

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ



АГРОТЕХНОЛОГІЇ

конспект лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціальності G3 «Електрична інженерія»
денної форми здобуття вищої освіти

МИКОЛАЇВ
2026

УДК 631.171:631.3

A26

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 18.05.2026 р., протокол №8

Укладачі:

Олексій САДОВИЙ – канд. техн. наук, завідувач кафедри агроінженерії;

Ірина СУКОВІЦИНА – асистент кафедри агроінженерії.

Рецензенти:

Андрій СТАВИНСЬКИЙ – канд. техн. наук, доцент кафедри судових електротехнічних систем НУК ім. Адмірала Макарова;

Лариса ВАХОНІНА – канд. техн. наук, доцент кафедри електроенергетика, електротехніка та електромеханіка МНАУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЛЕКЦІЯ 1 «ОСНОВИ АГРОТЕХНОЛОГІЇ».....	5
ЛЕКЦІЯ 2 «ВИКОНАННЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ».....	10
ЛЕКЦІЯ 3 «ПРИГОТУВАННЯ ТА ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ».....	15
ЛЕКЦІЯ 4 «ПОСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР».....	22
ЛЕКЦІЯ 5 «ДОГЛЯД ЗА РОСЛИНАМИ»	26
ЛЕКЦІЯ 6 «ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ».....	29
ЛЕКЦІЯ 7 «ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В АГРОТЕХНОЛОГІЯХ»	35
ЛЕКЦІЯ 8 «ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ».....	39
ЛЕКЦІЯ 9 «ГІДРОПОНІКА»	47
ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА:	53

ВСТУП

Сучасне сільське господарство неможливе без впровадження інноваційних технологій, автоматизованих систем і енергозберігаючих рішень. У цьому контексті дисципліна «Агротехнології» відіграє ключову роль у формуванні фахових компетентностей майбутніх інженерів-електриків аграрного профілю. Вона забезпечує міждисциплінарний зв'язок між технікою, енергетикою та агровиробництвом.

Вивчення цієї дисципліни необхідне майбутньому фахівцю з кількох ключових причин:

- **Розуміння об'єктів автоматизації:** Інженер-електрик не просто обслуговує мережі, він керує складними процесами. Щоб проектувати та експлуатувати системи штучного клімату в теплицях, автоматизований полив або комп'ютерні системи фертигації у гідропоніці, потрібно чітко розуміти біологічні та технологічні потреби рослин.

- **Інтеграція цифрових технологій:** Новітні агротехнології (AgTech) базуються на системах точного землеробства, роботі IoT-датчиків, використанні БПЛА (дронів), супутниковому моніторингу та машинного зору. Саме інженер-електрик забезпечує безперебійне енергоживлення, зв'язок та функціонування всієї цієї мікропроцесорної техніки й сенсорних систем.

- **Енергоефективність та сталий розвиток:** Оптимізація витрат енергії під час основного обробітку ґрунту, приготування добрив чи збирання врожаю є критичним завданням для зменшення собівартості продукції. Знання агротехнологічних вимог дозволяє інженеру впроваджувати енергозберігаючі рішення та правильно розраховувати навантаження на електричні системи підприємства.

Таким чином, цей курс формує універсального спеціаліста. Він дає розуміння того, як, де і чому застосовуються інженерні рішення в аграрному секторі, що дозволить випускнику бути затребуваним на ринку праці та забезпечувати технологічне оновлення сучасного сільського господарства.

ЛЕКЦІЯ 1 «ОСНОВИ АГРОТЕХНОЛОГІЇ»

Агротехнології (англ. Agricultural technology) – технології у сільському господарстві, метою яких є підвищення врожайності, ефективності та рентабельності. Сільськогосподарські технології можуть бути продуктами, послугами або програмами, що покращують різні процеси введення та або виведення. Результатом досягнень агрономії та сільськогосподарського машинобудування стали прикладні розробки в аграрній техніці.

Агротехнології не слід плутати з агротехнікою. Цим терміном прийнято називати прийоми та методи, що стосуються агрономії та землеробства, тоді як Agtech насамперед передбачає використання сучасної техніки та інформаційних технологій, спроектованих спеціально для сільського господарства.

У ХХ столітті відбувся великий прогрес у сільськогосподарських технологіях: розробка синтетичних добрив та пестицидів, нової техніки, включаючи серійні трактори та сільськогосподарські літаки для повітряного застосування пестицидів. Важливими досягненнями вважаються сільськогосподарська пластмаса, генетично модифіковані культури, поліпшення крапельного зрошення та безгрунтові технології землеробства, такі як гідропоніка, аквапоніка та аеропоніка.

У ХІ столітті технології інформаційної доби набули ширшого застосування. Сільськогосподарські роботи, безпілотники та трактори без машиністів регулярно застосовуються у фермерських господарствах, тоді як цифрове сільське господарство та точне землеробство використовують великий збір даних та обчислень для підвищення ефективності фермерських господарств.

До сучасних агротехнологій прийнято відносити:

- Сільськогосподарське використання безпілотних літальних апаратів
- Супутникове фотографування агропромислового земельного фонду
- Спостереження та аналіз за зростанням урожаїв за допомогою (Internet of Things, інтернет речей) IoT -датчиків (кліматичних, мікробіологічних, хімічних та ін.)

- Відстеження фаз росту та якісних характеристик культур за допомогою машинного зору
- Використання штучного інтелекту з метою аналізу інтенсивності зростання врожаю та внесення змін до технологічних карт вирощування
- Використання мікрометеорології та машинних методів керування, які враховують точний прогноз погоди
- Автоматизоване зрошення та керовані комп'ютером системи поливу
- Управління світлом та теплом в умовах закритих приміщень та теплиць
- Інтелектуальний програмний аналіз для прогнозування фітозахворювань та шкідників,
- Використання біотехнологій
- Гідропоніка, технологія безпідставного землеробства
- Використання машинного та глибокого навчання для аналізу ефективності агровиробництва

Агротехнології дозволяють підтримувати єдину систему управління агроландшафтом через сівозміни, системи обробітку ґрунту, добрива та захисту рослин, тобто є складовою адаптивно-ландшафтних систем землеробства. При цьому вони мають індивідуальне значення, яке визначається насамперед особливостями сорту, оскільки кожному типу сорту (за призначенням, інтенсивністю та іншими параметрами) відповідає певна система управління продукційним процесом та структурна модель агроценозу.

Методологія формування агротехнологій полягає у послідовному подоланні факторів, що лімітують урожайність культури та якість продукції. Кількість їх залежить від складності екологічної обстановки та рівня запланованої врожайності. Тим самим значною мірою визначається зміст агротехнологій і технологічних карт, що розробляються на їх основі.

Рівень інтенсифікації агротехнологій у конкретному агрогосподарстві вибирається залежно від виробничо-ресурсного потенціалу товаровиробника. За наявності сортів інтенсивного типу та агрохімічних ресурсів, необхідних для

оптимального харчування рослин та інтегрованого захисту від хвороб та шкідливих організмів, практикуються інтенсивні технології з постійною технологічною колією для догляду за посівами.

Якщо не дозволяє рівень кваліфікації фахівців, забезпеченість ресурсами чи агроекологічні умови сільськогосподарського підприємства (посушливість клімату, складний ґрунтовий покрив, рельєф та ін.), слід орієнтуватися на традиційні агротехнічні прийоми, що виконуються з урахуванням захисту ґрунтів від ерозії та дефляції, в яких використовуються пластичні сорти. рослин, агрохімічні засоби застосовуються в режимі компенсації гострих дефіцитів елементів живлення, усунення підвищеної кислотності, солонцюватості ґрунтів та захисту рослин від уражень шкідливими організмами.

Комплексна механізація аграрного виробництва - це система організації та ведення виробничих процесів, за яких усі технологічні операції (виращування сільськогосподарських культур, збирання врожаю, його післязбиральну обробку і закладання на зберігання) виконують машини в певній послідовності.

Залежно від наявності в господарстві засобів інтенсифікації виробництва (насіння, добрив, засобів хімічного захисту рослин, машин, палива тощо) запроваджують екстенсивні, нормальні, інтенсивні й високоінтенсивні технології. Нормальні технології забезпечують реалізацію біологічного потенціалу вирощуваних сортів більш ніж на 50 %, інтенсивні більш ніж на 65, високоінтенсивні більш ніж на 85 %.

У сільськогосподарському виробництві якість продукції значною мірою залежить від того, як і коли проведено роботи. Якщо їх виконано в найкращі строки і за всіма правилами агротехніки, вплив несприятливих природних чинників значно послаблюється. Тільки правильна підготовка агрегатів і своєчасний контроль за виконанням механізованих робіт, особливо їх виконавцем - трактористом-машиністом сільськогосподарського виробництва, забезпечать високі врожаї за мінімальних затрат праці.

Система землеробства – це комплекс взаємопов'язаних агротехнічних, меліоративних і організаційних заходів, спрямованих на ефективне

використання землі, підвищення родючості ґрунту, вирощування високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур.

Екстенсивне землеробство – це система ведення господарства, за якої зростання обсягу продукції досягається розширенням оброблюваних земельних площ. За екстенсивної системи землеробства родючість ґрунту відновлюється природним шляхом без активного втручання людини.

В Україні впроваджено *інтенсивні системи землеробства*, що прийшли на зміну екстенсивним. Інтенсивні системи землеробства передбачають найраціональніше використання всіх сільськогосподарських угідь, застосування ефективних способів підвищення врожаю і родючості ґрунту.

В Україні найпоширенішими є такі інтенсивні системи землеробства:
зернопросапна, плодозмінна, просапна, сидеральна.

Кожній із цих систем притаманні свої комплексні складники (ланки):

- порядок використання землі в сівозмінах, а також на ділянках поза сівозмінами;
- система механічного обробітку;
- система удобрення;
- меліоративні та культуртехнічні заходи;
- комплекс заходів боротьби з хворобами та шкідниками сільськогосподарських культур, з бур'янами в посівах і забур'яненістю ґрунту;
- система запобіжних заходів щодо ерозії ґрунту та боротьби з її наслідками;
- заходи охорони навколишнього середовища від забруднення;
- система сортового насінництва;
- спеціальні агротехнічні заходи (строки сівби, норми висіву насіння, змішані посіви тощо).

За *зерно-просапної системи землеробства*, крім зернових культур, вирощують просапні – кукурудзу, цукровий буряк, соняшник та інші, які вимагають ретельного обробітку ґрунту і внесення достатньої кількості органічних і мінеральних добрив.

За *плодозмінної системи землеробства* під зерновими культурами зайнято до 50 % ріллі, а на решті площі вирощують просапні та бобові культури, чисті пари замінюють зайнятими.

За *просапної системи землеробства* на більшій частині ріллі вирощують просапні культури.

За *сидеральної системи землеробства* на легких ґрунтах вирощують зернові, картоплю і сидеральні культури.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Яка різниця між агротехнологією та агротехнікою.
2. Сільськогосподарські технології, що це.
3. Що включають в себе сучасні агротехнології.
4. Що таке комплексна механізація аграрного виробництва.
5. Які ви знаєте складники системи землеробства.

ЛЕКЦІЯ 2 «ВИКОНАННЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ»

Обробіток ґрунту - це механічна дія на ґрунт робочими органами машин і ґрунтообробних знарядь з метою створення найкращих умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Завдання обробітку: створення розпушеного орного шару для регулювання водного, повітряного, теплового й поживного режимів ґрунту, а також оптимальних умов розвитку кореневої системи с-г рослин; знищення бур'янів, шкідників та збудників хвороб культурних рослин; загортання у ґрунт післяжнивних решток, органічних і мінеральних добрив; захист ґрунту від ерозії; забезпечення умов загортання насіння на оптимальну глибину та догляд за посівами.

Технологічні процеси, які виконуються під час обробітку ґрунту: перевертання, розпушування, кришіння, перемішування, вирівнювання та ущільнення.

