню (42 %), водню (6,5 %), азоту (1,5 – 5 %) і золи (5 – 12 %), в якій містяться зольні елементи. В рослинах виявлено близько 85 елементів зі 108 відомих у природі. Вважається, що для нормального росту і розвитку рослинам необхідні 15 елементів: вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, калій, кальцій, магній, залізо, сірка, мідь, бор, молібден, цинк, манган. Елементи літій, срібло, стронцій, кадмій, алюміній, силіцій, титан, свинець, хром, селен, фтор та нікель належать до умовно необхідних.

Баланс основних елементів живлення визначається співвідношенням між загальним виношенням їх урожаєм та кількістю, що повертається в ґрунт. Баланс може бути позитивним, якщо елементів живлення в ґрунт вноситься більше, ніж виноситься урожаєм, і негативним, якщо урожаєм їх виноситься більше, ніж повертається в ґрунт.

Прийоми та способи застосування добрив. Ґрунтово-кліматичні умови, рівень забезпечення рослин поживними речовинами значною мірою залежать від способів внесення добрив. Способи та строки внесення добрив визначаються біологічними і сортовими особливостями культур, попередників, ґрунтово-кліматичними умовами й організаційно-господарськими можливостями господарства. Основними способами застосування добрив є розкидний і локальний. За призначенням внесення добрив цими способами може бути основним, рядковим або підживленням.

Розкидний спосіб внесення добрив передбачає суцільний рівномірний розподіл їх по поверхні з наступним зароблянням у ґрунт при основному, передпосівному, припосівному внесенні, а також як підживлення. В разі оранки плугом із передплужником понад 80 % гранульованих добрив потрапляє в шар ґрунту 8 – 18 см, а за оранки без передплужника вони рівномірно розподіляються по всьому орному шару ґрунту. Якщо добрива заробляють у ґрунт культиваторами або боронами, 50 – 80 % їх залишається в шарі ґрунту 0 – 2 см, а 81 – 100 % - розміщується в шарі 0 – 6 см. За безвідвального обробітку добрива в ґрунті розподіляються локально [1, стор.25].

Локальний спосіб внесення добрив порівняно з розкидним дає змогу зменшити поверхню взаємодії добрива з ґрунтом, що сприяє кращому засвоєнню елементів живлення рослинами, підвищує врожайність зернових культур на 2 – 5 ц/га, зерна кукурудзи — на 5 – 8, картоплі, коренеплодів, овочевих культур — на 20 – 40 ц/га і більше. Підвищення врожайності за локального внесення пояснюють меншим вбиранням елементів живлення ґрунтом, кращим їх засвоєнням рослинами та меншими втратами газоподібних сполук азоту. Так, коефіцієнт використання фосфору з суперфосфату за цього способу внесення зростає в 2 – 3 рази. Локалізація калійних й особливо азотних добрив має менше значення, ніж фосфорних.

Підживлення — це внесення добрив під час вегетації рослин з метою посилення їх живлення в певні періоди розвитку і формування окремих органів рослин, сприяння відпливу поживних речовин, підвищення якості продукції. Підживлення за часом їх проведення поділяють на ранні (ранньовесняні) і пізні, за призначенням — на кореневі й позакореневі.

Позакореневе підживлення – це нанесення добрив на листки та інші надземні органи рослини. Проводять у період інтенсивної вегетації рослин переважно з метою підвищення якості продукції.

Внесення добрив у запас (періодичне) передбачає застосування такої їх кількості, яку треба внести протягом кількох років під 2 – 4 культури, причому фосфорно-калійні добрива вносять тільки один раз, азотні — щорічно [1, стор.25].

Застосування добрив з поливною водою передбачає їх внесення як на поверхню, так і в глиб ґрунту. Нині дедалі ширше використовують крапельне зрошення [1, стор.28].

Оптимізація живлення рослин. Життєдіяльність рослин, їх ріст і розвиток відбуваються в результаті постійного обміну речовин і енергії між рослиною та навколишнім середовищем. Інтенсивність і спрямованість процесів обміну визначають продуктивність сільськогосподарських культур та якість продукції.

Крім азоту, фосфору і калію у живленні рослин беруть участь 85 елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва, найважливішими з яких є 20 – 25. Більшість елементів живлення рослини вбирають із ґрунту.

Потреби рослин в елементах живлення різні. Одна й та сама рослина в різні періоди росту і розвитку неоднаково вимоглива до умов живлення [1, стор.28-29].

Рослини розвиваються і живуть завдяки повітряному і кореневому живленню. Листками вони засвоюють понад 95 % вуглекислого газу. З водних розчинів листки рослини засвоюють зольні елементи, азот і сірку. Проте основна кількість азоту, зольних елементів і води надходить в рослину крізь кореневу систему, яку слід розглядати як орган вбирання й синтезу поживних речовин. Різні культурні рослини характеризуються

неоднаковою здатністю кореневої системи щодо вбирання з ґрунту та добрив поживних речовин.

Інтенсивність засвоєння поживних речовин рослинами залежить від реакції ґрунту. Більшість культурних рослин краще розвивається на слабкокислих і нейтральних ґрунтах. За відношенням до кислотності ґрунту рослини поділяють на такі групи: дуже чутливі — люцерна, еспарцет, конюшина, гірчиця, ріпак, капуста, цибуля, часник, перець, столові, цукрові та кормові буряки, смородина; ці рослини дуже позитивно реагують на вапнування кислих ґрунтів підвищеними нормами вапна; середньочутливі — озима і яра пшениця, ячмінь, кукурудза, квасоля, горох, вика, соняшник, соя, кормові боби, салат, огірки, яблуна, слива, вишня; добре реагують на вапнування кислих ґрунтів помірними нормами вапна; малочутливі — овес, жито, просо, гречка, льон, кабачки, гарбузи, помідори, морква, редька, малина, агрус, груша; витримують помірну кислотність і позитивно реагують на вапнування невеликими нормами вапна, негативно реагують на підвищений вміст кальцію; стійкі — люпин, картопля, бруква, щавель, серадела; добре витримують підвищену кислотність, слабо реагують на вапнування [1, стор.30].

Чутливість рослин до реакції ґрунтового середовища з їх віком зменшується. За допомогою хімічної меліорації ґрунтів створюють оптимальні умови для розкриття рослинами своїх потенційних можливостей.

Оптимальні для нормального росту і розвитку рослин умови живлення створюються за рахунок водного і повітряного режимів, певного запасу доступних поживних речовин, концентрації ґрунтового розчину, інших чинників, більшість яких визначається агрохімічними властивостями ґрунту. Вплив ґрунту на врожайність культур пов'язаний із запасами в ньому елементів живлення, вологи, реакцією ґрунтового розчину, вмістом органічної речовини, його фізичними і біологічними властивостями. Радикальний спосіб впливу на поживний режим ґрунту та умови живлення рослин — застосування органічних і мінеральних добрив. Добрим фоном для підвищення ефективності органічних і мінеральних добрив є вапнування і гіпсування ґрунтів. Сумісне застосування вапнякових, органічних і мінеральних добрив сприяє підвищенню врожайності культур, родючості ґрунтів, збільшує оплату одиниці добрив.

Поєднанням способів і строків внесення добрив з агротехнічними заходами з урахуванням трансформації поживних речовин у ґрунті, динаміки їх вбирання підвищують ефективність добрив і знижують затрати праці.

На **оптимізацію живлення рослин** позитивно впливає комплексне застосування **засобів хімізації**, яке передбачає: доведення рН ґрунтового розчину до оптимального рівня за допомогою хімічної меліорації; забезпечення рослин достатньою кількістю поживних речовин ґрунту; посилення живлення рослин у критичні періоди їх росту з урахуванням

агрохімічних властивостей ґрунтів, біологічних особливостей культур, величини врожаю та його якості; знищення бур'янів; зведення до мінімуму негативного впливу хвороб і шкідників за допомогою засобів захисту рослин; позитивне вирішення екологічних проблем і збереження навколишнього природного середовища.

Склад рослин дуже різноманітний і залежить не тільки від їх фази росту і розвитку, а й від умов вирощування. За формування високих урожаїв у культурах посилюється колообіг речовин, що приводить до накопичення їх у рослинних рештках, збагачення якими ґрунту слід враховувати при застосуванні добрив. Винесення елементів живлення з ґрунту значною мірою залежить від їх вмісту в основній і побічній продукції врожаю [1, стор. 31].

Значення рослинних решток у підвищенні родючості ґрунту. Біологічні процеси, що відбуваються в ґрунті, значною мірою залежать від діяльності вищих рослин, зокрема їхніх корневих систем. Утворена рослинами органічна речовина включається в біологічний колообіг і внаслідок цього ґрунт збагачується. В агрофітоценозах, де частина надземної маси рослин відчужується з поля, органічна речовина утворюється в ґрунті в основному за рахунок корневих систем рослин, що беруть участь у біогенній акумуляції, перенесенні й перерозподілі елементів живлення у ґрунтовому профілі [конспект, стор.].

Роль бобових рослин у підвищенні родючості ґрунту не обмежується збагаченням його азотом і органічними рештками. Органічна маса бобових рослин багатша на кальцій і фосфор, які вони засвоюють з глибоких шарів ґрунту і тим самим збагачують верхні його шари [1, стор.32-33].

Зелене добриво, або сидерати, – надійний засіб підвищення родючості ґрунтів, особливо дерново-підзолистих легкого гранулометричного складу.

Сидеральні культури вирощують окремо в ущільнених або проміжних посівах. Повне, укiсне і комбіноване застосування проміжних культур як зеленого добрива — один з основних заходів підвищення продуктивності сiвозмін.

Здатність рослин мобілізувати біогенні елементи використовують при виробництві продукції рослинництва на забруднених радіонуклідами територіях. Одним з ефективних заходів зменшення вмісту цезію, стронцію та інших важких металів у продукції є добір культур, одні з яких вбирають незначну кількість радіонуклідів, а інші — засвоюють їх із ґрунту у великих кількостях. Відносно мало важких металів засвоюють зернові культури і багато — бобові (конюшина, люцерна, горох, квасоля та ін.). Тому на забруднених радіонуклідами територіях доцільно вирощувати зернові культури і картоплю, в бульбах якої менше важких металів, оскільки вони акумулюються в картоплинні.