Приєм обробітку ґрунту – це одноразова дія на ґрунт ґрунтообробними машинами і знаряддями. **До них відносять:** оранку, лушення, культивуацію, боронування, шлейфування, коткування, фрезування, плоскорізний обробіток.

Основний обробіток ґрунту - перший, найбільш глибокий обробіток після збирання попередньої культури, який суттєво змінює будову кореневмісного шару. Він може бути **полицевим** (полицевими знаряддями з повним або частковим перевертанням його шарів), **безполицевим** (без перевертання шарів), **глибоке рихлення з підрізанням бур'янів** (культивуація, чизелювання).

Поверхневий обробіток ґрунту – це лушення, культивуація, боронування, шлейфування, прикочування з глибиною не більше 16 см..

Спеціальний обробіток ґрунту - фрезування (торф'яні ґрунти), плантажа оранка (під багаторічні насадження), ярусна оранка (при меліорації солонців, а також дерново –підзолистого ґрунту), лункування , щілювання, кротування.

Оранка - найбільш важливий прийом основного обробітку ґрунту. Застосовують плуги різних конструкцій.



Оборотні плуги



Навісні плуги

Види оранки: Оранка на глибину до 20 см називається **мілкою**, 20-22 - **звичайною**, понад 22 - **глибокою**, а понад 40 см - **плантажною**.

Є два основних **способи оранки**: загінна і реверсивна (гладенька).

В свою чергу загінна оранка може бути виконана **всклад або врозгін**. Техніка загінної оранки починається з поділу поля на загінки прямокутної форми. Довжина загінки відповідає довжині поля, а ширина її кратна ширині захвату орного агрегата. **Оранку всклад** починають з середини загінки, а в кінці її агрегат повертають вправо. **Оранку врозгін** починають з правого боку загінки, а в кінці її агрегат повертають вліво. **При оранці всклад** посередині загінки утворюється звальний гребінь, а при оранці **врозгін** – розгінна борозна.

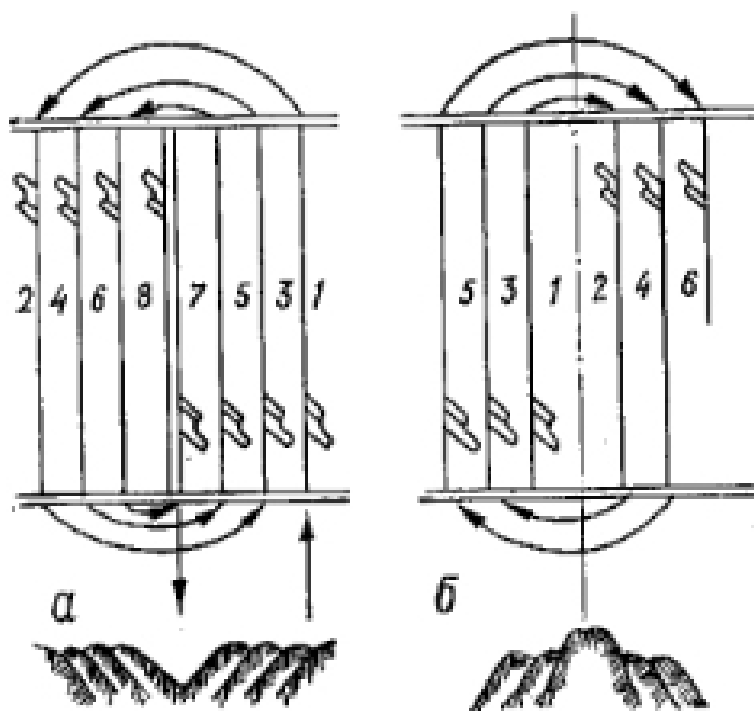


Схема загінної оранки врозгін (а), всклад (б)

Для зменшення кількості гребенів і борозен поле розбивають на непарну кількість загінок - три, п'ять і т.п. Перед початком оранки відбивають розворотні смуги, які обробляють врозгін після того як поле зорано. На двох перших проходах виконують технологічне регулювання плуга для досягнення необхідної якості виконання оранки. Після оранки поля вирівнюють розгінні борозни наліпним плугом, перший корпус якого заглиблюють на необхідну глибину, а останній працює на мінімально можливій глибині або ковзає по поверхні оранки. Гладеньку оранку застосовують у гірських районах, в умовах зрошення та на дослідних ділянках використовуючи спеціальні балансирні або оборотні плуги.

Луцнення - обробіток ґрунту після збирання попередньої культури. Забезпечує подрібнення, розпушування, часткове перевертання та перемішування ґрунту, підрізування бур'янів та загортання їх решток у верхньому шарі ґрунту. Застосовують дискові і лемішні луцильники



Дисковий луцильник



Лемішний навісний луцильник

Дискові забезпечують мілке луцнення на глибину від 6 до 12 см, і ефективні у боротьбі з одно- і дворічними бур'янами. **Лемішні** забезпечують глибше луцнення поверхні поля - до 16 см, підрізання бур'янів і краще зароблюють їх у ґрунт. Використовуються на полях забур'янених коренепаростковими і кореневищними бур'янами.

Культивація - суцільний або міжрядний обробіток ґрунту культиваторами, який забезпечує подрібнення, розпушення, часткове перемішування та вирівнювання ґрунту, підрізування бур'янів. Глибина культивації досягає 14 см.



Культиватор навісний



Культиватор пружинний

Боронування - це обробіток ґрунту боронами, під час якого відбувається його подрібнення, розпушування і вирівнювання, знищення паростків і сходів бур'янів. Використовують зубові, сітчасті, пружинні та ротаційні борони.



Ротаційні борони



Зубові борони

Коткування - обробіток ґрунту котками, з метою його ущільнення, подрібнення брил та часткового вирівнювання поверхні. Коткувати можна лише фізично спілий ґрунт .



Каток зубчасто-кільчастий



Каток гладкий

Система обробітку ґрунту - комплекс заходів, які виконують у певній послідовності відповідно до поставлених завдань і ґрунтово-кліматичних умов. Виділяють такі **системи обробітку ґрунту**: основний, передпосівний обробіток під ярі культури, обробіток під озимі культури, післяпосівний обробіток та протиерозійний

Фізико-механічні властивості ґрунту - це сукупність властивостей ґрунту, що визначають його відношення до зовнішніх і внутрішніх механічних дій. До цих властивостей відносять: пластичність, липкість, набухання, осідання, зв'язність, опір зсуву, опір стисканню і розклинюванню (твердість), опір ґрунту при терті з металом, питомий опір... .

Пластичність ґрунту - це здатність вологого ґрунту змінювати свою форму (без порушення її цілісності) під дією зовнішніх сил і зберігати її тривалий період після призупинення дії цих сил. Пластичність ґрунту - одна з форм рухомості його часток, що залежить від ступеня зволоження та прояву зв'язків між їх частками.

Липкість ґрунту - його здатність прилипати у вологому стані до поверхонь інших тіл.

Набухання ґрунту - збільшення його об'єму при вбиранні води та зволоженні. Зворотний процес, тобто зменшення об'єму ґрунту при його висиханні, називають осіданням.

Під *зв'язністю ґрунту* розуміють його здатність протидіяти зовнішнім силам, що роз'єднують ґрунтові частинки. Визначається вона опором зсуву, опором стисканню і розклинюванню (твердістю), опором тертя ґрунту з металом, питомим опором.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Дайте характеристику видам обробітку ґрунту.
2. Яке призначення основного обробітку ґрунту?
3. Технологічний процес обробітку ґрунту.
4. Обладнання для обробітку ґрунту.
5. Фізико-механічні властивості ґрунту?

ЛЕКЦІЯ 3 «ПРИГОТУВАННЯ ТА ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ»

Добрива – органічні й неорганічні речовини, які застосовують для поліпшення умов живлення культурних рослин з метою підвищення врожаю й поліпшення його якості.

За видом добрива поділяють на: *органічні, мінеральні і бактеріальні*.

Органічні добрива є:

- тверді (гній, торф тощо);
- рідкі (гноївка);
- сидеральні (зелені рослини, які приорюють, наприклад, люпин).

Мінеральні добрива розділяють за принципом дії:

- прямої дії – азотні, калійні, фосфорні і мікродобрива (залізо, хлор, молібден) – надходять для живлення рослин;
- непрямой дії (гіпс, вапно) – поліпшують властивості ґрунтів, хоч для живлення рослин їх не використовують.

Мінеральні добрива вносять у твердому вигляді (гранульовані і пилоподібні) і рідкому (аміачна вода, безводний аміак). Крім того, використовують різні розчини твердих добрив.

Бактеріальні добрива (нітрагін, азотобактерин тощо) сприяють нагромадженню в ґрунті азоту і переводять у засвоювані рослинами форми фосфорні добрива. Ними обробляють насіння перед сівбою.

Класифікують добрива за такими ознаками:

- за властивостями – за гігроскопічністю (здатністю вбирати вологу), розсіюваністю, злежалістю;
- за способом внесення – суцільного внесення, рядкового внесення і внесення з поливом водою;
- за призначенням – основне внесення (перед оранкою, луценням, культивацією), припосівне (одночасно з сівбою або садіння), підкормка в різні періоди росту і розвитку рослин.

Ефективність добрив значною мірою залежить від правильного сполучення прийомів їхнього внесення в ґрунт.

Існують такі способи використання добрив:

- суцільне внесення;
- рядкове внесення;
- внесення добрив з поливом.

За призначенням розрізняють такі способи внесення добрив:

- основне (допосівне);
- припосівне (рядкове);
- підживлення (післяпосівне).

Основне (допосівне) внесення добрив. Частіше його виконують так. Добрива розсівають на поверхні ґрунту і негайно заробляють у ґрунт під час основного обробітку.

Добрива треба заробляти під глибокий обробіток ґрунту у вологий шар, бо його призначення – задовольняти рослини елементами живлення протягом вегетаційного періоду.

Під час поверхневого обробітку ґрунту добрива необхідно заробляти глибше, у вологий шар ґрунту (на глибину 15...18 см).

Органічні добрива в усіх зонах під всі культури вносять в основне удобрення і заробляють під час основного обробітку ґрунту.

Припосівне внесення – це внесення добрив під час сівби недалеко від рядків або гнізд. Основним завданням його є поліпшення живлення рослин на початку вегетації, коли в них ще слабо розвинена коренева система. У цей період рослини дуже чутливі до нестачі легкодоступних елементів живлення, особливо фосфору. Тому в рядки частіше вносять гранульований суперфосфат або гранульовані комплексні добрива, наприклад нітрофоску. Добрива в рядки вносять одночасно із сівбою на відстані 3...4 см збоку від рядка і на 5...6 см глибше загортання насіння.

Підживлення – це внесення добрив під час вегетації рослин для посилення живлення в певні періоди розвитку.

Розрізняють підживлення: кореневі і позакореневі (некореневі).

Кореневе підживлення – розміщення добрив у безпосередній близькості від кореневої системи.

Некореневе підживлення – це нанесення добрив на листки та інші наземні органи рослини (обприскування рослин розчинами слабкої концентрації, як правило менше 1 %). Його застосовують здебільшого для посилення живлення азотом та мікроелементами. Таке підживлення дуже ефективно у районах достатнього зволоження і на ґрунтах з легким механічним складом.

Залежно від застосованих технологічних засобів для підготовки і внесення добрив, типу змішувача, спеціальних транспортних засобів, відстані транспортування добрив від складу до поля використовують різні технологічні схеми внесення добрив.

У загальному вигляді технологічна схема внесення добрив охоплює операції зберігання, змішування (за потреби), перевантаження, розвантаження і внесення.

Технологічні схеми внесення добрив: прямоточна, перевантажувальна, перевалкова.

За *прямоточної* схеми добрива транспортує і розкидає один і той самий агрегат. Ця схема доцільна, коли розміри ділянок великі, а відстань від складу до поля не перевищує 1,5...3 км. За такої схеми відпадає необхідність у додаткових навантажувальних і транспортних засобах, також зменшуються втрати добрив і простої агрегатів через організаційні причини.

За *перевантажувальної* схеми добрива доставляють від місця зберігання до поля, а в полі перевантажують їх у кузов розкидача. За такої схеми застосовують спеціальні транспортні засоби ГАЗ-САЗ-3502, ЗСА-40, МТП-13 (шасі КамАЗ-5410), МТП-10 (шасі ЗИЛ-130). Цю схему внесення добрив застосовують, якщо ділянки великих розмірів і відстань від складу до поля понад 5 км.

За *перевалкової* схеми, якщо ділянки розрізнені і невеликих розмірів, то до трактора з начіпним розкидачем приєднують двовісний тракторний причіп, який на складі завантажують добривами. На полі причіп від'єднують і з нього добрива в міру потреби завантажують у розкидач.

Залежно від виробничих умов можливий інший варіант, коли добрива завантажують (ДТ-75М+ПФП-1,2; Т-150+ПФП-2; МТЗ-80+ПФ-0,75 тощо) доставляють в поле і розвантажують їх на краю ділянки на спеціально підготовлений майданчик. З допомогою тракторних навантажувачів ці добрива завантажують у розкидачі (Т-150К+ПРТ-10; МТЗ-80+ПРТ-7,5; МТЗ-80+МТО-6; МТЗ-80+РОУ-6 тощо), які працюють тільки на внесення.

Агротехнічні вимоги під час внесення мінеральних добрив. Нерівномірність внесення добрив для тукових сівалок не має перевищувати ± 15 %, а для розкидачів ± 25 %. Вологість мінеральних добрив, підготовлених до внесення, має забезпечувати нормальну роботу дозувальних апаратів. Розриви між суміжними проходами машин не допускаються.

Допускається перекриття суміжних проходів не більше 6 % від ширини захвату агрегату. Час між розкиданням і загортанням добрив – не більше 12 годин. Не слід допускати поверхневого внесення мінеральних добрив в осінньо-зимовий період на дуже вологих і піщаних ґрунтах, на крутих схилах і на полях з нерівним рельєфом.

Агротехнічні вимоги під час внесення органічних добрив. Добрива мають бути однорідними за якістю, в них не повинно бути каменів та інших сторонніх предметів. Машини мають забезпечувати своєчасне внесення певної норми добрив з рівномірним розподілом їх на полі.

Під час внесення добрив допускається відхилення від заданої норми не більше 5 % за масою. Нерівномірність не має перевищувати ± 25 %. Втрата поживних речовин має бути мінімальною. Інтервал між внесенням і приорюванням органічних добрив не має перевищувати 2 годин.

Типи машин для внесення добрив вибирають залежно від виду, норми, способу і технологічної схеми внесення добрив, агротехнічних, екологічних, енергетичних і економічних вимог.

Склад агрегатів має забезпечувати якісне виконання робіт у встановленні агростроки за найменших витрат матеріалів.

Під час обґрунтування складу агрегатів та їх режиму роботи необхідно врахувати техніко-економічні показники агрегатів та якість виконання роботи.

За прямої і перевантажувальної схем внесення добрив використовують навантажувальні агрегати: Т-150 + ПФП-2, ДТ-75М + ПФП-1,2, ДТ-75М + ТЛ-3А, МТЗ-80 + ПЕА-1А, «Карпатець-1560С», ДТ-75М + ПНД-250 тощо.

Для суцільного внесення твердих органічних добрив на поверхню ґрунту використовують агрегати: Т-150К чи ХТЗ-17021+ ПРТ-10; МТЗ-82 + ПРТ-7,5; МТЗ-80 + МТО-6; МТЗ-80 + РОУ-6 тощо.

Для внесення рідких органічних добрив використовують агрегати: МТЗ-80 + РЖТ-4; Т-150К + РЖТ-8; К-701А + РЖТ-16.

Підвезення гноївки: МТЗ-80 + ЗЖВ-3,2; МТЗ-80 + ЗЖВ-1,8; МЖА-Ф-7 (шасі Урал-5557-041).

Для основного внесення мінеральних твердих добрив використовують агрегати: Т-150К + РУМ-8, Т-150К + МВУ-8Б, ЮМЗ-6Л + 1РМГ-4Б.

Для внесення пилоподібних добрив: МТЗ-80 + МД-4 «Галичина», Т-150К + РУП-8, ЭСВМ-7 (шасі ХТЗ-1722І) + АВП-10.

Для внесення рідких мінеральних добрив використовують агрегати: Т-150К + ПЖУ-9, МТЗ-80 + ПЖУ-5, МТЗ-80 + КРН-5,6 + ПЖУ-2,5, Т-70С або МТЗ-80 + ПОМ-630-1.

Для внесення комплексних добрив використовують агрегати: Т-150К + АПВ-5, Т-150К + АВВ-5.

Для внесення безводного аміаку використовують агрегати: МТЗ-80 + КПр-4М + АБА-0,5, МТЗ-80 + КРН-5,6 + АБА-0,5.

Комплексне оцінювання експлуатаційних властивостей агрегатів дозволяє вибрати доцільний варіант комплектування агрегату для конкретних умов роботи. При цьому важливо забезпечити взаємини відповідності параметрів енергетичної частини та робочої машини.

Підготовка енергетичної частини агрегату залежить від виду і способу внесення добрив, загальні правила:

Енергетична машина і робоча машина мають бути комплектні і технічно справні.

Під час підживлення необхідно встановити задану колію та замінити широкі ведучі колеса на вузькі, а для гусеничних – широку гусеницю на вузьку. Якщо використовувати розкидачі РУМ-5-03 і РМГ-4Б з колією 1350 мм, то їх необхідно переобладнати, тобто встановити вузькі шини.

Під час підживлення зернових культур з технологічною колією 1800 мм і ходовими доріжками 450 мм використовують розкидачі із звичайними шинами. Колія трактора становитиме 1800 мм.

Перед виїздом в поле у розкидачів регулюють натяг ланцюгів транспортерів, ланцюгів і пасів передач і запобіжні муфти.

Планки транспортерів мають щільно прилягати до підлоги кузова. Провисання ланцюгів нижніх гілок транспортерів не має перевищувати 20...30 мм.

Основне регулювання машин для внесення добрив – встановлення норми внесення і рівномірності розподілу матеріалу.

Остаточну норму внесення добрив встановлюють за перших проходів шляхом визначення кількості внесених добрив на одиницю площі.

Контроль і оцінювання якості внесення органічних добрив

Показники	Способи визначення	Градация нормативів	Бали
Відхилення норми внесення від заданої, %	Перевіряють відповідність маси добрив фактичній площі її розподілу	± 5	3
		± 10	2
		Більше ± 10	1
Нерівномірність розподілу, %	Заміряють відстань між слідами коліс суміжних проходів		
		по ширині захвату	
		± 15	3
по довжині робочого ходу		± 25	2
		Більше ± 25	1
		± 10	3
		± 15	2
		Більше ± 15	1

Контроль і оцінювання якості внесення мінеральних добрив

Показники	Способи визначення	Градація нормативів	Бали
Відхилення від норми внесення, %	Включають механізм подачі до заповнення висівної щілини. Після цього підстилають чи підвішують брезент і протягом 1 хв. прокручують машину. Висіяні добрива зважують. Операцію повторюють не менше трьох разів.	До ± 5 До ± 10 Більше ± 10	3 2 0
Нерівномірність висіву добрив, %	Жерстяні лотки розставляють на ширину робочого захвату агрегату. Добрива, зібрані з кожного лотка, зважують. Операцію повторюють не менше трьох разів	До ± 10 До ± 25 Більше ± 25	3 2 1
Перекриття стикових проходів, % від ширини захвату	Не менше трьох разів вішкою відмічають ширину першого проходу, вимірюють ширину другого проходу	До 3 До 5 Більше 5	3 2 0

Якість внесення добрив контролюють агроном і тракторист на початку роботи і упродовж зміни, а також по закінченні роботи. Показники якості внесення добрив наведено в таблицях. За значного відхилення від нормативів роботу бракують.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які види добрив застосовують у рослинництві та їх основні властивості?
2. Які існують способи внесення добрив?
3. Проаналізуйте технологічні схеми внесення добрив.
4. Укажіть загальні агровимоги до внесення добрив.
5. Підготовка енергетичної частини агрегату.
6. Проаналізуйте склад агрегатів для внесення добрив.
7. За якими показниками оцінюють якість роботи агрегатів?

ЛЕКЦІЯ 4 «ПОСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР»

Сівба – висів зернових культур; час, період, коли сіють. Норма висіву на практиці відміряється за масою, в кілограмах на гектар.

Спосіб сівби – агротехнічний захід для розміщення рослин на площі поля і створення оптимальної густоти посіву.

Після надходження насіння з поля проводять:

- первинне очищення (відділяються домішки стебел, бур'янів, грудок землі);
- досушення до кондиційної вологості;
- повне очищення і сортування (очищене та відсортоване насіння закладають на зберігання.)

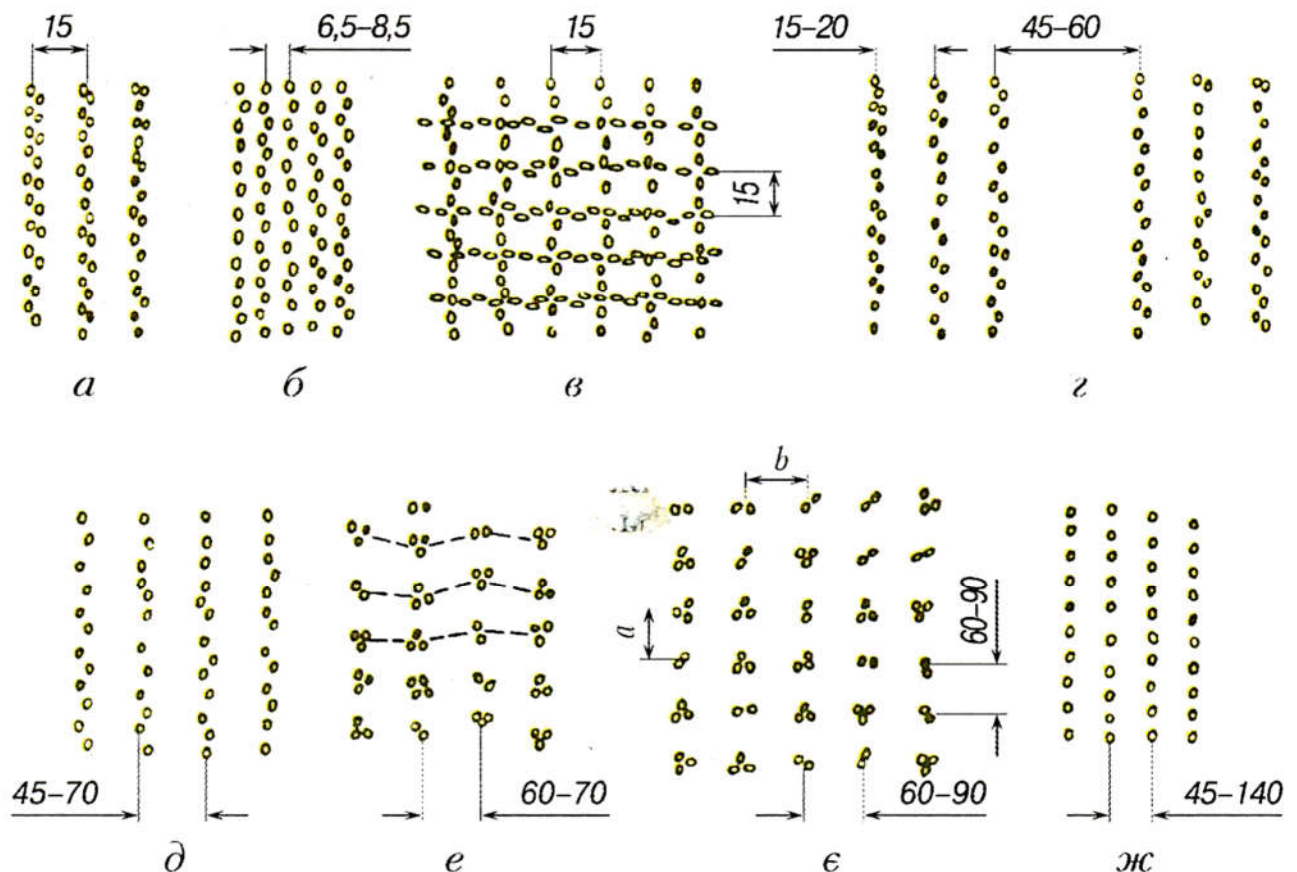
Перед сівбою проводять підготовку насіння до сівби:

1. Повітряно-теплове обігрівання – насіння витримують під сонячним випромінюванням протягом 3-5 днів або проводять активне вентилявання підігрітим до 30-35°C повітрям;
2. Скарифікація – пошкоджують механічним або хімічним способом насінну оболонку, роблячи її проникною для води і повітря (бобові трави).
3. Інокуляція – насіння зернобобових культур перед сівбою обробляють препаратами (нітрагіном, ризоторфіном, азотобактерином), які містять бульбочкові бактерії або вільноживучі в ґрунті азотофіксуючі бактерії. Для кожної культури застосовують відповідну расу бактерій. Обробляють насіння у затінку в день сівби з розрахунку 0,5 л нітрагіну або 200 г ризоторфіну на 1 га.
4. Протруювання насіння – за допомогою протруювання рослини захищають від грибкових та бактеріальних захворювань. Для цього використовують різні хімічні препарати. Щоб препарат утримувався на насінні застосовують інкрустування – фіксацію на насінні пестицидів за допомогою плівкоутворювачів, а також закриваються тріщини та інші пошкодження на насінні, що запобігає зараженню його в ґрунті. Використовують NaKMЦ у вигляді 2%-го розчину у воді і полі вініловий спирт (ПВС) у вигляді 5%-го розчину. Протруювання проводять за 2 тижні до сівби на машинах ПС-10А, ПСШ-3, „Мобітокс-Супер”, КПС-10, КПС-40 та ін.

5. Дражування – нанесення захисної поживної оболонки і надання насінню кулястої форми, яка зручна для висівання (цукровий буряк).
6. Гідрофобізація – це покриття насіння плівками з речовинами, які розчиняються у ґрунті за умови достатнього зволоження і тільки при температурі, сприятливій для проростання насіння цієї культури.
7. В овочівництві, картоплярстві застосовують попереднє пророщування насіння, обробку стимулюючими речовинами.

Розрізняють такі рядкові способи сівби: звичайний рядковий, вузькорядний, ширококорядний, стрічковий, смуговий, пунктирний, гніздовий, квадратно-гніздовий.

Звичайний рядковий спосіб сівби – це висівання насіння з міжряддям від 10 до 25 см.



Схеми способів сівби:

а – звичайний рядковий; *б* – вузькорядний; *в* – перехресний; *г* – стрічковий; *д* – ширококорядний; *е* – гніздовий; *є* – квадратно-гніздовий; *ж* – пунктирний.

Вузькорядний спосіб сівби - з шириною міжрядь менше 10 см. (7,5 см).

Ці три способи сівби використовують при вирощуванні зернових крім кукурудзи і проса, зернобобових, багаторічних трав.

Перехресний спосіб сівби – це висівання насіння рядковим способом на одному полі і двох взаємо перпендикулярних напрямках половинними нормами висіву.

Стрічковий спосіб сівби – застосовують при вирощуванні проса, гречки, столових буряків, цибулі, моркви та інших культур. Насіння розміщують стрічками по 2-3 рядки з відстанню між рядками в стрічці 7,5-15 см, а між стрічками – 45-60 см. Для сівби використовують звичайні рядкові сівалки, у яких перекривають певні висівні апарати.

Широкорядний спосіб сівби при ширині міжрядь більше 30 см. (45 см буряки, 70 см – картоплю, соняшник, кукурудзу, рицину, овочеві культури – до 90 см). на таких посівах під час вегетації проводять боротьбу з бур'янами (розпушують міжряддя).

При гніздовому способі сівби насіння висівають групами в окремих гніздах. Різновидом гніздових посівів є квадратно-гніздові, в яких насіння групами по кілька насінин розміщується по кутах квадратів. (кукурудза, сорго, соняшник, бавовник, рицина).

Квадратний та квадратно-гніздовий способи сівби – вони характеризуються тим, що насіння розміщується поодиноці або групами (гніздами) по кутах квадрата. Для цього застосовують спеціальні сівалки, які забезпечують прямолінійність рядків у поздовжньому та поперечному напрямках. У таких посівах можна повністю механізувати міжрядний обробіток ґрунту і значно скоротити витрати праці на догляд за культурами, а також витрати насіння.

Пунктирний спосіб сівби – це різновид широкорядного з поодиноким розміщенням насіння в рядку на певній відстані одне від одного. На пунктирних посівах створюються сприятливіші умови ґрунтового і повітряного живлення для кожної рослини. Застосовують при вирощуванні кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків, картоплі.

Своєчасна сівба одна з основних умов вирощування високих урожаїв. Осимі сіють у такі *строки*, щоб вони встигли до зими укоренитися, утворити по 3-4 пагони і нагромадити в тканинах захисні сполуки.

Ярі культури висівають в агротехнічні строки, коли настає фізична стиглість ґрунт, температура стійко перейде через мінімальний поріг температур для проростання насіння і розвитку рослин.

За строком сівби ярі культури поділяють на:

- Ранні (при температурі 1-5°C);
- Середні (при температурі 7-10°C на глибині загорання насіння);
- Пізні (при температурі 10-14°C на глибині загорання насіння).

При запізненні із сівбою знижується врожайність.

Глибина загорання більшості культур не перевищує 10 см (частіше 3-5 см). Велике значення має рівномірність глибини загорання насіння. нерівномірне загорання насіння призводить до неодночасної появи сходів, розвитку рослин і дозрівання.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Який посівний матеріал називають кондиційним?
2. Назвіть категорії насіння. Якими показниками їх визначають?
3. Від чого залежать норми висіву насіння сільськогосподарських культур?
4. Які вимоги ставляться до якісної сівби?
5. Способи сівби сільськогосподарських культур.
6. Глибина загорання насіння.

ЛЕКЦІЯ 5 «ДОГЛЯД ЗА РОСЛИНАМИ»

Догляд за посівами – це агротехнічні дії, які проводяться протягом усього вегетаційного періоду рослини. Види і періодичність проведених заходів може бути різною для різних культур. Не варто забувати, рослина може вирощуватися для різних цілей і, відповідно, тактика догляду буде також змінюватися.

Головне завдання - забезпечити найкращі умови для росту і розвитку культури, щоб надалі отримати якісну продукцію.

Догляд за посівами озимих культур

Догляд за посівами включає комплекс агротехнічних, біологічних, екологічних, агрофізіологічних та інших заходів спрямованих на оптимізацію водного і поживного режимів ґрунту, фотосинтезу, зведення до мінімуму забур'яненості посіву та пошкодження рослин хворобами і шкідниками.

До агротехнічних заходів догляду за посівами належать:

- коткування;
- суцільні досходові шарування;
- до- і післясходове боронування;
- міжрядні обробітки, підкошування травостоїв одно- і багаторічних трав.

Догляд за озимими. *Осінній* догляд за озимими культурами полягає у коткуванні поля (посушливі роки). Це підвищує польову схожість, покращує укорінення і куціння, сприяє кращій перезимівлі рослин.

Якщо під основний обробіток ґрунту внесено недостатньо фосфорних і калійних добрив, їх можна розкинути по поверхні ґрунту, хоч ефективність такого внесення значно нижча.

Весняний догляд за озимими включає: весняне боронування, підживлення азотними добривами; внесення засобів захисту рослин від бур'янів, хвороб, шкідників.

Догляд за ярими включає:

- післяпосівне коткування;

- *досходове боронування, яке* проводять через 4-6 днів після сівби, коли бур'яни знаходяться у фазі білої ниточки, а проростки культурних рослин не пошкоджуються зубами борін.
- *післясходове боронування* здійснюють при достатній густоті рослин на добре вкорінених посівах. При проведенні двох боронувань зникає потреба у внесенні гербіцидів. З допомогою боронувань знищують ґрунтову кірку, покращують аерацію верхнього насіннєвмісного шару ґрунту.
- при потребі посіви підживлюють, захищають від шкочочинних організмів.
Догляд за просапними включає:
 - коткування, одразу ж після сівби або одночасно з сівбою.
 - досходове боронування - сприяє знищенню ґрунтової кірки і сходів бур'янів. Не можна боронувати посіви, якщо ґрунт дуже вологий. Проводять його через 4-6 днів після сівби, впоперек до напрямку рядків (коли довжина паростків культурних рослин не більше 1 см). Картоплю до з'явлення сходів боронують (або розпушують міжряддя) 2-3 рази. Перше боронування проводять на 5-6-й день після садіння, а наступні - в міру з'явлення сходів бур'янів.
 - післясходове боронування (кукурудза, соняшник, картопля, цукровий буряк). Необхідно своєчасно сформувати отриману оптимальну густоту стояння рослин на одиниці площі, для цього використовують боронування, механічне прорідження, ручну працю, сівбу на кінцеву густоту.
 - міжрядні обробітки (2-3 рази). Під час одного з міжрядних обробітків при потребі посіви підживлюють азотними добривами. Ефективним заходом боротьби з бур'янами в рядках є підгортання картоплі чи кукурудзи.
 - при потребі проводяться операції по внесенню отрутохімкатів для захисту від шкідливих організмів і регулювання росту.

Регулювання водного режиму та зрошення. Невіддільною частиною догляду за посівами, особливо в умовах кліматичних змін та в зонах ризикованого землеробства, є штучне регулювання вологості ґрунту. Воно включає застосування різних видів зрошення (краплинне, дощування, підґрундове) залежно від фази розвитку культури та критичних періодів

водоспоживання. Окрім безпосереднього забезпечення вологою, сучасні системи зрошення дозволяють практикувати фертигацію — точкове внесення рідких комплексних добрив разом із поливною водою, що істотно підвищує коефіцієнт засвоєння поживних речовин рослиною.

Антистресовий захист та цифрові технології моніторингу. У сучасних технологіях вирощування тактика догляду обов'язково передбачає мінімізацію впливу абіотичних стресів (заморозки, екстремальна спека, посуха або пестицидний шок). Для цього проводять позакореневі обробки посівів антистресантами, амінокислотами та стимуляторами росту. При цьому визначення точного часу для таких обробок та оцінка стану посівів сьогодні базується на інструментах точного землеробства: використанні БПЛА (дронів) для мультиспектрального аналізу, розрахунку індексу NDVI та супутниковому моніторингу, що дозволяє виявляти проблеми на полі ще до появи видимих симптомів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що таке догляд за посівом.
2. Як відбувається догляд за посівом, загальні вимоги.
3. Що включає догляд за посівами озимих культур.
4. Який догляд за ярими культурами.
5. Догляд за просапними культурами.

ЛЕКЦІЯ 6 «ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ»

Збирання врожаю – сукупність робіт на завершальній стадії землеробства. Включає збір врожаю, доставку його до місця післязбиральної обробки, саму післязбиральну обробку, доставку врожаю в місця зберігання або продажу. Сучасне збирання врожаю характеризується великим ступенем механізації.

Виробництву зерна приділяється велика увага в усіх куточках планети. Під зернові культури виділяють половину і більше орної землі. В Україні під поля і сади було зайнято 34 млн га (60 % території), а під зернові культури – 15 млн га.

На 2002 р. в Україні зернові культури ви- рощували на площі 14,17 млн га, збір зерна до- сяг 39,67 млн т, середня врожайність становила 28 ц/га (без кукурудзи).