Найнижчими рівнями забруднення зерна радіоцезієм характеризуються кукурудза, тритикале, просо, дещо вищі рівні

встановленні для ячменю, пшениці, жита, а рівень забруднення зерна вівса в 6 разів вищий, ніж зерна кукурудзи. Найбільший вміст радіоцезію в зерні гречки: в 11,6 рази вищий, ніж у зерні кукурудзи і в 5 разів - ніж у зерні проса.

Зернобобові культури забруднюються радіонуклідами більше, ніж зернові. Отже, зернові, зернобобові та круп'яні культури, вирощені в однакових умовах, значно різняться за вмістом радіоцезію в урожаї. Це дає змогу шляхом добору культур отримувати менш забруднену продукцію рослинництва для продовольчого використання за різних рівнів радіоактивного забруднення ґрунту.

Контрольні питання

1. Дати визначення системі удобрення. Які завдання системи удобрення?
2. Що передбачає система застосування добрив?
3. Що таке біогенні елементи? Які елементи необхідні для нормального росту і розвитку рослин?
4. Як визначається баланс основних елементів живлення рослин?
5. Що передбачає розкидний спосіб внесення добрив?
6. В чому полягає локальний спосіб внесення добрив?
7. Що таке підживлення та позакореневе підживлення?
8. Що означає внесення добрив у запас?
9. Дати характеристику технології застосування добрив з поливною водою.
10. Від чого залежить інтенсивність засвоєння поживних речовин рослинами?
11. Класифікація рослин за відношенням до кислотності ґрунту?
12. Вплив ґрунту на врожайність культур?
13. Що передбачає технологія комплексного застосування засобів хімізації для живлення рослин?
14. Охарактеризувати сільськогосподарські культури за винесенням з ґрунту елементів живлення урожаєм.
15. Яке значення мають рослинні рештки у підвищенні родючості ґрунту?
16. Яку роль грають бобові рослини у підвищенні родючості ґрунту?
17. Сидеральні культури як засіб підвищення родючості ґрунтів.
18. Фітомеліоративні заходи на забруднених радіонуклідами територіях.

2.1.5 Тема 4 «Хімічні меліорації: види, значення, основи технології»

Хімічна меліорація - це застосування хімічних речовин для поліпшення фізико-хімічних і фізичних властивостей ґрунтів, їх хімічного складу та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Основними способами хімічної меліорації є: вапнування кислих ґрунтів, гіпсування солонцюватих ґрунтів, кислування лужних ґрунтів, а також внесення мінеральних і органічних добрив [1, стор.34].

Природна кислотність ґрунту. У природних умовах кислотність ґрунту формується за перебігу підзолистого процесу ґрунтоутворення, внаслідок чого ґрунтовий вбирний комплекс насичується іонами водню й алюмінію, а ґрунтові колоїди теж мають виражені кислотні властивості. Підкислення ґрунту можливе також за тривалого застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив та в результаті засвоєння елементів живлення рослинами у вигляді іонів, що супроводжується виділенням еквівалентної кількості іонів водню.

Умовою успішного проведення вапнування є щонайповніше знання реального стану реакції ґрунту кожного поля не тільки за значенням рН, а й за природою ґрунтової кислотності [1, стор.35].

Більшість культур нормально розвивається за рН 6,5, коли створюються сприятливі умови для живлення рослин: наявність поживних речовин у доступних для рослин формах, достатня нітрифікаційна активність, задовільні умови для існування корисних ґрунтових мікроорганізмів, відсутність токсичних рухомих елементів — алюмінію та мангану, які в кислих ґрунтах утворюють важкорозчинні сполуки.

Серед показників фізико-хімічних властивостей ґрунту найбільше значення мають обмінно-вбирні катіони Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ і H^+ , з якими пов'язані поняття актуальної і гідролітичної кислотності, суми ввібраних основ, ступеня насичення ґрунтів основами. За цими та іншими показниками вибирають шляхи хімічної меліорації кислих чи засолених ґрунтів. Відомо, що прямий вплив кислотності або лужності ґрунту на розвиток рослин менший, ніж побічний, що призводить насамперед до різкого зниження ефективності мінеральних добрив, порушення збалансованості живлення елементами самого ґрунту та різкого погіршення його фізичних властивостей.

Основні площі кислих ґрунтів знаходяться на Поліссі та в Лісостепу. Найбільшу кислотність мають верхові торфовища й дерново-підзолисті ґрунти Полісся, дещо меншу – сірі і темно-сірі лісові ґрунти. Низька кислотність ґрунтового розчину характерна для опідзолених і вилужених чорноземів. У комплексі агрохімічних заходів, спрямованих на підвищення родючості кислих ґрунтів, основна роль відведена вапнуванню, що забезпечує глибоку, тривалу і різнобічну дію вапна на ґрунт і рослину.

Інтенсифікація землеробства на кислих ґрунтах. *Вапнування є важливою умовою інтенсифікації землеробства на кислих ґрунтах, підвищує їх родючість та ефективність мінеральних добрив, особливо азотних: ефективність застосування добрив на кислих ґрунтах на 30 – 40 % нижча, ніж на тих самих ґрунтах після вапнування [1, стор.37].*

Реакція рослин на наявність у ґрунті кальцію протилежна їх реакції на рН середовища. Рослини, які страждають від підвищеної кислотності, краще ростуть і розвиваються на ґрунтах, збагачених на кальцій, і навпаки.

Втрати кальцію з ґрунту можуть значно коливатись і залежать від багатьох чинників: кількості опадів, ступеня просочування вологи, гранулометричного складу ґрунту та його кислотності, норм вапна, складу та норм добрив, що вносяться, набору культур у сівозміні та їх урожайності тощо. Середньорічні втрати кальцію з орного шару ґрунту внаслідок його вимивання коливаються від 50 до 250 кг/га у перерахунку на СаО. Більші втрати спостерігаються на дерново-підзолистих ґрунтах і менші - на опідзолених і вилужених чорноземах.

Негативний баланс кальцію призводить до таких негативних наслідків: постійно зростають площі з підвищеною кислотністю ґрунту; знижується ефективність мінеральних добрив і не використані рослинами нітрати потрапляють у ґрунтові води; зменшується захисна здатність протистояння рослин до надходження в них важких металів і решток пестицидів; зростає рухливість гумусових сполук ґрунту.

Вапнування кислих ґрунтів - це захід тривалої дії, тому неякісне його проведення негативно позначається на родючості ґрунтів протягом багатьох років. У зв'язку з цим слід суворо дотримуватися рекомендованих норм, строків, способів, глибини заробляння, рівномірності внесення та черговості використання вапна на полях сівозміни. Норми вапна встановлюють за: гідролітичною кислотністю; для цього вміст водню, виражений у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту, множать на коефіцієнт 1,5, оскільки 1 мг-екв H^+ / 100 г ґрунту відповідає 1,5 т/га $CaCO_3$; цей метод найточніший; значенням рН сольової витяжки з урахуванням гранулометричного складу ґрунту; нормативами витрат вапна для зміщення значення рН на 0,1.

Застосовують такі технології вапнування ґрунтів: у разі пилюватих вапнякових матеріалів - прямотечійну з використанням машин РУП-8 та АРУП-8, а на полях, де використання цих машин неможливе, - перевалочну; у разі слабкопилюватих вапнякових матеріалів за невеликої відстані поля від складу або місця добування місцевих матеріалів (до 15 км) - прямоточну, за більшої відстані - перевалочну, яка нині є найпоширенішою [1, стор.42].

Хімічні меліорації на лужних ґрунтах. До *хімічної меліорації належить і гіпсування лужних ґрунтів* — солончаків, солонців та ґрунтів із різним ступенем солончакуватості і солонцюватості. Засолені

грунти поширені в Степовій та Лісостеповій зонах України, де займають площу близько 2,2 млн га орних земель. Концентрація легкорозчинних солей у них досягає 0,1 – 0,3 % [1, стор.42-43].

Гіпсування ґрунтів проводять за вмісту увібраного натрію понад 5 % ємності катіонного обміну. Витісняють увібраний натрій та нейтралізують ґрунт внесенням гіпсу, фосфогіпсу, сульфату заліза, сульфату алюмінію, хлориду або нітрату кальцію, дефекату, неорганічних кислот (сірчаної, соляної, азотної), кислих органічних відходів промисловості (лігнін) тощо.

Ефективне поліпшення солонцюватих ґрунтів і солонців можливе в разі комплексного застосування агротехнічних, меліоративних, агрохімічних і біологічних заходів, які мають охоплювати: внесення меліорантів; обробіток ґрунту чизельними розпушувачами на глибину 35 – 45 см або плантажну оранку на глибину 55 – 60 см; вирівнювання поверхні поля; регулювання поверхневого стоку, влаштування дренажу й промивного водного режиму за рахунок зрошення і снігозатримання; внесення органічних, зелених і мінеральних добрив; створення після меліорації сприятливого агробіологічного фону висіванням солестійких рослин (у перші роки - буркуну, суданської трави, люцерни, а в міру окультурення - ячменю, озимої пшениці, сорго, цукрових буряків).

Контрольні питання

1. Дати визначення хімічної меліорації. Які є основні способи хімічної меліорації?
2. Які хімічні меліорації проводять для усунення кислотності ґрунту? В чому їх сутність?
3. Де розповсюджені кислі ґрунти в Україні?
4. Технологія захисту рослин на кислих ґрунтах.
5. Які наслідки можуть бути при негативному балансі кальцію в ґрунті? Засоби боротьби з дефіцитом кальцію.
6. Які хімічні меліорації проводять для усунення лужності ґрунту? В чому їх сутність?

2.1.6 Тема 5 «Захист ґрунту від ерозії - метод збереження його енергопотенціалу»

Ерозія ґрунтів - це руйнування їх під впливом природних і антропогенних чинників, основними з яких є вода, вітер, механічна дія ґрунтообробних знарядь, забруднення середовища, витоптування тощо. Внаслідок ерозії ґрунтів втрачається значна частина родючих земель, катастрофічно знижується загальний рівень родючості орних земель [1, стор.44-45].