Зернові культури – це зернові злаки і зернові бобові, а також гречка.

До зернових злаків належать хлібні (пшени- ця, жито, ячмінь) просоподібні (просо, рис, овес, сорго, кукурудза). Суцвіттям хлібних злаків є ко- лос, а просоподібних – волоть. У кукурудзи чо- ловіче суцвіття – волоть, жіноче – початок.

Пшеницю, жито і ячмінь ще називають *зерновими колосовими*, а гречку, просо, рис і овес – *круп'яними*.

До *зернових бобових* культур належать горох, квасоля, соя тощо.

Збирання врожаю зернових культур є завершальним етапом усього процесу виробництва зерна. Тому від якості його виконання залежить не тільки частка врожаю, а й витрати, вкладені в усі попередні процеси, такі як внесення добрив, підготовка ґрунту, сівба.

Типи робочих органів зернозбиральних машин та їх технологічне налагодження, способи і терміни збирання зумовлюються певними характеристика- ми зернових культур. Це, зокрема, кількість стебел на 1 м² площі, врожай- ність, співвідношення зерна до незернової частини за масою, довжина і міц- ність стебел, час та рівномірність дозрівання зерна, його полеглість, за- бур'яненість, вологість.

Кількість стебел на 1 м², наприклад пшениці, може становити від 150 до 500 шт. і більше, для машинного збирання їх має бути не менше ніж 250.

Урожайність різних культур також нерівномірна. Розрахунками встановлено, що врожайність пшениці може досягати 250 ц/га, а межу 100...120 ц/га багато господарств уже подолали. Потенціал озимого ячменю перевищив 80...90 ц/га, озимого жита 50...70 ц/га, а кукурудзи – 100...120 ц/га.

Співвідношення маси зерна і незернової частини (як і врожайність) має виняткове значення для оптимального завантаження збиральної машини. Воно, як правило, становить 1 : 1,5 – 1 : 2 і тільки для окремих сортів – 1 : 0,8.

Під час збирання зернових культур мета хлібороба – добути зерно, яке формується в колосі чи волоті, а вони ростуть на стеблі 50...150 см завдовжки. Відношення довжини стебла до його діаметра становить приблизно 300...400, а міцність тканин елементів стебла на розрив подібна до міцності сталі й сягає 15...20 кг/мм² (таке співвідношення геометричних параметрів недосяжне для жодної несівної архітектурної споруди, зведеної людиною).

Початок збиральних робіт та їхня тривалість залежать від ступеня стиглості зерна в колосі чи волоті. У пшениці, ячменю і жита зерно швидше дозріває в середній частині колоса і, не чекаючи дозрівання інших, намагається покинути колос для продовження свого роду. Причому це зерно найбільш повноцінне. Так, маса 1000 зернин середніх частин колосків озимої пшениці становить 45,5...48,9 г, нижніх – 42,3...46,9, а верхніх – 28,9...34,5 г. У просі зерно швидше дозріває у верхніх частинах волоті. Тому перед хліборобом постає проблема: рано збереш – отримаєш неповноцінний урожай, а затримаєшся із збиранням – матимеш великі втрати. Втрати зерна озимої пшениці після 4...7 днів досягнення повної стиглості становлять 4 %, а через 17...20 днів – 27 %. Ось чому зернові культури слід зібрати впродовж 8...10 днів.

Відокремити зерно від колоса чи волоті також не просто, оскільки міцність зв'язку зерна з колосом різна і становить від 3 до 160 г на 1 см довжини, тобто відрізняється в 40 – 50 разів. Це зумовлюється і сортом, і вологістю, і видом культури. Так, за однакових умов зерно пшениці міцніше тримається в колосі

порівняно із зерном жита чи ячменю. При вологості колоса 9,2 % сила зв'язку зерна вдвічі більша, ніж при вологості 6,4 %.

Отже, відокремлення зерна від колоса, колоса від стебла, а стебла від кореня висуває певні вимоги перед збиральною машиною.

Забур'яненість полів також ускладнює процес збирання хлібів. Як відомо, на час збирання стебла зернових злаків сухі, а бур'яни мають вологість близько 70 % і водночас їхнє насіння здебільшого зріле і може потрапити разом із зерном культурної рослини або обсипатися на землю. Тому в період вирощування культурних рослин хлібороби активно борються з бур'янами.

На жаль, це не єдині чинники, які ускладнюють збирання врожаю. Певні втрати врожаю відбуваються через розтягування термінів збирання, оскільки хліба полягають, зерно обсипається або проростає у колосі чи волоті, обламуються цілі колоски тощо.

Ось чому людство було і є в пошуках ефективного способу і засобів збирання врожаю.

Способи збирання врожаю і агротехнічні вимоги. Зернові культури збирають комбайновим і некомбайновим способами.

Комбайновий спосіб може бути однофазним (пряме комбайнування) і двофазним (роздільне комбайнування) з наступною обробкою зерна на стаціонарних зерноочисних та сушильних комплексах і збиранням незернової частини врожаю.

Пряме комбайнування передбачає зрізування стебел, обмолот хлібної маси, відокремлення зерна від соломи, очищення зерна від домішок і збирання продуктів обмолоту (зерна, полови і соломи). Зерно збирають у бункер комбайна, а солону і полу укладають у копиці чи валки на полі або подрібнюють і збирають у візки або розкидають по полю. Всі ці операції виконують комбайном у єдиному безперервному потоці.

Агротехнічні вимоги до прямого комбайнування такі. За жаткою комбайна допускається до 1 % втрат зерна при збиранні прямостоячих хлібів і 1,5 % – полеглих. Втрати зерна за молотаркою не повинні перевищувати 1,5 % при збиранні зернових колосових і 2 % – рису. Подрібнення має бути не більше ніж

1 % для насіннєвого зерна, 2 % – продовольчого, 3 % – зернобобових і круп'яних культур і 5 % – для рису. Чистота зерна в бункері має бути не менше ніж 95 %.

Роздільне комбайнування полягає в тому, що рослинну масу зрізують і обмолочують не одночасно, а роздільно, тобто за дві фази. Спочатку рослини зрізують і укладають у валки валковими жатками для підсихання і досягання (перша фаза), а через 3...5 днів підбирають валки комбайнами, обладнаними підбирачами. Далі процес відбувається так само як і за однофазного способу.

За двофазного способу збиральні роботи починають на 5...10 днів раніше, ніж за однофазного, що має неабияке господарське значення. Стебла під час лежання у валках підсихають, а бур'яни в'януть. Тому значно полегшується наступний обмолот і очищення зерна, пропускна здатність молотарки помітно підвищується. Однак при цьому збиральні машини рухаються полем двічі, а це призводить до збільшення витрат коштів.

Агротехнічні вимоги до роздільного комбайнування такі. Втрати зерна за валковою жаткою для прямостоячих хлібів допускаються не більше ніж 0,5 %, для полеглих – 1,5 %. Втрати за молотаркою не повинні перевищувати 1 %. Чистота зерна в бункері має бути не менше ніж 96 %.

Способи збирання незернової частини врожаю при прямому і роздільному комбайнуванні також різні: з утворенням копиць об'ємом 9...20 м³, валків і потоковий.

У першому випадку комбайни обладнують копнувачами, у другому – валкоутворювачами, а в третьому – начіпними пристроями, які мають подрібнювальний апарат і пристрої для збирання полови і подрібненої соломи або для її розкидання, частково чи повністю.

Некомбайнові способи збирання зернових культур – це нові індустріально-потоківі технології з обробкою врожаю на стаціонарних комплексах. Основними операціями цих технологій є скошування і транспортування скошеної маси на тік, де її обмолочують і розділяють на зерно і незернову частину.

Некомбайновий спосіб збирання за операціями технологічного процесу подібний до багатофазного способу, що існував до появи на хлібній ниві ком-

байнів (скошування хлібів; зв'язування в снопи; утворення бабок, шатрів, хрестців; транспортування на тік; обмолот стаціонарними молотарками). Для такого способу характерний певний розрив у часі між скошуванням і обмолотом, тобто плавний перехід зерна із активного стану росту в пасивний, а потім – у стан спокою.

Ось чому ще в 1962 р. у колишньому СРСР вперше був випробуваний комплекс машин для стаціонарних технологій збирання зернових культур. Нині запропоновано і частково випробувано такі види технологій збирання, як «удосконалена комбайнова», «невійка», «стрічкова», «кубанська», «казахська».

Комплекс зернозбиральних машин. Для скошування зернових культур і укладання їх у валки використовують навісні, причіпні та самохідні валкові жатки.

Навісні жатки ЖВН-6Б, ЖРБ-4,2А, ЖВР-10А навішують на зернозбиральні комбайни «Нива» і «Енисей».

Причіпні жатки ЖВП-4,9, ЖВП-6 агрегують з колісними тракторами класу 1,4.

Самохідні жатки ЖБВ-4,2, ЖВН-6Б-01, ЖБВ-5, ЖВР-10-03А агрегують із спеціальними енергетичними засобами КПС-5Г, КПС-5Б, Д-101А та Е-304.

Валки підбирають підбирачами барабанно-грабельного типу (54-102А), полотенно-конвеєрними (ППТ-3А) та платформами-підбирачами, які встановлюють на зернозбиральні комбайни.

Для збирання зернових культур одно- чи двофазним способом використовують комбайни «Нива», «Енисей», «Дон» та їх модифікації, а також нові вітчизняні комбайни «Славутич», «Лан», комбайни спільного виробництва «Обрій», «Степ» і комбайни зарубіжних фірм «Клаас» (Німеччина), «Джон-Дір» (США) тощо.

Незернову частину врожаю (НЗВ) збирають різними соломозбиральними засобами відповідно до технології.

Копицева технологія ґрунтується на використанні зернозбирально-го комбайна із копнувачем і соломозбиральних засобів: волокуш, копицевозів, навантажувачів і універсального скиртувального агрегату.

Потокова технологія передбачає використання на зернозбиральних комбайнах пристроїв, обладнаних подрібнювачами і причеплених до комбайна спеціальних причепів для збирання половини і подрібненої соломи. Незернову частину транспортують до місця скиртування або вивантажують із причепів, не відчеплюючи від комбайна. Після цього волокушами цю масу стягують до місця зберігання. В обох випадках за допомогою навантажувачів і універсальних скиртувальних агрегатів формують скирти. В окремих випадках подрібнену солому розкидають по полю, а полову змінними причепами транспортують на склади.

Валкова технологія полягає у використанні комбайна з валкоутворювачем і машин для збирання валків: прес-підбирачів, підбирачів-стогоутворювачів, підбирачів-ущільнювачів тощо. Після них працюють машини, що підбирають тюки чи рулони або стоги і транспортують їх до місця складування.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що включає в себе поняття «збирання врожаю» як сукупність робіт?
2. Які культури, згідно з текстом, відносять до зернових колосових, а які — до круп'яних?
3. Яка мінімальна кількість стебел на необхідна для якісного машинного збирання пшениці?
4. У чому полягає фізіологічна проблема визначення термінів збирання врожаю пшениці та проса?

ЛЕКЦІЯ 7 «ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В АГРОТЕХНОЛОГІЯХ»

Одним з базових елементів ресурсозберігаючих технологій в сільському господарстві є "*точне землеробство*".

Точне землеробство - це управління продуктивністю посівів з урахуванням середини підлоги варіабельності довкілля рослин. Умовно кажучи, це оптимальне управління для кожного квадратного метра поля. Метою такого управління є отримання максимального прибутку за умови оптимізації сільськогосподарського виробництва, економії господарських і природних ресурсів. При цьому відкриваються реальні можливості виробництва якісної продукції та збереження навколишнього середовища. Такий підхід, як показує міжнародний досвід, забезпечує набагато більший економічний ефект і, найголовніше, дозволяє підвищити відтворення ґрунтової родючості і рівень екологічної чистоти сільськогосподарської продукції.