Залежно від чинників руйнування ґрунтів розрізняють водну, вітрову, агротехнологічну, антропогенну, пасовищну ерозію та ін. Водна ерозія поширена повсюдно, але найбільше - в районах з пересіченою місцевістю. Розрізняють площинну, або поверхневу, та лінійну, або яружну, водну ерозію. За площинної ерозії змиваються верхні шари ґрунту, за лінійної ґрунт розмивається з утворенням вимоїн і ярів. Площинна ерозія супроводжується руйнуванням і змиванням поверхневого шару ґрунту рівномірно по всій площі, при цьому втрачається найродючіший шар ґрунту. Розрізняють також іригаційну водну ерозію, яка виявляється у змиві ґрунту під час зрошення.

Розвиток водної ерозії залежить від рельєфу місцевості. Руйнування ґрунтів водою починається за кута нахилу території $1 - 2^\circ$.

За ступенем еродованості ґрунти поділяють на слабо-, середньо-, сильно- і дуже змиті. У слабозмитих ґрунтах зруйнована не більш як половина гумусового горизонту, трапляється на слабопологих схилах серед незмитих ґрунтів. У середньозмитих ґрунтах гумусовий горизонт зруйнований на $2/3$, знаходяться вони на пологих і стрімких схилах. У сильнозмитих ґрунтах повністю зруйнований гумусовий горизонт і частково — перехідний, залягають вони на стрімких і опуклих схилах. У дуже змитих ґрунтах повністю зруйновані як гумусовий, так і перехідний горизонти.

Руйнування поверхні ґрунту під дією сильних вітрів називають вітровою ерозією, або дефляцією. Вона виявляється у вигляді пилових (чорних) бур і місцевої (повсякденної) вітрової ерозії. Розпочинається за швидкості вітру 3 - 4 м/с на супіщаних, 4 - 6 м/с - на легкосуглинкових, 5 - 7 м/с - на важкосуглинкових і 7 - 9 м/с - на глинистих ґрунтах. Вітрова ерозія поширена у степових посушливих районах. Вітер зносить з полів верхній шар ґрунту (пилові бурі), видуває рослини або засипає посіви, зрошувальні системи ґрунтом і піском. Пилові бурі охоплюють великі території й повторюються періодично. Дрібні часточки ґрунту (менші за 0,25 мм) можуть переноситись на десятки, сотні, тисячі кілометрів від місця видування.

Кількісно процеси ерозії оцінюють за інтенсивністю втрат ґрунту, тобто в тоннах на гектар за рік або в міліметрах за рік. У цих одиницях вимірюють і швидкість процесів ґрунтоутворення. Порівнявши інтенсивність втрат ґрунту зі швидкістю ґрунтоутворення, можна оцінити ступінь небезпеки ерозії.

Ерозійні процеси за характером поділяють на нормальні і прискорені. Нормальна (геологічна) ерозія відбувається під природною рослинністю, не зміненою діями людини (цілинні степи, ліси, луки, пасовища та ін.). За своєю природою вона дуже повільна і, як правило, не призводить до утворення еродованих ґрунтів, тому що втрати ґрунту протягом року повністю компенсуються його утворенням. Прискорена (антропогенна) ерозія розвивається там, де внаслідок господарської діяльності людини

природну рослинність знищено, а територія використовується без урахування її природних властивостей. У цьому разі втрати ґрунту набагато вищі за його утворення, що призводить до різкого зниження родючості. Такій ерозії легше і дешевше запобігти, ніж боротися з її наслідками.

Останнім часом допустиму норму ерозії запропоновано встановлювати за швидкістю гумусоутворення у верхньому шарі ґрунту і за потребою органічного матеріалу для цього. Норма ерозії — це та гранична інтенсивність ерозії, яка компенсується ґрунтоутворенням, точніше, за визначенням М.М. Заславського, гумусонакопиченням.

Для різних типів ґрунтів встановлено такі норми ерозії (за М.К. Шиколою та ін.), т/га: дерново-підзолисті - 1; ясно-сірі та сірі ґрунти - 2; темно-сірі - 3; чорноземи вилужені - 5; чорноземи глибокі - 6; чорноземи звичайні - 4; чорноземи південні та каштанові ґрунти - 3.

Допустимі втрати ґрунту не повинні перевищувати 0,2 – 0,5 т/га за рік. Річні втрати ґрунту класифікують за такою шкалою, т/га: незначні - до 0,5; слабкі - 0,5 - 1,0; середні - 1,0 - 1,5; сильні - 5 - 10; дуже сильні - > 10.

Агротехнічні заходи щодо запобігання процесам ерозії ґрунтів.
Для запобігання процесам ерозії велике значення мають такі основні агротехнічні заходи: різноглибинний безполицевий обробіток ґрунту упоперек схилів з мульчуванням його стернею; безполицеве лущення та культивування із залишанням стерні на поверхні поля; щільювання ґрунтів на глибину 50 - 60 см упоперек схилів через кожні 5 - 7 м; терасування стрімких схилів, нарізування валів упоперек схилів, борознування та ямкування зябу; впровадження ґрунтозахисних сівозмін; внесення органічних і мінеральних добрив, у тім числі нетоварної частини врожаю - стебел кукурудзи, соняшнику, гички, сидератів, соломи; снігозатримання та регулювання сніготанення; залуження ерозійно небезпечних ділянок багаторічними травами; зміна структури посівних площ[1, стор.46-47].

До *лукомеліоративних* протиерозійних заходів належить: докорінне поліпшення пасовищ знищенням природних малопродуктивних трав, посівом і вирощуванням культурних трав; докорінна меліорація пасовищ, у тім числі із засоленими та солонцюватими ґрунтами; поверхневе поліпшення пасовищ; щільювання пасовищ і висівання трав; догляд за пасовищами; періодичне відновлення травостою пасовищ; загальне планування (вирівнювання) поверхні пасовищ і засипання вимоїн; виположування ярів у разі розчленування пасовищ ярами завглибшки до 10 м.

З *лісомеліоративних* протиерозійних заходів найважливішими є: полезахисні лісосмуги упоперек схилів для затримання поверхневого стоку, а також вітрозахисні лісосмуги, які влаштовують на межах полів сівозміни; насадження навколо ставів і водойм; суцільне або плямисте залісення еродованих чи ерозійно небезпечних земель (пісків, виходів

гірських порід на поверхню та інші ділянки землі, які непридатні для сільськогосподарського використання).

Гідротехнічні протиерозійні заходи доцільно застосовувати тільки тоді, коли інші неспроможні запобігти ерозії. До них належать спеціальні споруди для регулювання стоку: водозатримні вали - влаштовують на відстані, не ближче від трьох глибин яру від його вершини; вали-тераси – споруджують на ріллі для повного затримання стоку; вали-лимани та вали-шляхи – водозатримні гідротехнічні споруди на межі полів сівозміни; донні та вершинні водоскидні споруди (загати, лотки-швидкотоки, східчасті перепади, консолі та ін.).

Контрольні питання

1. Дати визначення ерозії ґрунтів. Види ерозії ґрунтів
2. Які є ґрунти за ступенем еродованості?
3. Характеристика нормальної та прискореної ерозії.
4. Які існують допустимі норми ерозії ґрунтів?
5. Які основні агротехнічні заходи щодо запобігання процесам ерозії ґрунтів?
6. Які існують лукомеліоративні протиерозійні заходи ґрунтів?
7. Перелічити найважливіші лісомеліоративні протиерозійні заходи ґрунтів.
8. В якому випадку застосовують гідротехнічні спеціальні споруди?

2.1.7 Тема 6 «Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства. поняття, основні ланки»

Диференційоване використання орних земель, контурно-смугова організація території. У боротьбі з ерозією як дуже негативним агроекологічним чинником велике значення має **ґрунтозахисна система землеробства** – комплекс природоохоронних заходів, які треба розробляти для кожного регіону й господарства. Основними її ланками є: контурно-меліоративна організація території з напрямними лініями обробітку ґрунту та системи сівозмін, ґрунтозахисного обробітку ґрунту, удобрення культур, захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників, машин і знарядь, насінництва.

Системи обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин у комплексі забезпечують ґрунтозахисні технології вирощування культур, які розробляють для кожної зони чи регіону. Всі ґрунтозахисні технології разом з протиерозійною організацією території, гідро-, лісо- та

лукомеліоративними заходами формують загальну або регіональну ґрунтозахисну систему землеробства.

Освоєння ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території забезпечує захист ґрунтів від ерозії та інших чинників деградації ґрунтового покриву, розширене відтворення родючості, формування екологічно стійких агроландшафтів, підвищення врожайності вирощуваних культур і валового збору сільськогосподарської продукції [1, стор.48].

Еколого-технологічні групи орних земель. *Еколого-технологічна група орних земель* – це землі, виділені й об'єднані в окремі групи з урахуванням стрімкості схилу, еродованості, інтенсивності використання при контурно-меліоративній організації території.

Перша група – рівнинні землі, а також схили до 3°. Сюди належать усі орні землі, технологічно придатні для вирощування просапних культур в інтенсивних польових сівозмінах.

Друга група - оброблювані землі на схилах від 3 до 7°. Тут застосовують інтенсивні зернотравні сівозміни без просапних культур.

Третя група - орні землі на схилах понад 7°, на яких важко проводити навіть найпростіші технологічні операції. Їх засівають багаторічними травами і вилучають із ріллі. Такі землі перетворюються на штучні сіножаті з сіяних багаторічних трав.

Агролісомеліорація - основа системи протиерозійних заходів. *Агролісомеліорація* - це система лісонасаджень, яка забезпечує поліпшення ґрунтових і кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур.

У поліпшенні природних умов для сільськогосподарського виробництва та запобігання негативним наслідкам його інтенсифікації (ерозія ґрунтів, забруднення та замулення водних об'єктів тощо) важливого значення набувають ефективно використання і відтворення лісових насаджень – захисне лісорозведення [1, стор.49-50].

Ця система передбачає: регулювання річок і закріплення ярів; будівництво протиерозійних ставів; зрошення; встановлення певного співвідношення площ ріллі, луків і лісу залежно від місцевих умов; використання більш пристосованих до степових умов сортів сільськогосподарських культур; застосування найдосконаліших прийомів обробітку ґрунту.

Агролісомеліоративні насадження й природні ліси в комплексі із сільськогосподарськими угіддями утворюють лісо-аграрні ландшафти, в яких створюються сприятливі умови для підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь та охорони навколишнього середовища.

Групи захисних лісових насаджень на сільськогосподарських землях. *Полезахисне лісорозведення* є найважливішою складовою частиною агролісомеліорації, яка передбачає поліпшення ґрунтово-кліматичних умов для вирощування сільськогосподарських культур і

захист ґрунтів від ерозії за допомогою створення полезахисних лісових смуг.

Лісові насадження зменшують швидкість вітру, затримують на полях сніг, сприяють підвищенню вологості ґрунту і повітря, поліпшують гідрологічний режим місцевості, знижують випаровування вологи з ґрунту, захищають його та сходи сільськогосподарських культур від видування [1, стор.51-55].

Полезахисні лісосмуги - це група захисних лісових насаджень, призначених для запобігання вітровій ерозії, поліпшення водного режиму ґрунту, захисту культурних рослин від посухи та шкідливого впливу суховіїв, збереження агроценозів тощо. Їх насаджують по межах полів та сівозмін і орієнтують уперек напрямку вітрів, які спричинюють пилові бурі чи повітряну посуху. Вони поліпшують мікроклімат поля, сприяють затриманню снігу й підвищенню врожаїв сільськогосподарських культур.

Полезахисні смуги характеризуються ажурністю, або відношенням площі просвітів у поздовжньому профілі лісових смуг до загальної площі цього профілю. Ажурність визначають, коли дерева повністю вкриті листям.

В агрономічному та меліоративному плані найефективнішими є лісосмуги продувної конструкції, найменш ефективними - лісосмуги щільної конструкції, ажурні – займають проміжне місце.

За складом деревних порід лісові смуги бувають простими, якщо складаються з однієї породи, і змішаними, якщо до їх складу входять декілька деревних або деревні і чагарникові породи. Прості за складом лісосмуги більш придатні для створення вузьких вітроламних ліній зі швидкорослих порід із густою кроною (тополі) або насаджень у специфічних лісорослинних умовах (бідні піщані, заболочені ґрунти тощо), асортимент дерев для яких обмежений.

Полезахисні лісові смуги здебільшого змішані, вони характеризуються кращим ростом, вищою біологічною стійкістю порівняно з простими насадженнями.

У зонах недостатнього і нестійкого та надмірного зволоження на схилах від 1 до 6° лісосмуги поєднують з водоспрямувальними земляними валами та валами-канавами. На захищених лісовими насадженнями полях зменшується швидкість вітру, що запобігає видуванню ґрунту, затримуються сніг і поверхневий стік води, захищається ґрунт від змиву й розмиву, змінюється мікроклімат, поліпшуються водний, повітряний і поживний режими ґрунту та умови розвитку сільськогосподарських культур.

Ґрунтозахисні властивості рослин. Здатність посіву певного виду рослин захищати ґрунт від ерозії характеризують показником середньовиваженого значення проектного покриття ґрунту рослинами в ерозійно небезпечний період. У сівозміні цей показник визначають у

відсотках. Залежно від покриття поверхні поля сільськогосподарські культури виявляють різну ґрунтозахисну здатність. Надійний захист ґрунтів забезпечують багаторічні та однорічні трави, добре розвинені озимі, ранні ярі зернові й зернобобові культури [1, стор.55].

Протиерозійну роль рослин широко використовують у ґрунтозахисному землеробстві – ґрунтозахисні сівозміни, смугове розміщення культур, вирощування культур суцільної сівби, застосування буферних смуг, залуження схилів ділянок багаторічними травами.

Для боротьби з ерозією ґрунтів на схилах влаштовують полезахисні та водорегулювальні лісосмуги, засаджують яри, піски і землі, непридатні для сільськогосподарського використання. Густа трав'яниста рослинність оберігає ґрунт від водної та вітрової ерозій, але найнадійніше його захищають дерева і чагарники, особливо в посушливих районах країни.

Ґрунтозахисні сівозміни. *Ґрунтозахисними* називають сівозміни, в яких набір, розміщення і чергування сільськогосподарських культур забезпечують підвищення врожайів, захист ґрунтів від водної та вітрової ерозій, створюють умови для підвищення родючості еродованих та ерозійно небезпечних земель. Впровадження цих сівозмін у виробництво поєднують із контурно-меліоративною організацією території, яка включає спорудження різних водорегулювальних систем, смугове розміщення посівів, залуження відповідно до змитості ґрунту, стрімкості схилу та ґрунтозахисної ефективності культур.

Залежно від співвідношення зернових і кормових культур ґрунтозахисні сівозміни бувають польові та кормові. Ці сівозміни здебільшого розміщують на середньо - та сильнозмитих ґрунтах, а також на ерозійно небезпечних площах зі схилами 3 - 7°. В них передбачають переважно 2 - 3-річне використання багатоконпонентних сумішей трав, озимі зернові культури та однорічні 2 – 3-укісні суміші; просапні культури виключаються або використовуються лише за смугового розміщення культур.

Добираючи культури для ґрунтозахисних сівозмін, особливу увагу треба звертати на те, як вони задовольняють потреби господарства, забезпечують захист ґрунтів від ерозії, сприяють підвищенню родючості еродованих ґрунтів, впливають на роботу машино-тракторних агрегатів під час сівби, догляду за посівами та збирання врожаю[1, стор.56].

Кулісні, смугові, проміжні, сумісні посіви. *Кулісні посіви* — це смуги або окремі рядки високорослих рослин, висіяних у паровому полі впоперек напрямку панівних вітрів з метою зменшення сили вітру, затримання й накопичення снігу, захисту озимих культур і багаторічних трав від вимерзання. Такі посіви практикують у Степовій та Лісостеповій зонах з використанням соняшнику, кукурудзи, сорго, білої гірчиці та

інших високорослих культур, їх культивують також для збільшення запасів води в ґрунті та боротьби з ерозією.

Смуговими називають посіви, коли поле зайняте не однією культурою чи паром, а кількома культурами, які розміщують не суцільно, а точно чергують окремими смугами (стрічками) з метою забезпечення захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозій. Для захисту від водної ерозії смугові посіви влаштовують на схилах понад 2° і протяжністю 150 - 200 м, для захисту від вітрової ерозії - перпендикулярно до напрямку панівних вітрів або з допустимим відхиленням від нього.

Проміжні посіви в сівозмінах є важливим резервом збільшення виробництва продукції рослинництва та протеїну, а також біологічним протиерозійним засобом. Проміжними посівами називають посіви сільськогосподарських рослин у період часу, вільний від вирощування основних культур сівозміни. Введення їх у сівозміну дає змогу вирощувати два врожаї за один рік на одній і тій самій земельній площі [1, стор.58-60].

Сумісними називають посіви двох або кількох культур на корм (зернофураж), висіяних одночасно чи в різні строки автономно - стрічками, смугами. Збирають їх одночасно в один транспортний засіб або окремо.

Залежно від мети із сумісних посівів можна отримувати: корми з більшим вмістом протеїну; посів, що не вилягає, завдяки наявності в ньому виду або сорту з такою властивістю; суміш компонентів з різними періодами вегетації.

Залуження земельних ділянок. Дуже важливим напрямом зменшення інтенсивності ерозійних процесів, деградації сільськогосподарських агроландшафтів і ґрунтового покриву є вилучення з обробітку та зі складу ріллі земельних ділянок із сильно- й середньоеродованими ґрунтами під постійне їх залуження або залісення.

Під залуження багаторічними травами рекомендується відводити землі схилів понад 5°. Залуження ерозійно небезпечних ділянок багаторічними травами застосовують, як правило, у місцях проходження великих мас води під час злив і сніготанення: залужені водотоки, водопідвідні улоговини, найстрімкіші ділянки довгих схилів із середньо- та сильнозмитими ґрунтами, кювети вздовж доріг, сильно еродовані ділянки схилів [1, стор.61-62].

Ґрунтозахисна здатність багаторічних трав першого року використання становить 92 %, другого – 97, третього – 99 %, тоді як однорічні суміші (горох, вика, овес або кукурудза з горохом і викою) .- тільки 65 %.

При освоєнні схилів під кормові угіддя основною вимогою є запобігання виникненню або зведення до мінімуму ерозії під час залуження. Тому всі види обробітку ґрунту та підготовки його до посіву трав проводять лише упоперек схилів.

Найефективнішим ґрунтозахисним заходом є смугове залуження схилів. У перший рік залуження оброблювані смуги завширшки 25 – 30 м чергують з необроблюваними завширшки 10 – 20 м залежно від стрімкості схилів, зайнятих природним травостоєм, що на початку освоєння схилів слугує захисним буфером від змивання і розмивання ґрунту. Після утворення міцної дернини під посіяними багаторічними травами (через 1 – 2 роки) готують під залуження смуги з природним травостоєм. Для залуження добирають найбільш урожайні та стійкі багаторічні трави з урахуванням екологічних умов їх вирощування (еродованість, реакція ґрунтового розчину, умови вологозабезпечення) та призначення травостою.

Для створення сіяних травостоїв перевагу віддають бобово-злаковим травосумішам, які продуктивніші за чисті посіви, оскільки більше сприяють підвищенню родючості ґрунту, стійкіші проти витоптування тваринами, довговічніші, краще збалансовані за поживними речовинами.

Для залуження схилових угідь Полісся та Лісостепу із бобових використовують конюшину, синьогібридну люцерну, зі злакових - безостий стоколос, лучну вівсяницю, лучну тимофіївку, збірну грястицю, багатоукісний та пасовищний райграс.

У південно-східних районах Лісостепу та Степу в травосуміші включають безостий стоколос, лучну кострицю, високий райграс, безкореневищний пирій та посухостійкіші рослини - прямий стоколос, сизий пирій, вузьколистий житняк та ін. Із бобових компонентів для залуження схилів використовують еспарцет і синьогібридну люцерну, а в південних районах – жовту та жовтогібридну люцерну, на засолених ґрунтах – білий та жовтий буркун.

У Степовій зоні найоптимальнішими травосумішами є: на північних схилах – люцерна із сизим або повзучим пирієм; на південних, менш родючих, – піщаний еспарцет зі стоколосом, житняком, райграсом.