Значних успіхів в електронізації с.-г. техніки досягли фірми Amazone, Diadem, Rotina, Lely і ін. В машинах відцентрового типу вони домоглися незалежності дози внесення добрив на 1га від швидкості агрегату. Крім того, частота обертання дисків що розсіюють і фактична доза добрив, що вносяться на 1га, постійно висвічуються на моніторі, причому останню тракторист може змінювати зі свого робочого місця.

Застосування електронних пристроїв дало можливість, в значній мірі (до $\pm 15\%$) знизити нерівномірність внесення добрив.

Так, наприклад, на тракторі Case стали монтувати мікропроцесор і підключати до нього датчики і виконавчі механізми:

- регулювання глибини обробки ґрунтообробних машин фірми Landsberg;
- оптимізації роботи обприскувачів фірми Holder;
- машин для внесення мінеральних добрив фірми Rotina, сівалок Saxonia і ін.

Фірма **Claas** розробила радіосистему, в яку входять комп'ютеризована базова радіостанція з приймачем, розміщені в офісі (приміщенні) фірми, і приймально-передавальні пристрої – на польових агрегатах. За допомогою цієї

системи можна знаходити координати 200 агрегатів, що працюють в радіусі до 9 миль, з точністю ± 10 м.

В радіосистеми аналогічного призначення компанії **Massey Ferguson** використовують встановлені на агрегатах спеціальні радіоприймачі і глобальну супутникову мережу (GPS). Система з прийнятною точністю визначає географічні координати агрегату, але вона досить складна і дорога.

На сьогоднішній момент всі світові лідери з виробництва сільськогосподарських машин (*CLAAS, John Deere, Case і ін.*), Комплектують свою техніку навігаційною системою GPS.

GPS – обладнання затребуване в зв'язку з тим, що забезпечує економію коштів. У Європі, наприклад, підраховано, що економічний ефект від застосування GPS – обладнання сягає 50-60 Євро на гектар.

Крім того, користувачі даного обладнання отримують можливість проводити польові роботи вночі, в тумані, при підвищеній запиленості.

Сутність системи точного землеробства. Точне землеробство – це комплексна високотехнологічна система сільськогосподарського менеджменту, що включає в себе технології глобального позиціонування (GPS), географічні інформаційні системи (GIS), технології оцінки врожайності (Yield Monitor Technologies), технологію змінного нормування (Variable Rate Technology), технології дистанційного зондування землі (ДЗЗ) та інші.

Суть точного землеробства в тому, що **обробка полів** проводиться в залежності від реальних потреб вирощуваних в даному місці культур. Ці потреби визначаються за допомогою сучасних інформаційних технологій, включаючи космічну зйомку. При цьому кошти обробки диференціюються в межах різних ділянок поля, даючи максимальний ефект при мінімальному збиток навколишньому середовищу і зниженні загальної витрати застосовуваних речовин. Найбільш важливим питанням, рішенням останнім часом в європейських країнах, було знаходження оптимального рівня використання добрив і хімікатів в рослинництві, а також визначення доз їх внесення, що виключають негативний вплив на ґрунт, рослини і навколишнє середовище. Накопичення статистики обробки (куди і скільки внесли кожного

речовини) і одержуваних результатів (врожайність) дозволяє застосовувати різні види аналізу з тим, щоб в подальшому коригувати застосовуються дози для отримання максимуму віддачі на кожен вкладений в обробку грошову одиницю.

Основні результати, що досягаються за допомогою застосування технологій точного землеробства:

- оптимізація використання витратних матеріалів (мінімізація витрат);
- підвищення врожайності та якості сільгосппродукції;
- мінімізація негативного впливу сільськогосподарського виробництва на навколишнє природне середовище;
- підвищення якості земель;
- інформаційна підтримка сільськогосподарського менеджменту.

Основними компонентами системи точного землеробства є:

- система збору просторової інформації (ДЗЗ, наземні аналітичні методи);
- система просторового контролю виконання операцій: GPS (прилади супутникової навігації) і сенсорні датчики.

Базові технології, що використовуються у точному землеробстві:

Технологія змінних норм (англ. Variable rate technology) – будь-яка технологія чи метод, що дозволяє фермерам контролювати кількість вкладених ресурсів, що застосовуються в межах визначених сфер господарства. Ця технологія точного землеробства використовує спеціалізоване програмне забезпечення, контролери та систему диференціального глобального позиціонування (DGPS). В основному існує три підходи до технологій змінних норм – ручний, той, що базується на картах або даних датчиків.

Відбір проб ґрунту за допомогою GPS – цей метод точного землеробства заснований на відборі ґрунтових проб для перевірки складу поживних речовин, рівня рН й інших даних для прийняття вигідних рішень у сільському господарстві. Великі дані, зібрані шляхом вибірки, застосовуються для розрахунку змінної норми для оптимізації посіву та добрив.

Комп'ютерні програми – це програми, які використовуються для створення точних планів фермерських господарств, карт полів, аналізу врожаю,

карт врожайності і визначення точної кількості ресурсів, що необхідно застосувати. Серед переваг цього методу точного землеробства у сільському господарстві – можливість створити екологічно безпечний план ведення сільського господарства, що, в свою чергу, допомагає знизити вартість і підвищити врожайність. З іншого боку, ці програми надають дані невеликого значення, які не можуть бути застосовані для прийняття вагомих рішень у точному землеробстві через неможливість інтеграції отриманих даних в інші допоміжні системи.

Технологія дистанційного зондування – цей метод точного землеробства визначає фактори, які можуть викликати стрес у врожаю у певний час для того, щоб оцінити кількість вологи в ґрунті. Дані отримуються з дронів і супутників. У порівнянні з даними з дронів, супутникові знімки більш доступні й універсальні.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що таке точне землеробство?
2. Лідери з виробництва сільськогосподарської техніки
3. Суть системи точного землеробства
4. Результати досягаємі системами точного землеробства
5. Основні компоненти точного землеробства
6. Базові технології, що використовуються у точному землеробстві

ЛЕКЦІЯ 8 «ВИКОРИСТАННЯ ДРОНІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ»

Агродрони почали використовувати в нашій країні у 2019 році. Сьогодні група компаній має перелік технологічних брендів, які презентує на ринку України, продовжує цей перелік розширювати та веде активну діяльність в сільському господарстві, нафтогазовій промисловості, а також у сферах енергетики, геодезії й топографії.

Дрони роблять знімки з висоти, моніторять поля, створюють 3D-карти, сіють насіння, вносять добрива і хімікати, контролюють посіви, допомагають в іригації, а також контролювати тварин у сільському господарстві.



Безпілотники в сільському господарстві можуть виконувати різноманітні операції:

Аерофотозйомка - для виявлення лисин, загибелі врожаю після впливу природних факторів і інших дефектів, які потребують своєчасного усунення. Аерофотозйомка з дрона значно краще зйомки з супутника за своєю детальністю, за рахунок невеликої висоти польоту.

Відеозйомка - продуктивність літального апарату при відеозйомці досягає 30 км за 1 годину, що істотно знижує часові та фінансові витрати в порівнянні з використанням наземної техніки.

3D моделювання - дозволяє визначати перезволожені або посушливі території, виїмку ґрунту, грамотно створювати плани і карти зволоження або осушення ґрунту, рекультивації ділянок або меліорації земель.

Тепловізійна зйомка - здійснюється із застосуванням усього спектру інфрачервоного випромінювання: ближнього, середнього і далекого діапазону. Дослідження дає можливість визначити терміни диференціювання точок

зростання, що безпосередньо впливає на врожайність і збереження продуктивних властивостей рослин зі збереженням спадкових можливостей сорту.

Лазерне сканування - застосовується для аналізу місцевості на важкодоступних або недоступних територіях. Даний метод забезпечує отримання точної моделі високої щільності з детальним відображенням рельєфу навіть при роботі в умовах сильної загущеності насаджень.

Оприскування - завдяки можливості дооснащення, дрони використовують для точкового оприскування рослин і плодкових дерев. Такий підхід дозволив фермерам обробляти тільки хворі рослини, виключаючи попадання хімікатів на решту урожаю.

Посадка насіння - практикується порівняно недавно і ще не отримала широкого поширення, однак деякі компанії ставлять експерименти, висаджуючи насіння рослин за допомогою безпілотників. По суті, виробники експериментують зі специфічними системами, які запрограмовані розкидати насіння в підготовлений ґрунт.

Ця технологія допомагає мінімізувати необхідність в особистій присутності для посадки рослин в обраній місцевості, що часом стає дорогим і енерговитратним завданням. Та ж сама технологія безпілотників може бути адаптована і застосована до багатьох типів фермерських господарств, скорочуючи час посадки і витрати на оплату праці.

Сучасні безпілотні системи вирішують наступні завдання:

- Оцінка якості посівів і виявлення пошкодження або загибелі культур;
- Визначення точної площі загиблих культур;
- Аудит і інвентаризація земель;
- Визначення дефектів посіву і проблемних ділянок;
- Аналіз ефективності заходів, спрямованих на захист рослин;
- Моніторинг відповідності структури та планів сівозміни;
- Виявлення відхилень і порушень, допущених в процесі агротехнічних робіт;
- Аналіз рельєфу і створення карти вегетаційних індексів PVI, NDVI;

- Збір інформації для служби безпеки, в тому числі з виявленням факту незаконного випасу худоби на полях;
- Супровід будівництва систем меліорації;
- Моніторинг зберігання коренеплодів в кагатах;
- Внесення трихограми;
- Створення карт для диференційованого добрива та оприскування полів.
- Підрахунок сходів і біологічної урожайності.

Переваги використання дронів в сільському господарстві

Активний інтерес до безпілотників для фермерства цілком зрозумілий. З його допомогою буде проведено точний аналіз умов, які можуть вплинути на якість врожаю. Отримання детальних даних про ґрунт, особливості рельєфу та інших важливих факторів дозволять продумати методи більш раціонального використання наявних земельних ресурсів.

Переваги безпілотників очевидні:

- висока точність кожного дослідження;
- економія часу - за 1 день літальний апарат може облетіти до 5 000 га;
- одержувану з дрона візуальну інформацію можна вивчити в режимі реального часу і вжити заходів без зволікань;
- на всіх етапах сільськогосподарських робіт можна стежити за всіма ділянками відразу або по черзі;
- завдяки ІЧ-сенсорам, на підставі світлопоглинання можна визначити стан здоров'я рослинності, поточний життєвий цикл культури;
- дрони діагностують систему зрошення - тепловізійні камери відразу "помітять" ділянки, де спостерігаються проблеми з поливом або, навпаки, зволоження надмірне.

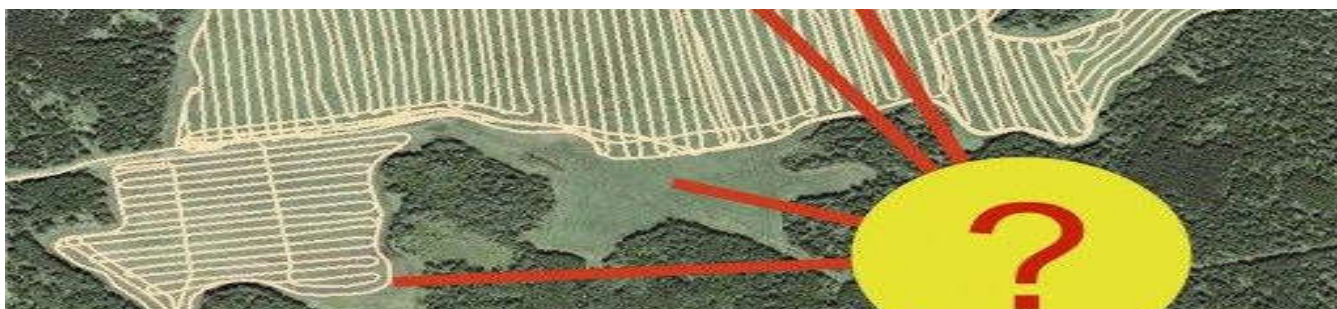
Застосування БПЛА уможливорює великомасштабний моніторинг посівів та с/г площ. Раніше, щоб отримати хороші та чіткі знімки, було необхідно робити фотографії з літака, вертольота або супутника. Сучасні дрони відкривають нові можливості аерофотозйомки. Оператор отримує не тільки якісні та чіткі знімки,

але і відео в режимі реального часу. При цьому з керуванням коптером впоратися навіть новачок.