Залуження схилів проводять напровесні або влітку, коли в ґрунті є достатня кількість продуктивної вологи. Весняні посіви трав добре розвиваються в роки з достатнім зволоженням, особливо в разі створення значних запасів вологи з осені. У посушливі роки вищі врожаї дають трави, висіяні влітку на добре обробленому ґрунті. Кращий час для сівби – липень - перша половина серпня (не пізніше).

Для формування кореневої системи та врожаю надземної маси багаторічні трави потребують фосфорних і калійних добрив, які підвищують зимостійкість рослин, урожайність та якість продукції на всіх ґрунтах.

Способи та прийоми ґрунтозахисного консерваційного обробітку. Мінімальний обробіток ґрунтів забезпечує їх захист від ерозії, сприяє збереженню вологи, економить енергію. Тому його називають ґрунтозахисним і енергозберігаючим, а також консерваційним.

Останнім часом у закордонних країнах дедалі частіше використовують так званий *консерваційний обробіток*, в основу якого покладено застосування чизель-культиватора, що забезпечує суцільне розпушення на глибину 10 см. У глибших шарах ґрунт залишається частково не розпушеним, у вигляді захованих гребенів, що сприяє регулюванню стоку води та запобігає змиву родючого шару.

Консерваційна система об'єднує всі різновиди ґрунтозахисних способів обробітку ґрунту. В ній переважають безполицеві способи, за яких на поверхні поля зберігаються післяжнивні рештки, але не заперечується доцільність періодичної оранки з перевертанням скиби. Співвідношення відвального та безвідвального обробітку визначають з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов, особливостей рельєфу, виду культур сівозміни.

У системі консерваційного ґрунтозахисного обробітку ґрунту застосовують переважно безполицевий, роторний і комбінований способи.

Консерваційний обробіток ґрунту придатний за всіх природних умов з такими різновидами: на кам'янистих ґрунтах доцільно застосовувати чизельні знаряддя; на ущільнених – важкі робочі органи типу параплау (англійський плуг); в умовах достатнього зволоження – загінний і гребневий обробітки; на ґрунтах з доброю водопроникністю – пряму сівбу або нульовий обробіток.

Консерваційний обробіток ґрунту дає змогу підвищити виробіток і знизити витрати на виробництво продукції рослинництва без зниження величини врожаю. Водночас ґрунт краще захищається від ерозії та несприятливого ущільнення.

Системи ґрунтозахисного обробітку. Система ґрунтозахисного обробітку - це сукупність заходів основного і поверхневого способів полицевого, безполицевого, роторного й комбінованого обробітків ґрунту на різну глибину, які здійснюються машинами і знаряддями, а також комбінованими агрегатами. Сучасні ґрунтозахисні системи мають бути енерго-ресурсозберігаючими та нерозривно пов'язаними з іншими елементами технологій виробництва продукції рослинництва.

Обробіток ґрунту здійснюють за такими системами: під ярі культури – зяблевий, передпосівний, післяпосівний; обробіток ґрунту під озимі культури.

Система ґрунтозахисного обробітку ґрунту має забезпечити: зменшення або повне усунення поверхневого стоку; підвищення протиерозійної стійкості ґрунтових часточок; краще проникнення в ґрунт води.

Головною теоретичною основою ґрунтозахисної системи є обробіток ґрунту без перевертання скиби, тобто розпушення його зі збереженням стерні на поверхні поля для запобігання ерозії та зменшення випаровування ґрунтової вологи.

В умовах достатнього зволоження важливими ґрунтозахисними заходами обробітку ґрунту є: оранка впоперек схилу; контурний обробіток; оранка з ґрунтопоглиблювачами або плугом з вирізними полицями; комбінована полицево-безполицева оранка; ступінчаста оранка, за якої парні полиці плуга встановлюють на 10 – 12 см глибше; оранка з одночасним формуванням на полі протиерозійних борозен, валів, переривчастих борозен і ямок; плоскорізний обробіток зі збереженням стерні; смугове розпушування ґрунту; щілювання ґрунту і посівів, кротування, борознування та ямкування; мінімальний обробіток.

Систему ґрунтозахисного обробітку застосовують під час основних і передпосівних робіт. Основний обробіток ґрунту та сівбу на схилах проводять лише впоперек або по горизонталях. При цьому кожна борозна, кожен гребінь ріллі і рядок висіяної культури перешкоджають поверхневому стоку, зменшують змив і збільшують запаси вологи в ґрунті.

Залежно від застосовуваних знарядь розрізняють такі види основного ґрунтозахисного обробітку ґрунту: полицевий — оранка з перевертанням скиби, кришінням і переміщенням ґрунту на глибину від 16 – 18 до 32 – 40 см; безполицевий — глибоке розпушування, перемішування ґрунту плугами без полиць, дисковими плугами, культиваторами-розпушувачами (чизелями); поверхневий (на 6 – 8 см) і мілкий (10 – 14 см) — розпушування полицевими та дисковими луцильниками, дисковими боронами, культиваторами, фрезерними барабанами; плоскорізний із залишенням стерні в місцях вітрової ерозії; виконують культиваторами-плоскорізами на глибину від 12 – 14 до 22 – 24 см, а в разі потреби — агрегатом з голчастими боронами.

Основний обробіток ґрунту проводять восени на парових полях, навесні після збирання культур у зайнятих парах, у системі зяблевого обробітку під ярі культури, після збирання озимих проміжних, ранніх ярих сумішок та зернових культур під післяукісні, післяжнивні й озимі проміжні посіви.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять на парових і непарових полях під посіви озимих, навесні — під посіви ранніх і пізніх ярих, влітку — під посіви післяукісних і післяжнивних кормових та зернових культур для вирівнювання поверхні, накопичення і збереження вологи, очищення поля від бур'янів.

Для кращого використання запасів вологи в орному й посівному шарах ґрунту, отримання дружніх сходів застосовують поверхневий обробіток спеціальними комбінованими агрегатами з дисковими або плоскорізними робочими органами. Вони кришать і розпушують ґрунт на глибину 6 – 8 см і повністю підготовлюють його до сівби. В агрегат можуть входити також сівалка, туковисівні апарати для внесення добрив, легкі котки або шлейфи для післяпосівного коткування чи

вирівнювання поверхні ґрунту. Ефективне також фрезерування, після якого ґрунт цілком готовий до сівби.

Обробіток ґрунту по контурах - складова частина контурно-меліоративної організації території та ґрунтозахисної системи землеробства, яка передбачає контурне (в напрямку горизонталей) проведення всіх операцій щодо вирощування та догляду за рослинами.

В основу ґрунтозахисної системи обробітку ґрунту покладено принцип мінімізації та відмову від перевертання скиби. Перевагами ґрунтозахисної безплужної системи обробітку ґрунту є мобільність технологічних операцій, велика ширина захвату, висока продуктивність роботи плоскорізів, дискових і голчастих борін. Мобільність дає змогу виконувати технологічні операції у найоптимальніші терміни, що сприяє збереженню вологи у ґрунті та знищенню бур'янів. Це дуже важливо для закриття вологи у ґрунті. Дискові борони, плоскорізи чи комбіновані агрегати мають йти слідом за силосо- чи зернозбиральним комбайном, щоб максимально використати післяжнивну стиглість ґрунту. В цьому разі можна розраховувати на отримання дружніх сходів озимих культур навіть у посушливі роки. Посів у ґрунт, мульчований рослинними рештками, не потребує ранньовесняного боронування для закриття вологи. Система ґрунтозахисного обробітку має бути легкозмінною залежно від умов погоди та вологості ґрунту.

На схилових землях система безплужного обробітку ґрунту охоплює щілювання ґрунту та посівів озимих культур і багаторічних трав. На неглибоких блюдцях для запобігання вимоканню посівів озимих культур і багаторічних трав проводять глибоке щілювання ґрунту в два сліди навхрест з виходом двох проходів щілювання за межі блюдець.

Систему ґрунтозахисного обробітку ґрунту розробляють не тільки для сівозмін, а й для кожної культури, відповідних полів і ділянок. Основою цієї системи обробітку є детальний аналіз і врахування ґрунтових, кліматичних та економічних умов. Навіть в одній і тій самій зоні найкраща система обробітку для одного господарства може виявитись непридатною для іншого, з іншими економічними можливостями й забезпеченістю трудовими ресурсами, особливо для господарств, які різняться ґрунтовим покривом, складом вирощуваних культур і структурою посівів.

Ґрунтозахисна техніка. У системі ґрунтозахисного обробітку ґрунту застосовують культиватори, плоскорізи, чизель-культиватори, щілинорізи, дискові ямкоутворювачі [1, стор.63-65].

Культиватори, плоскорізи КПШ-5 і КПЕ-3,8 та інші призначені для лущення стерні і дискування ґрунту після зернових колосових на глибину 12 – 18 см.

Чизель-культиватори «Консертіль» спереду обладнані прямими дисками, а ззаду - напівгвинтовими наральниками-чизелями, закріпленими на рамі в три ряди, та чизельними плугами ПЧ-4,5 і ПЧ-2,5, які комплектуються стрілочастими лапами завширшки 270 мм для обробітку

грунту на глибину до 30 см і розпушувальними лапами завширшки 70 мм для обробітку ґрунту на глибину до 45 см.

Конструкція рами чизельних плугів ПЧ-4,5 і ПЧ-2,5 дає змогу начіплювати змінні пристрої - відповідно ПСТ-4,5 і ПСТ-2,5, призначені для додаткового розпушування верхнього шару ґрунту, вирівнювання поверхні й часткового подрібнення високостеблових рослинних решток. Вони найефективніші на весняних роботах, а також восени за основного обробітку ґрунту під озимі зернові культури.

Універсальним знаряддям у системі ґрунтозахисного обробітку є плуг «Параплау», який розпушує ґрунт на глибину до 40 см, але не перемішує його, не ущільнює підорний горизонт, не створює гребенів на поверхні поля. Він успішно працює на різних за гранулометричним складом ґрунтах і в широкому інтервалі їх вологості, на полях з великою масою післяжнивних решток і на луках. Оброблені цим плугом ґрунти мають добру водопроникність і навесні висихають на 4 – 6 днів раніше, ніж після оранки з перевертанням скиби.

Культиватори-плоскорізи-глибокорозпушувачі КПГ-250А, ПГ-3-5, ГУН-4, ПГ-3, КПГ-2-150, КПГ-2,2, КПШ-9 та інші призначені для обробітку ґрунту на глибину 20 – 30 см. Обробіток ґрунту плоскорізними знаряддями ефективний за посушливих умов на ґрунтах легкого гранулометричного складу та на полях, які зазнають переважно вітрової ерозії.

Щілинорізами ЩП-3-70, ЩП-2-140 щілюють зяб, що зменшує змив ґрунту у 2 – 3 рази, сприяє додатковому накопиченню вологи і значно підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Щілювання проводять упоперек схилу на глибину 60 – 70 см. На слабкозмитих ґрунтах щілини нарізають через кожні 12 – 15 м, на середньозмитих — через 8 – 10 м, на сильнозмитих — через 3 – 4 м. Нарізають щілини також на посівах озимих культур, багаторічних трав і на пасовищах.

Дисковий ямкоутворювач ЛОД-10 та пристосування ПЛДГ-5, ПЛДГ-10 до луцильників ЛДГ-5, ЛДГ-10 призначені для проведення ямкування і переривчастого борознування зябу на складних схилах, що запобігає змиванню ґрунту. Ці види робіт можна виконувати і після пізньоосінньої оранки за допомогою пристрою ППЕ-10, який прикріплюють до культиватора КПГ-4 або КРН-4.

Ямкування доцільно застосовувати на схилах до 5°, а переривчасте борознування - на стрімкіших схилах.

Культиватори КПС-4 і КПЕ-3,8 використовують в агрегаті із зубовими боронами для вирівнювання поверхні та передпосівної культивації ґрунту. Комбінованим ґрунтообробним агрегатом АПК-2,5 за один прохід можна підготувати ґрунт для сівби озимих та інших культур. Стерньовою сівалкою СЗС-2,1 за один прохід виконують культивацію, внесення мінеральних добрив, сівбу та післяпосівне коткування, що запобігає висушуванню ґрунту та забезпечує дружні сходи озимих, кращий

їх розвиток восени порівняно з оранкою, після якої ґрунт пересихає більше.

Застосування структуротворних та захисних стабілізаційних синтетичних препаратів. Поряд з агротехнічними та агролісомеліоративними застосовують і хімічні заходи боротьби з ерозією, які поліпшують структурно-агрегатний стан ґрунтів, підвищують їх стійкість до ерозії [1, стор.67-68].

Процес структуротворення зводиться в основному до того, що окремі гранули ґрунту та групи його часточок вкриваються колоїдними плівками, які сприяють їх послідовному склеюванню в комплекси. Дуже велике значення в цьому мають органічні колоїди, особливо розчинний гумус. Підвищену клеючу здатність мають органічні речовини типу гумінової та ульмінової кислот, які утворюють водотривкі пористі грудочки агрономічно цінної структури.

Структуроутворення потребують насамперед щільні суглинкові та глинисті ґрунти. Для створення й відновлення агрономічно цінної структури застосовують: посів багаторічних трав; обробіток ґрунту у фізично стиглому стані; вапнування кислих ґрунтів, гіпсування солонців і солонцюватих ґрунтів; внесення органічних і мінеральних добрив; додавання до ґрунту невеликої кількості структуроутворювальних речовин, які поліпшують водостійкість його структури.

Для створення водостійкої структури використовують синтетичні латекси, бітумні емульсії, відходи нафтової промисловості, високомолекулярні сполуки — полімери та співполімери, які складаються в основному з похідних акрилової, метакрилової та малеїнової кислот (криліуми).

Криліуми можна вносити в сухому або рідкому (краще) стані, в ґрунті вони перетворюються на нерозчинні полімери.

Більшість криліумів істотно поліпшує водостійкість структури ґрунту в разі внесення їх у кількості 0,05 – 0,10 % маси ґрунту. Широкого застосування криліуми не набули через високу їх вартість. Дедалі частіше застосовують латекси у чистому вигляді або в сумішах з емульсіями мінеральних масел, а також відходи, які містять лігнін, наприклад сульфатно-спиртову барду, сульфатно-бардовий концентрат, лігносульфати кальцію та амонію.

Структурно-агрегатні властивості ґрунту поліпшуються в разі внесення в ґрунт негашеного вапна та сульфату заліза(III) в кількості 1,4 – 3 % маси сухого ґрунту за співвідношення 1,8...2 : 1.

Ефективні також такі синтетичні препарати: К-4-співполімер поліакриламід у та гідролізованого поліакрилонітрилу — високов'язкий водний розчин концентрацією 8 – 10 %; перед внесенням у ґрунт препарат розбавляють водою до потрібної концентрації (0,05, 0,10, 0,20 % маси ґрунту), в разі його застосування (0,10 %) зберігається понад 60 % водостійких агрегатів (> 0,25 мм) протягом трьох років; поліакриламід

(ПАА) в дозі 500 кг/га сприяє збільшенню на 50 % кількості водостійких агрегатів у безструктурному дерново-підзолистому ґрунті; його ґрунтозміцнювальна дія триває 2 – 3 роки; найдоцільніше поліакриламід застосовувати в дозі 0,045 % маси ґрунту на дерново-підзолистих ґрунтах важкого гранулометричного складу; дивініл-стирольний латекс марки СКС-50Г виявляє найвищу ґрунтозакріплювальну ефективність; максимальна водостійкість часточок ґрунту спостерігається в разі застосування латексу та емульсії вазелінового масла у співвідношенні 1 : 9.

Високу ґрунтозахисну дію хімічні препарати виявляють на ерозійно небезпечних ґрунтах. Застосування цих препаратів слід поєднувати з іншими ґрунтозахисними заходами, наприклад із залуженням. Значна протиерозійна ефективність на схилових ґрунтах забезпечується поєднанням залуження та закріплення поверхні ґрунту поліакриламідом чи латексом після висівання багаторічних трав.

Контрольні питання

1. Дати визначення ґрунтозахисній системі землеробства. Її основні ланки.
2. Охарактеризувати загальну (регіональну) ґрунтозахисну систему землеробства.
3. Що розуміють під еколого-технологічними групами орних земель? Характеристика цих груп.
4. Дати визначення агролісомеліорації. Що вона передбачає?
5. Які існують групи захисних лісових насаджень на сільськогосподарських землях? Їх функції.
6. В чому полягають ґрунтозахисні властивості рослин?
7. Яким чином добирають культури для ґрунтозахисних сівозмін?
8. Дати визначення й охарактеризувати кулісні посіви.
9. Дати визначення й охарактеризувати смугові посіви.
10. Дати визначення й охарактеризувати проміжні посіви.
11. Дати визначення й охарактеризувати сумісні посіви.
12. Технологія залуження земельних ділянок.
13. Технологія ґрунтозахисного консерваційного обробітку.
14. Визначення системи ґрунтозахисного обробітку. Технологія проведення ґрунтозахисного обробітку.
15. Які види основного ґрунтозахисного обробітку ґрунту?
16. Що покладено в основу ґрунтозахисної системи обробітку ґрунту?
17. Яка ґрунтозахисна техніка використовується для ґрунтозахисного обробітку ґрунту?
18. Технологія структуротворних та захисних стабілізаційних синтетичних препаратів. Де вона використовується?
19. Що розуміють під ґрунтозахисними сівозмінами?

2.2 Рекомендації по підготовці до практичної роботи

2.2.1 Завдання на підготовку до практичної роботи за темою «Управління базовими елементами систем землеробства».

Для виконання практичної роботи з дисципліни потрібно вивчити теоретичний матеріал, який потрібний для розуміння сутності розрахунків і створення аналізу отриманих даних. Самоперевірка засвоєння знань здійснюється за допомогою «Контрольних питань для самоперевірки», які наводяться наприкінці.

Частина I. Сучасні агротехнології

Сучасні агротехнології являють собою комплекси технологічних операцій з управління продукційним процесом культур в агроценозах з метою досягнення планованої врожайності та якості продукції при забезпеченні екологічної безпеки та певної економічної ефективності. Агротехнології пов'язані в єдину систему управління агроландшафтів через сівозміни, системи обробітку ґрунту, добрива та захисту рослин, тобто є складовою частиною адаптивно-ландшафтних систем землеробства.

Екстенсивні технології орієнтовані на використання природної родючості ґрунту без застосування добрив та інших хімічних засобів або з дуже обмеженим їх використанням.

Нормальні технології забезпечені мінеральними добривами та пестицидами в тому мінімумі, який дозволяє освоювати ґрунтозахисні системи землеробства, підтримувати середній рівень окультуреності ґрунтів, усувати дефіцит елементів мінерального живлення, що знаходяться в критичному мінімумі і давати задовільний якість продукції. У цих технологіях використовуються пластичні сорти зернових.

Інтенсивні технології розраховані на отримання запланованого врожаю високої якості в системі безперервного управління продукційним процесом культури, що забезпечує оптимальне мінеральне живлення рослин і захист від шкідливих організмів і вилягання. Інтенсивні технології припускають застосування інтенсивних сортів і створення умов для більш повної реалізації їх біологічного потенціалу. Інтенсивні технології реалізуються з використанням вітчизняної серійної техніки, сортів, добрив та імпортованих пестицидів.

Високоінтенсивні технології розраховані на досягнення врожайності культури, близької до її біологічного потенціалу із заданою якістю продукції за допомогою досягнень науково-технічного прогресу при мінімальних екологічних ризиках. Ці технології відносяться до категорії точного землеробства, яке передбачає гнучке управління всіма процесами з можливим просторовим дозволом в 20 м² і менше.

Оцінка просторової однорідності земель по комплексу показників для адаптивних технологій точного землеробства. Основою технології точного землеробства є диференційоване вплив на систему «грунт-рослина», що забезпечує високу ефективність використання земель з урахуванням їх просторової неоднорідності, для чого використовуються методи просторового позиціонування. Це дозволяє в реальному часі здійснити принцип управління зі зворотним зв'язком у будь-якій точці сільськогосподарського поля і тим самим більш раціонально використовувати ресурси і суттєво знизити вплив на навколишнє природне середовище.