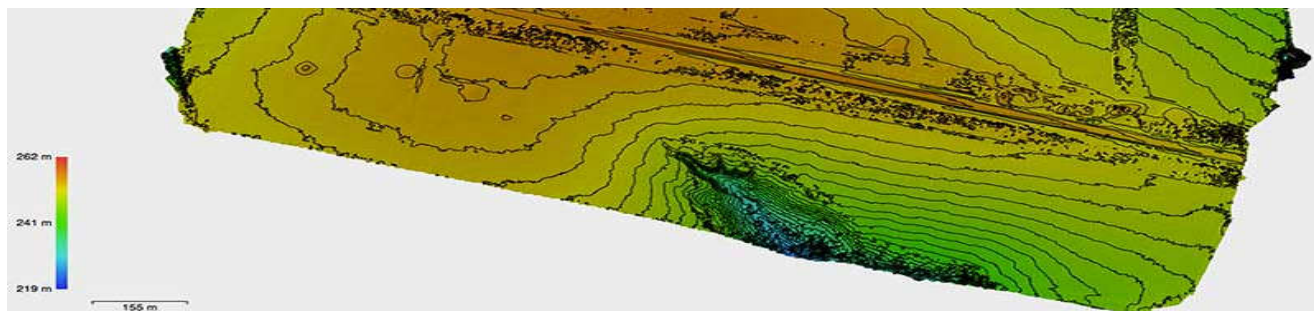
Ще одна незаперечна перевага - доступні ціни на сільськогосподарські квадрокоптери. Ця покупка швидко окупиться, оскільки дозволяє заощадити на оренді більш масивної спецтехніки для обльоту угідь або внесення добрив, а також мінімізує необхідність ручної праці для збору даних, надаючи можливість відмовитися від декількох робітників.

Ортофотоплани. Ортофотоплан дозволяє точно виміряти геометричні розміри поля і визначити його геометричну площу в проекції. Це буде та площа, за яку фермер платить податок на землю та орендну плату. Крім того, отриманий за допомогою дрона ортофотоплан, дасть багато додаткової інформації для уважного агронома. Тут видно і просівання, і пересівання, і ділянки де рослини загинули, і сліди витоптування поля людьми і технікою.

Причому, не просто видно, на ортофотоплані їх можна підрахувати, виміряти площу і отримати векторні контури цікавих і проблемних ділянок для подальшої роботи з ними. Скажімо, для складання завдань наземної безпілотної техніки, яка так само працює з використанням векторних контурів і GPS координат.



Карти висот. По-друге, ми отримуємо карту висот - плоску карту, яка показує рельєф поля. На цій карті перепади рівня поверхні кодовий колір як на звичній зі школи геофізичної карті, де гори коричневі, а низини зелені. Крім колірної кодування на карту рельєфу наносяться ізолінії, що з'єднують точки, що лежать на одному рівні. Для роботи з рельєфом зручно, коли висоти в метрах нанесені разом з ізолініями. Таке маркування допомагає виявити проблемні місця на полях.



Мультиспектральна зйомка. Будь-який фермер підтвердить, що всі його поля різні і неоднорідні. Навіть в межах одного поля є ділянки, де урожай завжди відрізняється від середнього. На одних ділянках - він помітно вище, на інших - нижче. Причому, для різних культур ці відмінності можуть бути діаметрально протилежними. Від чого це залежить? Факторів багато. Рельєф поля - одні схили пагорба більше звернені до сонця, інші затінені.

Мінеральний склад. Різна вологість ґрунту. Різна засміченість бур'янами, схильність до шкідників, і це ще неповний список. Чинників так багато, що спрогнозувати їх вплив на конкретну культуру в певній стадії вегетації та ще врахувати вплив погоди, не завжди під силу навіть досвідченому агроному. Навіть знаючи про таку мозаїчність, у агронома все одно виникають питання щодо ведення поля. Тут теж є різні підходи. Можна, наприклад, не звертати на мозаїчність уваги, сподіваючись на середній урожай. Можна додатково підгодовувати рослини на слабких ділянках більшою мірою.

Можна навпаки, витратити менше дорогих добрив і насіння на потенційно слабкі і безперспективні ділянки і, в той же час, збільшувати їх дозування на потенційно сильні ділянки, щоб знизити загальні фінансові витрати по полю і збільшити загальну врожайність. І, нарешті, можна просто передискувати поле цілком або частково, якщо види на майбутній урожай не покривають передбачуваних вкладень. Рішення неоднозначні, непрості, і відповідальні. У цих умовах агроному і фермеру дуже стане в нагоді об'єктивна система підтримки прийняття рішення. Така система дасть кількісні показники, на базі яких можна прийняти усвідомлене і найменш ризиковане для даної ситуації рішення.

Вихідними даними для системи може служити інформація, одержана в результаті обробки мультиспектральної зйомки з дрона.

Створення завдань для систем паралельного водіння. Отримуючи в результаті мультиспектральної зйомки поля інформацію про його зонування за різними показниками - рівнем стресу у рослин, вегетативній масі, розподілу питомої змісту хлорофілу по полю, рівню засміченості бур'янами і їх локалізацією, фермер або агроном зможе виробити правильні стратегії ведення цього поля. І ось, використовуючи матеріали, отримані з дрона, агроном приймає рішення про обробку поля гербіцидами. Можна залити поле колісним оприскувачем рівномірно, що дорого за вартістю препарату і витрат на внесення.

Можна з більш дорогого, але «розумного» колісного оприскувача внести гербіцид диференційовано, що дешевше за витратою препарату, але дорожче за вартістю внесення. А можна використовувати безпілотний агродрон, який не тільки спочатку був розрахований на диференціальне внесення рідин, але ще й не топче поле, не додає рослинам стресу від механічного контакту з частинами оприскувача і жаром від його двигуна.



Внесення речовин дроном. Рідини, гранули, трихограмма, фумігація. У випадку високих культур, таких як соняшник та кукурудза, загнати на поле оприскувач взагалі не завжди можливо. На відміну від оприскувачів на колісному ході, обприскувач на сільгоспдроні може внести речовини на лист з ювелірною точністю, та ще й з витратою всього декількох літрів на гектар. З огляду на той факт, що дрон буквально вдмухує агрохімію до самої землі своїми повітряними гвинтами, внесення рідин дронами на сьогоднішній день стає чи не найефективнішим. Крім рідин, дрон здатний розсіювати на полі гранульовані

препарати. І, зрозуміло, дроном можна вносити і трихограму, як засіб безпечного біологічного захисту рослин.

Ще один незвичайний вид внесення діючої речовини - це фумігація. При фумігації спеціальна установка на дрон створює потужний потік гарячого повітря. У гаряче повітря подається суміш з рідкого і біологічно нейтрального парогенератора і діючої речовини. Мікрокраплі діючої речовини (ДВ) прикріплюються до частинок пари, потім біологічно активний пар, з силою виривається з сопла фумігатора.

Порою з діючою речовиною можна обкурювати сади, виноградники, ефективно знищувати шкідників на відкритих складах, токах та в лісосмугах, знищувати комарів в очеретах. Метод фумігації особливо ефективний у поєднанні з дроном, що приносить хмару пари за призначенням в місця, куди іншим способом не дістанешся.

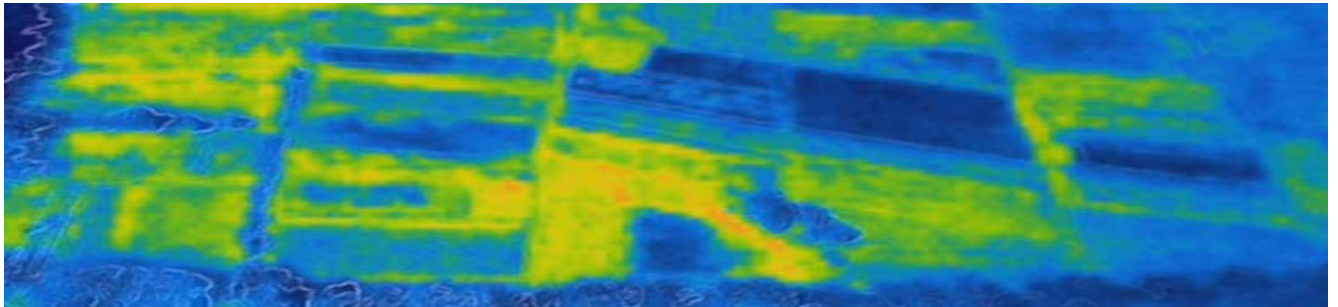
Візуальне обстеження полів з дронів. Відео та фотозйомка з висоти.

Зараз є і відносно прості способи їх використання. Для агрономів завжди було проблемою зазирнути в середину великого поля, щоб хоча б «на око» оцінити що ж там відбувається. Цим сьогодні часто користуються недобросовісні люди, які не лише крадуть частину врожаю, а й підсівають на чуже поле свої культури. Виявити такі «грядки» де-небудь в середині кукурудзяного або соняшникового поля без погляду з висоти - майже неможливо.



Тепловізійні камери на дрон для сільського господарства. Дрони з тепловізорами здатні бачити вночі. Крім можливості виявляти на полі сторонню

техніку, людей і тварин, дрон з тепловізором може дистанційно вимірювати температуру ґрунту та своєчасно виявляти осередки пожеж.



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що таке агродрони?
2. Операції які виконують сільськогосподарські дрони (опишіть кожну)
3. Які завдання виконуються безпіотною системою
4. Переваги безпілотних систем

ЛЕКЦІЯ 9 «ГІДРОПОНІКА»

Гідропоніка – це технологія вирощування рослин на штучних середовищах без застосування ґрунту. При вирощуванні таким способом, рослина отримує поживні речовини не з ґрунту, а з волого-повітряної чи твердої, але пористої суміші, що сприяє “диханню” коріння і потребує частого поливу відповідним розчином. Застосування гідропонічної технології дає можливість фермеру отримати за короткий термін, на невеликій площі, більш високі врожаї городини та винограду, ніж при традиційному землеробстві, при цьому ще й і заощаджуючи час і ресурси.

Вирощування рослин без ґрунту, у штучно регульованих умовах, має багато переваг над вирощуванням у звичайних ґрунтових теплицях. При цьому раціонально використовується площа теплиці, поліпшуються умови кореневого живлення, створюються сприятливі умови водно-повітряного режиму.

У рослинництві закритого ґрунту цей метод відкриває широкі можливості для механізації й автоматизації виробничих процесів.

Методи гідропоніки

Методів вирощування рослин без ґрунту чимало. Вони різняться за способами постачання кореневої системи росли повітрям, водою й елементами мінерального живлення. Розрізняють такі методи гідропоніки:

- Агрегатопоніка
- Водна культура
- Хемопоніка
- Іонітопоніка
- Аеропоніка

З усіх різновидів гідропоніки промислове значення в тепличному овочівництві має агрегатопоніка.

Агрегатопоніка – вирощування рослин на твердих субстратах, що мають невелику вологоємність, з періодичною подачею розчину мінеральних добрив.

У країнах СНД цим методом вирощували рослини на площі близько 120 га, в тому числі в Україні - 80 га.

Водна культура – це вирощування рослин на водному середовищі.