Просторові неоднорідності стану земель змінюються в часі і формуються в результаті особливостей як фізико-хімічних і біологічних показників ґрунтової середовища, так і неоднорідним впливом зовнішніх кліматичних збурень і технологій управління. Вплив кліматичних факторів (сонячної радіації, опадів, температури, випаровування) на просторову неоднорідність земель пов'язано з рельєфом місцевості, а вплив технологій управління обумовлено недосконалістю використовуваних технологій вирощування сільськогосподарських культур і машин. Просторова неоднорідність сільськогосподарських посівів є результуючою по відношенню до стану ґрунтового покриву та мікроклімату, хоча має і своє джерело - початкову неоднорідність посівного матеріалу. Неоднорідності стану посівів і ґрунтового середовища, як і умовно постійні неоднорідності мають повільно змінюються показники, що характеризують ділянки поля з неоднаковим рівнем родючості, так і випадкові високоінтенсивні мікропоказники.

Як видно, необхідно скласти такий набір показників, який представляв би досить повну інформацію для диференціювання земель на відносно однорідні робочі ділянки з метою вибору для них оптимальних технологічних управлінь (технологій точного землеробства). У даний комплекс повинні входити показники: агрохімічних та екологічних властивостей ґрунтового середовища; кліматичних умов сільськогосподарського поля; агрономічної ефективності земельних ділянок.

Для оцінки однорідності (неоднорідності) земельних ділянок за комплексом показників доцільно застосовувати деякі положення теорії множин.

Стосовно до розглянутої проблеми, безліч це сукупність точок, в яких виробляються спостереження за показниками. Фіксоване безліч T , з точок якого t складаються множини A_1, A_2, \dots, A_n називається **простором**. Якщо точка t міститься в A_i або належить множині A_i , то позначають $t \in A_i$; якщо ж t не належить A_i , то $t \notin A_i$. Множина точок, які одночасно

належать як A_1 , так і A_2 , записується: $A_1 \cap A_2$. Операція об'єднання множин A і B у множину C зображується як $C = A \cup B$. Множина, що складається з множин, називається класом.

Задачу комплексної оцінки однорідності земельних ділянок за багатьма показниками можна вирішити, ґрунтуючись на аналізі розподілу точок у багатовимірному просторі, елементами якого є результати спостережень. Для цього в якості математичної моделі досліджуваного земельної ділянки будемо розглядати багатовимірний простір C_T - дискретна множина T точок t , на якому задано m -мірних випадкових векторів, кожен з яких відповідає комбінації з m показників, вимірюваних в локальному об'єкті спостереження:

$$C_t = \lambda_{t1}, \lambda_{t2}, \dots, \lambda_{ti}, \dots, \lambda_{tm}, \quad (1)$$

де λ_{ti} - компонента вектора, тобто одномірна випадкова величина, відповідна одному з показників t -го об'єкта. Завдання вирішується в припущенні, що λ_{ti} розподілені приблизно нормально, з математичними очікуваннями M_{ti} і рівними дисперсіями σ^2 для всіх $t \in T$. Простір C_T вважається однорідним, якщо для будь-якої пари множин C_s і C_k містять n_s і n_k елементів матиме місце рівність

$$1 \left| n_s \sum_{t \in S} M_{ti} - 1 \right| n_k \sum_{t \in k} M_{ti} = \{0, 0 \dots 0\} \quad (2)$$

для всіх $s, k \in T$, тобто якщо будь-яке представлення його у вигляді двох множин не приведе до істотних відмінностей у математичних очікуваннях випадкових величин M_{ti} . Рівність (2) розглядається в якості перевіряється нуль-гіпотези. Статистичний аналіз однорідності полягає у встановленні правила для перевірки нульової гіпотези, сутність якої полягає у визнанні того, що розглянуті вибірки є представниками однієї генеральної сукупності і розподіл фактичних даних узгоджується з теоретичним. Оцінка однорідності земель за багатьма показниками може проводитися з використанням критерію

$$v(T_s, T_k) = (n_s + n_k - 1) | n_s * n_k (n_s + n_k) \quad (3)$$

$$\left\{ \sum_{i=1}^m \left[\left(n_k \sum_{t \in T_s} x_{tj} - n_s \sum_{t \in T_k} x_{tj} \right)^2 \right] \right\} \left| \left[\sum_{t \in T_k \cup T_s} x_{tj}^2 - 1 \right] (n_s + n_k) \left(\sum_{t \in T_k \cup T_s} x_{tj} \right)^2 \right\}$$

і його порівняння з теоретичним $\chi^2_{1-\alpha}(m)$ – розподілом Пірсона.

У формулі (3) $\mathcal{G}(T_s, T_k)$ - функція, задана на множині T_{sk} ; x_{ij} - значення j -го показника у t -го досвіду, що належить множині T_{sk} ; n_{sk} - число повторювань (років спостережень), причому $n_{sk} > 2$, тобто формула (3) застосовна тоді, коли на конкретному об'єкті є дві і більше повторності визначення показників;

m - кількість показників, вимірюваних на об'єкті (земельній ділянці), або так зване «число ступенів свободи», тобто це число класів, значення яких можна задати довільно;

α - рівень значимості.

Фізичний сенс параметрів n_{sk} і m в тому, що вони характеризують ступінь агрохімічної, мікрокліматичної і агрономічної вивченості земельних ділянок.

За формулою (3) для кожної з пар об'єктів (земельних ділянок) підраховуються значення критерію і результати записуються у вигляді матриці:

$$\begin{matrix} v(T_1, T_2), v(T_1, T_3), \dots, v(T_1, T_k) \\ v(T_2, T_3), \dots, v(T_2, T_k) \\ \dots \\ v(T_s, T_k) \end{matrix} \quad (4)$$

Якщо гіпотеза про однорідність множин, що перевіряється, вірна, то критерій (3) являє собою значення випадкової величини, що розподіляється за законом $\chi^2_{1-\alpha}(m)$ - розподілу при рівні значущості α і m ступінь свободи. У матриці (4) з усіх значень критеріїв вибирається мінімальне, яке порівнюється з $\chi^2_{1-\alpha}(m)$. Якщо $\min \mathcal{G}(T_s, T_k) > \chi^2_{1-\alpha}(m)$, то перевірка припиняється і всі об'єкти розглядаються як істотно розрізняються між собою. Тому гіпотеза про однорідність земельних ділянок приймається, якщо $\mathcal{G}(T_s, T_k) \leq \chi^2_{1-\alpha}(m)$ і відхиляється якщо $\mathcal{G}(T_s, T_k) > \chi^2_{1-\alpha}(m)$. Значення $\chi^2_{1-\alpha}(m)$ встановлюється залежно від рівня значущості α і числа ступенів свободи (m), тобто кількості показників, вимірюваних на земельній ділянці. Питання про те, який рівень значущості а прийняти, не може бути вирішене методами математики: він залежить від характеру розглянутої задачі. Зазвичай при обробці результатів вимірів його значення приймають у межах 0,05-0,1 (Аристов А. І. та ін., 2006). Враховуючи, що в сільськогосподарському дослідному справі використовується рівень ймовірності 0,95 (Обладунків Б. А., 1973), прийнятий рівень значимості $\alpha = 0,05$. Таблиця функції χ^2 складена за двох аргументів: одним з них є ймовірність, іншим - число ступенів свободи. Модель дозволяє використовувати до 30 показників

тому, що в таблицях допустимих значень χ^2 є дані тільки для $m \leq 30$, хоча χ^2 можна розрахувати і для $m > 30$.

Контрольні питання

1. Охарактеризувати сучасні агротехнології.
2. Які показники входять в комплекс технологій точного землеробства?
3. За якою формулою виконується комплексна оцінка однорідності земельних ділянок? Охарактеризувати показники.
4. У чому полягає фізичний сенс параметрів n_{sk} і m ?
5. Яким чином перевіряється гіпотеза про однорідність?
6. Як оцінюється однорідності земель за допомогою критерію $v(T_s, T_k)$?

Частина II. Інформаційне забезпечення високих технологій.

Основи методології точного землеробства пов'язані з появою географічних інформаційних систем (ГІС), глобальних супутникових систем позиціонування (ГСП) з безпосереднім введенням інформації в бортовий комп'ютер і сільськогосподарських машин із можливістю регулювання інтенсивності технологічних операцій (норм висіву, внесення добрив і засобів захисту рослин) по ходу руху трактора по робочому ділянці. При цьому вирішальну роль у цьому процесі відіграє вдосконалення інформаційного забезпечення методів прийняття рішень - моделей, методів підтримки рішень, баз даних і знань, експертних систем.

В основі точного землеробства лежить управління продуктивністю посівів, враховує варіацію параметрів довкілля рослин.

Розвиток інформаційних технологій йде по шляху створення експертних систем, баз даних і баз знань. Сучасне програмне керування в точному землеробстві здійснюється шляхом попереднього дослідження варіації властивостей ґрунтового покриття та складання електронної карти земельної ділянки на стаціонарному комп'ютері. Програма диференційованої по робочій ділянці технології також розробляється на базі цього комп'ютера, який використовується в режимі «offline». Розроблена програма записується на дискету і вводиться в бортовий комп'ютер, який реалізує її виконання. При застосуванні іншого способу управління «online», керована величина, наприклад, вміст азоту в рослинах, вимірюється безпосередньо в процесі руху агрегату по робочому ділянці. Поточне значення дефіциту азоту використовується безпосередньо для вироблення керуючого сигналу, командувача внесенням тієї чи іншої дози азотного добрива. Для застосування технологій точного землеробства

необхідне оснащення с.-г. підприємства спеціальним обладнанням і програмним забезпеченням, зокрема потрібно:

- навігаційна система: глобальна система позиціонування (ГСП) з введенням даних в бортовий комп'ютер. Саме з появою ГСП відкрилися принципові можливості для переходу від традиційної технології до тієї, в якій можна змінювати вплив на агроєкосистеми з урахуванням варіації властивостей ґрунтового покриву на робочій ділянці;
- мобільна техніка для збирання зернових і коренеклубнеплодів з диференційним виміром величини врожаю і складанням карт варіації врожайності;
- апаратура для дослідження мінливості параметрів ґрунтово-екологічних умов у межах робочої ділянки з використанням автоматизованих засобів, що дозволяє складати електронні карти в автоматизованому режимі;
- робочі органи з комп'ютерним управлінням технологічними операціями (норма висіву, дози внесення агрохімікатів, біопрепаратів, біогумусу);
- стаціонарний комп'ютер з програмним забезпеченням, що виконує ведення картотеки робочих ділянок з використанням геоінформаційних систем (ГІС);
- аналіз варіації характеристик ґрунтового і рослинного покривів;
- формування програми та її запис на дискету;
- бортовий комп'ютер з програмним забезпеченням, що реалізує програму управління і здійснює: прийом сигналів від ГСП та інших датчиків в процесі руху агрегату по робочій ділянці;
- накопичення вимірних даних з використанням ГІС-технології;
- формування керуючих сигналів для диференційованого виконання тих чи інших технологічних операцій.