Хемопоніка – цей метод близький до культури рослин на ґрунтосумішах. Як субстрат використовують такі види органічних матеріалів: верховий торф зі ступенем розкладення 30%, мох сфагнум, деревну кору, тирсу, рисове лушпиння, відходи бавовнику тощо. Строк використання цих матеріалів як субстрату – 1-2 роки. Деякі з органічних матеріалів потребують попередньої підготовки – здрібнювання (кора, стружка) і коригування реакції середовища. Мінеральне живлення здійснюють поверхневим зрошуванням поживним розчином. Хемопоніка не потребує спеціального устаткування, її можна застосовувати у всіх видах закритого ґрунту. В останні роки усе більшого поширення набула культура на кокосовому субстраті з тривалим строком його використання.

Іонітопоніка – цілком новий метод, за своєю суттю близький до агрегатопоніки. Субстрат складається із суміші двох типів синтетичних іонообмінних смол: катіоніту КУ-2 і аніоніту ЕДЕ-10П. Катіоніт – не розчинний в воді яскраво-жовтого кольору полімер із сильно кислою реакцією, хорошою сипкістю. Розмір його гранул – 0,3-0,5мм. Гідроксили він міняє на іони мінеральних солей. Аніоніт ЕДЕ-10П свої іони змінює на SO₄, NO₃, H₂PO₄. Це жовтий сипучий полімер, розмір його гранул – 0,30-1,5мм. Обидва іоніти міцні, хімічно стійкі, не розкладаються під впливом кисню, світла і при звичайній температурі. На відміну від агрегатопоніки, поживні речовини перебувають у складі субстрату, тож зрошують тільки чистою водою. Власне кажучи, це – штучний ґрунт.

Аеропоніка – цей метод вирощування рослин є більш удаюю модифікацією не ґрунтової культури, ніж метод водної культури. Суть його в тому, що коренева система рослин розвивається в умовах повітряного середовища в порожньому просторі, де через кожні 12-15 хв. Протягом 5-7 сек. її обприскують поживним розчином з форсунок.

Аеропоніка має незаперечні переваги над гравійною культурою, оскільки при її застосуванні зникає необхідність завозити, готувати, стерилізувати субстрати. А також немає небезпеки ураження рослин галовою нематодою. Однак цей метод вирощування рослин вимагає безвідмовної автоматики, а при

удосконаленні як більш економічний знаходить усе ширше застосування в тепличних господарствах країни, особливо для вирощування салату й інших млооб'ємних рослин.

Субстрати для вирощування рослин методом гравійної культури. При вирощуванні рослин без ґрунту як субстрати можна використати різні місцеві матеріали. Для забезпечення нормального росту і розвитку рослин субстрат повинний мати певні властивості:

- Субстрат не повинен містити будь-яких отруйних речовин.
- Субстрат має бути відносно хімічно інертним і нейтральним, щоб не змінювати хімічних і фізико-хімічних властивостей поживного розчину.
- Субстрат повинен бути достатньої водотримуючої здатності і мати хорошу аерацію.
- Субстрат повинен бути досить міцним.

Гравій. У гідропоніці використовують кремнієвий чи кварцовий гравій, що не містить вуглекислого кальцію. Оптимальний розмір часток гравію – 3-8мм.

Пісок. Використовують крупний пісок (0,6-2,5мм), який не містить шкідливих домішок. Небажані пилоподібні частки, що утрудняють доступ повітря до кореневої системи.

Гранітний щебінь. Цей субстрат використовують досить широко. Він надійно охороняє кореневу систему від підсихання і перегріву, на поверхні часток утримує достатню кількість поживного розчину і має хорошу аерацію і водопроникність. Він не пористий, тому легко промивається і дезінфікується. Розмір часток – 3-15мм, а для розсади -3-8мм.

Вермікуліт. Хімічний склад вермікуліту нестійкий. При нагріванні до 800-1000°С протягом 30-60 сек. Спучується і збільшується в об'ємі у 15-25 разів і більше, утворюючи маси повітряних порожнин і набуваючи низької щільності та високої водопроникності. Цей субстрат має низьку теплопровідність, що забезпечує стабільну температуру в прикореновому середовищі. Розмір рекомендованих часток – 5-15мм.

Перліт. Як субстрат має низьку цінних властивостей. Це висока здатність вбирати воду, добре усмоктувати і повільно віддавати воду й елементи

мінерального живлення. Завдяки хорошим теплоізоляційним властивостям він оберігає коріння рослин від перегріву. Як субстрат найкраще застосовувати перлітову щебінку з розміром часток 5-15мм.

Керамзит. Це – зернистий субстрат пористої будови, має хороші теплоізоляційні та водопроникні властивості. Керамзит інертний: не змінює рН розчину, не виявляє поглинальної здатності щодо катіонів, не поглинає фосфат-іонів. Однак при тривалому використанні на поверхні керамзиту відкладаються фосфати кальцію, алюмінію, заліза.

Способи подачі поживного розчину при гравійній культурі. Поживний розчин при гідропонній культурі подається шляхом поверхневого зволоження чи підтоплення. При поверхневому зволоженні поживний розчин подається на поверхню субстрату струменем чи краплинами, а надлишок розчину виводиться через дренажні труби, покладені на дні стелажів чи піддонів.

Більш досконалим є автоматичне краплинне зрошення, що повсюдно застосовується у гідропонних теплицях. У них як субстрат використовують інертний матеріал Гродан (мінеральна вата), що вкладається в звичайну поліетиленову плівку на рівній поверхні ґрунту в теплиці. Через систему поліхлорвінілових труб до кожної рослини підведена капілярна трубочка (крапельниця) для одночасного зрошення і підживлення рослин. Комп'ютер регулює концентрацію, кислотність, час і кількість подачі поживного розчину, необхідного для зволоження субстрату. Цей спосіб – основний в тепличному рослинництві.

У тепличних гідропонних комбінатах нашої країни при гравійній культурі поживний розчин подають способом підтоплення. Рослини висаджують у водонепроникні стелажі чи піддони, наповнені штучними, з хорошою водопроникністю субстратами, до яких поживний розчин подається знизу. Після припинення подачі він самопливом видаляється зі стелажа чи піддона. Таке зволоження субстрату створює оптимальні умови для аерації кореневої системи рослин.

Субстрати для вирощування рослин за малооб'ємною технологією. Субстрат для малооб'ємної технології повинен відповідати певним вимогам:

- Не виділяти токсичних речовин
- Не порушувати поживних режимів
- Не змінювати значною мірою реакцію розчину
- Мати високу пористість, хорошу керованість і вологоємність, міцність при використанні.

Верховий торф. Незважаючи на досить широке застосування мінеральної вати, торф залишається в нашому овочівництві одним з основних субстратів. Завдяки низькій об'ємній масі, високій пористості і значній ємності поглинання, він з успіхом використовується для малооб'ємного способу вирощування рослин у теплицях. Переваги торфу над мінеральною ватою такі: порівняна дешевизна, наявність біостимулюючих властивостей, виділення великої кількості CO₂, простота утилізації.

Мінеральна вата. Мінеральна вата з'явилась в 80-ті роки в Данії. Мінеральну вату почали розглядати як матеріал для коріння, який можна легко зволожити і дренувати, а також яким можна було б керувати для забезпечення оптимального співвідношення між повітрям і водою в кореневій зоні. Дві основні переваги мінеральної вати – її стерильність і здатність забезпечувати оптимальне співвідношення повітря і води в кореневій зоні, при відповідному регулюванні інтенсивності зрошення. Переваги мінеральної вати:

- має високу порозність для повітря і води;
- підтримує хороше співвідношення вмісту повітря і води;
- хімічно інертна;
- структурно стабільна і має сталі якості;
- не містить патогенів;
- її можна стерилізувати парою, хімічно, використовувати повторно кілька оборотів.

Цеоліт. Цеоліти – природні гірські мінерали з групи водних алюмосилікатів лужних і лужноземельних елементів. Здрібнені цеолітові туфи мають хорошу порозність високу іонообмінну й адсорбційну властивості, повітряно- й водопроникність, значний вміст поживних елементів – калій,

магній, кальцій. Вони не містять азоту і фосфору, які потрібно вносити з мінеральними добривами.

З агрономічної і виробничої точок зору цеолітові субстрати різняться такими позитивними якостями:

- великий потенціал елементів мінерального живлення;
- хороші фізичні властивості, велика повітроємність;
- тривала експлуатація;
- відсутність бур'янів;
- стерильність і гарний естетичний вигляд.

Хороші фізичні властивості субстрату сприяють газообміну і формуванню могутньої кореневої системи та надземної частини рослин, а в результаті – швидкому їх розвитку в більш ранньому плодоношенні. Рослинна продукція має хороші смакові якості.

Кокос. Кокосові субстрати виготовляють із кокосового волокна, що вкриває горіхи – плоди кокосової пальми. Вони характеризуються високою повітроємністю і стійкістю фібрових волокон до розкладання протягом тривалого часу – до 8-10 років.

Кокосові субстрати використовують як у чистому вигляді, так і в суміші з іншими. Для вирощування овочевих тепличних культур для здешевлення субстрату використовують суміш кокосу з верховим торфом, перлітом, корою та іншими компонентами.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що розуміють під термінами: хемопоніка, іонопоніка, аеропоніка?
2. Назвіть методи гідропонного вирощування рослин.
3. Які є способи подачі поживного розчину при гравійній культурі?
4. Які органічні і неорганічні субстрати використовують в сучасній гідропоніці?
5. Назвіть хімічний склад поживних розчинів для вирощування окремих культур методом гідропоніки (розсада, огірки, томати).
6. Що таке малооб'ємна технологія?

ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА:**Основна**

1. Бакум М. В., Кириченко Р. В., Козаченко О. В. Сільськогосподарські машини. Ч. 1. Кн. 2. Культиватори. Харків : Біотехкнига, 2024. 253 с.
2. Вантух З. З. , Здобицький А. Я., Сторожук Л. В. Сільськогосподарські машини : навчальний посібник. Львів : Новий світ-2000, 2021. 280 с.
3. Василега П. О., Муріков Д. В. Електропривод робочих машин : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2025. 228 с.
4. Василега, П. О. Електропривод робочих машин : підручник. Суми : СумДУ, 2022. 290 с.
5. Войтюк Д. Г., Гаврилук Г. Р. Сільськогосподарські машини : підручник. Київ : Каравела, 2021. 552 с.
6. Експлуатація машин і обладнання в рослинництві : курс лекцій / уклад. В. С. Лукач, В. І. Василюк, В. І. Хропост. Ніжин, 2023. 122 с.
7. Луцюк В. І., Шамралюк О. Л. Агротехнологія : підручник. Київ : Літера-ЛТД, 2020. 256 с.
8. Сільськогосподарські машини : електронний посібник / уклад. Д. Г. Войтюк, В. М. Мартишко, М. С. Волянський та ін. Київ : Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти, 2023.
9. Технологія виробництва продукції рослинництва : навчальний посібник / С. П. Танчик, О. А. Цюк, Л. В. Центилю та ін. Київ : НУБіП України, 2023. 276 с.
10. Точне землеробство. Промо-бук про сучасні технології. Вінниця : Центр точного землеробства, 2022. 40 с.
11. Хільчевський В. К. Агрогідрохімія : підручник. Київ : ДІА, 2021. 176 с.

Допоміжна

1. Енергетичний менеджмент та енергоефективність : підручник / І. О. Самойленко, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець та ін. Харків : ФОП Бровін О.В., 2020. 348 с.

2. Енергетичний менеджмент. Бізнес-план проекту з енергоефективності. Розрахункова робота : навчальний посібник / уклад. О. В. Бориченко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 44 с.

3. Енергетичний менеджмент. Ч. 2. Практикум : навчальний посібник / уклад. О. В. Бориченко, В. Ф. Находов. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 96 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

АГРОТЕХНОЛОГІЇ

конспект лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціальності G3 «Електрична інженерія»
денної форми здобуття вищої освіти

Укладачі:

Садовий Олексій Степанович
Суковіцина Ірина Миколаївна

Формат 60x84 1/16 Ум. друк. арк. 3,44
Тираж 20 прим. Зам. №__

*Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54008, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9*

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013р.