Інформаційно-керуючі системи (ІУС, ІМС - Information Management) є атрибутом технологій точного землеробства. Вони включають сукупність методів, алгоритмів і програм, що забезпечують збір, накопичення і зберігання даних, їх обробку і формування програм реалізації агротехнології. У структуру ІУС входять: база атрибутивно-графічних даних, що реалізована в системі ГІС, наприклад, з використанням програмного продукту MapInfo; база знань, що здійснює прогностичні розрахунки і формує на їх основі керуючі програми; оболонка системи, що є сполучною ланкою між окремими підсистемами; інтерфейс користувача, що дозволяє здійснювати спілкування людини з комп'ютером в режимі діалогу.

У базі даних накопичується і зберігається вся інформація, що відноситься до конкретного господарства, робочих ділянок, оброблюваних культур і їх сортів, архівна та поточна метеорологічна інформація необхідна для створення технологічних рішень.

Дані, що відносяться до кожної робочої ділянки, формуються в системі географічних координат, що дозволяють здійснювати «прив'язку» ГСП-сигналу в процесі реалізації технології.

Центральною ланкою ІУС є база знань, що представляє собою сукупність в різній мірі формалізованих правил, процедур трансформацій й інтерпретацій, алгоритмів аналізу вихідної інформації по об'єкту. Існують два типи моделей - моделі, керовані знаннями, і моделі, керовані даними. Моделі, керовані знаннями (експертні системи), формують всі елементи агротехнології і технологію в цілому. Моделі, керовані даними (динамічні моделі), здійснюють прогностичні функції на всіх етапах формування та реалізації агротехнологій. Оболонка системи здійснює передачу управліннь тієї чи іншої підсистеми для реалізації її функцій в реальному часі. Призначенням інтерфейсу є організація діалогу з програмним продуктом мовою користувача.

Інформаційно-довідкова система по оптимізації землекористування. Необхідність оптимізації ресурсозберігаючих технологій землеробства обумовлена щорічно зростаючими питомими витратами на виробництво рослинницької продукції.

Автоматизований аналіз ефективності ресурсозберігаючих агротехнологій в умовах конкретного господарства можна проводити з використанням локальної інформаційно-довідкової системи по оптимізації землекористування - ЛІССОЗ (Васенев І. І. та ін., 2002, 2004), яка включає інформаційно-розрахункові, нормативні та довідкові бази даних, інформаційно-аналітичні модулі для реалізації оціночних, прогностичних та оптимізаційних завдань. Розрахунки можуть проводитися за трьома базовими рівнями інтенсивності застосування технологій: екстенсивна, нормальна та інтенсивна. При цьому використовуються типові технологічні карти вирощування культур з диференційованими поправками на рівень технології і значення планованого врожаю в умовах конкретного господарства.

Інформаційно-довідкова система орієнтована на оптимізацію розміщення культур (сортів) і вибір (коригування) прийомів обробки ґрунтів, доз і строків внесення добрив і засобів захисту рослин. Найбільш важливими нормативно-довідковими базами даних є: характеристика робочих ділянок; вимоги культур до попередників (перед попередників), вологи, тепла і ґрунту; норми агрокліматичних параметрів; типові технології обробітку культур; нормативи витрат на вирощування культур, економічного ефекту або збитку.

Основні інформаційно-аналітичні модулі включають: вибір культури для робочої ділянки; оцінку і уточнення потенційної врожайності з урахуванням мікрокліматичних умов, агротехнічних і організаційно-технологічних обмежень; розрахунок виносу біофільних елементів з урожаєм і коригування розрахункового врожаю і балансу NPK з урахуванням ґрунтово-агрохімічних обмежень і розрахункової

рентабельності технології; вибір та адаптацію базової агротехнології до умов робочої ділянки, а також оперативне її коригування.

Довідкова база даних по робочій ділянці включає: загальну характеристику (площа, рельєф, віддаленість від об'єктів виробничої інфраструктури); склад ґрунтового покриву (основні і неосновні ґрунти, ґрунтові комбінації); середні значення основних параметрів родючості; відомості по попередниках і їх врожайності; дані щодо застосування добрив і меліорантів за останні три роки (для розрахунку доз добрив) і 10-20 років (для книги історії робітничої ділянки).

До групи ґрунтових параметрів входять: кислотність, вміст гумусу і потужність гумусового горизонту, вміст доступних форм NPK.

База даних по культурі включає: назву культури, період вегетації і фази розвитку, калорійність, коефіцієнт водоспоживання, сума частин основної і побічної продукції, нормативи виносу та окупності NPK, коефіцієнти зниження врожайності на змитих ґрунтах, стандартна вологість культури.

Загальний інформаційний модуль по господарству містить дані по: економіці, енергозабезпеченості, нормі опадів по місяцях і декадах, константи для визначення ФАР і радіаційного балансу.

Картографічне геоінформаційне забезпечення включає електронні карти рельєфу, ґрунтів, мікроклімату, структури землекористування та ін., В результаті синтезу яких створюються карти агроекологічних типів і видів земель. При суміщенні карт робочих ділянок з відповідними базами даних формуються тематичні картосхеми їх меліоративного поліпшення і більш раціонального використання.

Інформаційно-довідкова система дозволяє послідовно вирішувати приватні задачі: вибір оптимальної культури по попереднику; розрахунок врожаю культури по приходу ФАР; розрахунок врожаю за вологозабезпеченості вегетаційного періоду; розрахунок врожаю по приходу ФАР, температури повітря та опадам; розрахунок врожаю, забезпеченого рентабельним застосуванням добрив; вибір оптимальної системи обробітку ґрунту під плановану культуру.

Контрольні питання

1. Яке обладнання і програмне забезпечення необхідне для застосування технологій точного землеробства?
2. Перелічіть дані що входять до інформаційно-аналітичних модулів
3. Яку інформацію потрібно мати по робочій ділянці?
4. Які параметри характеризують ґрунт?
5. Які показники потрібно включати в базу даних по культурі?
6. Які задачі вирішує інформаційно-довідкова система?

2.2.2 Порядок проведення практичної роботи

- 1) Отримання студентом індивідуального завдання;
- 2) Проведення розрахунків за допомогою формул, що описані в п. 2.2.1.
Примітка: приклад розрахунку наводиться в Методичних вказівках до практичних занять з дисципліни «Управління агроєкосистемами» (Основна література №2);
- 3) Побудова таблиць з отриманими розрахунковими даними;
- 4) Створення аналізу результатів розрахунків;

При виконанні практичних робіт студент повинен вміти:

- розраховувати ступінь екологічної стійкості ландшафту;
- оцінити просторову однорідність земель за комплексом показників.

2.2.3 Порядок оформлення протоколу практичної роботи та її подання і захист.

- 1) Найменування практичної роботи.
Примітка: приклад титульного листа наводиться в Методичних вказівках до практичних занять з дисципліни «Управління агроєкосистемами» (Основна література №2);
- 2) Вихідні дані, що надаються викладачем індивідуально кожному студенту;
- 3) Методика виконання розрахунків (формули, діаграми, графіки);
- 4) Таблиці результатів розрахунків.
- 5) Аналіз отриманих результатів.
- 6) Захист роботи.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТА

Для контролю знань студентів з дисципліни «Управління агроєкосистемами» використовується модульна форма контролю. Дисципліна поділена на 3 модулі. В цілому на курс відводиться 50 балів: 30 балів на теоретичну частину курсу (ЗМ-Л1-30 балів) і 20 балів на практичне заняття (ЗМ-П1 – 10 балів, ЗМ-ІЗ – 10 балів).

Після оволодіння розділами програми виконується поточний та підсумковий контроль самостійної та індивідуальної роботи знань студентів у вигляді контрольних робіт та усного опитування. Інтегральна оцінка засвоєння студентами знань та вмінь з дисципліни складається з оцінок, одержаних за різними модулями. В інтегральну оцінку входять оцінки з кожного модулю зі своєю вагою, яка відображає:

- значимість даного модулю з точки зору засвоєння студентами базових знань та умінь;

- ритмічність роботи студентів, тобто виконання студентами контрольних заходів з даного модулю в термін, який встановлено навчальним планом дисципліни.

Суми балів, які отримав студент за всіма змістовними модулями дисципліни в семестрі, формують кількісну оцінку за підсумками контрольних заходів. Оцінки виставляються у поточних інтегральних відомостях. Питання про виставлення семестрового заліку за підсумками модульного контролю розглядається тільки за умови, що фактична сума балів за практичну та теоретичну частину складає не менше 50%. В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчальний план.

Після вивчення дисципліни студенти повинні оволодіти **базовими знаннями**:

- технологій біогумусу в сільськогосподарському виробництві;
- технологій підтримання балансу біогенних елементів;
- методів мінімізації обробітку ґрунту;
- технологій підтримання балансу біогенних елементів.
- технологій хімічної меліорації:
- методів ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства.

Після виконання завдань студенти повинні оволодіти **вміннями**:

- розраховувати ступінь екологічної стійкості ландшафту;
- оцінювати просторову однорідність земель за комплексом показників.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи студентів

з дисципліни **«УПРАВЛІННЯ АГРОЕКОСИСТЕМАМИ»**

для студентів II курсу з спеціальності – 8.04010505 «Агрометеорологія»,
рівня підготовки – магістр

Укладач: к. геогр. н., доцент Жигайло О.Л.

Підпис до друку

Формат

Папір друк. №

Умовн. друк. арк.

Тираж

Зам. №

Одеський державний екологічний університет,
270016, м. Одеса, вул. Львівська, 15
