**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8**

**ВЕРТИКАЛЬНІ ФЕРМИ ТА ІНШІ ІННОВАЦІЇ**

**У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

**Мета роботи:** ознайомитися з інноваційними технологіями вертикальних ферм та інших сучасних підходів у сільському господарстві, дослідити ефективність різних методів вирощування рослин у контрольованому середовищі, а також оцінити їх потенціал для вирішення проблем нестачі землі та ресурсів.

**Теоретична частина**

Сільське господарство завжди було важливим елементом розвитку людства, забезпечуючи їжею та сировиною для різних галузей економіки. Однак, зростання населення та урбанізація призвели до значного скорочення земельних ресурсів, придатних для обробки. Традиційні методи агровиробництва вже не завжди можуть відповідати потребам сучасного суспільства, а кліматичні зміни й виснаження ґрунтів створюють додаткові ризики. У зв’язку з цим зростає інтерес до інноваційних технологій, які здатні забезпечити сталий розвиток і підвищити ефективність сільського господарства. Однією з таких перспективних технологій є вертикальні ферми.

**1. Вертикальні ферми: основи та принцип роботи**

**Вертикальні ферми** – це сільськогосподарські установки, де рослини вирощують у вертикальних конструкціях, що дозволяє використовувати обмежений простір значно ефективніше. Вертикальні ферми можуть бути розташовані як у спеціально побудованих будівлях, так і у пристосованих приміщеннях, включаючи склади та навіть офіси. Ця технологія з’явилася як відповідь на потребу в ефективному землекористуванні та вирощуванні продуктів якомога ближче до місць їхнього споживання.

**Основні принципи роботи вертикальних ферм** включають:

* Використання вертикальних стелажів для розташування рослин.
* Штучне освітлення (зазвичай світлодіоди), що забезпечує необхідний спектр для фотосинтезу.
* Застосування технологій гідропоніки, аеропоніки або аквапоніки для забезпечення кореневої системи рослин поживними речовинами.
* Системи клімат-контролю для підтримання оптимальної температури, вологості та вуглекислого газу.

**2. Технології, що використовуються у вертикальних фермах**

* **Гідропоніка**: метод вирощування рослин без ґрунту, де корені рослин розміщені у водному розчині з необхідними мінералами.
* **Аеропоніка**: метод, при якому корені рослин підвішені в повітрі та обприскуються водяним розчином з поживними речовинами.
* **Аквапоніка**: поєднання гідропоніки та аквакультури, де відходи життєдіяльності риб використовуються як добриво для рослин.

Ці технології дозволяють значно зменшити витрати води, усувають потребу у великій кількості пестицидів і добрив, і можуть застосовуватися в контрольованих умовах приміщень, що робить їх незалежними від погодних факторів.

**3. Переваги вертикальних ферм**

1. **Економія простору**: вертикальні ферми займають значно менше місця порівняно з традиційним сільським господарством, дозволяючи вирощувати більше рослин на одиницю площі.
2. **Зниження витрат води**: технології гідропоніки й аеропоніки потребують до 90% менше води, оскільки вона рециркулює в системі.
3. **Відсутність залежності від клімату**: вертикальні ферми працюють у контрольованих умовах, що дозволяє вирощувати продукцію незалежно від сезону та кліматичних умов.
4. **Мінімізація використання пестицидів**: завдяки закритому середовищу знижується ймовірність розвитку шкідників, що дозволяє зменшити або взагалі виключити використання пестицидів.
5. **Зменшення транспортних витрат**: можливість вирощувати продукти в міських районах означає, що вони можуть бути доставлені споживачам із мінімальними транспортними витратами, знижуючи вуглецевий слід.

**4. Інші інновації у сільському господарстві**

Окрім вертикальних ферм, у сучасному сільському господарстві активно розвиваються інші інноваційні технології, серед яких:

* **Розумне зрошення**: використання сенсорів вологості ґрунту та погодних даних для оптимізації поливу, що дозволяє значно скоротити витрати води.
* **Дрони і супутники для моніторингу**: технології, які дозволяють фермерам отримувати точні дані про стан полів, прогнозувати врожайність та виявляти шкідників на ранніх стадіях.
* **Роботизація**: сучасні ферми використовують роботизовані системи для збору врожаю, сівби та інших польових робіт, що знижує потребу в людській праці.
* **Біотехнології**: включають генетичну модифікацію рослин для підвищення їх стійкості до хвороб, покращення врожайності та оптимізації використання ресурсів.
* **Прецизійне землеробство**: підхід, який використовує технології GPS і дані від сенсорів для точного управління посівами, що дозволяє зменшити використання добрив, пестицидів та оптимізувати витрати.

**5. Виклики та перспективи вертикальних ферм**

Незважаючи на значні переваги, вертикальні ферми також мають свої виклики:

* **Високі початкові інвестиції**: створення вертикальних ферм потребує великих витрат на технології, освітлення, систему поливу та клімат-контроль.
* **Високе енергоспоживання**: штучне освітлення і підтримання необхідних умов вимагає значних витрат електроенергії, що може впливати на вартість продукції.
* **Обмеженість культур**: не всі сільськогосподарські культури підходять для вирощування у вертикальних фермах; найбільше підходять листові овочі, зелень і деякі види фруктів.

Проте, зі зростанням попиту на екологічні продукти та розвитком технологій вартість вертикальних ферм знижується, що робить їх більш доступними та вигідними для комерційного використання.

**Практична частина**

Метою практичної частини роботи є моделювання процесів у вертикальній фермі на прикладі гідропонної системи для вирощування салату. Для цього буде розглянуто основні вимоги до системи, параметри освітлення та рівень поживних речовин у розчині.

1. **Вибір рослин та встановлення параметрів**: обираємо культуру (наприклад, салат), встановлюємо оптимальну температуру, вологість і інтенсивність освітлення.
2. **Розрахунок використання води**: моделюємо систему рециркуляції води та розраховуємо об’єм води, необхідний для вирощування рослини.
3. **Аналіз поживних речовин**: визначаємо концентрацію основних елементів у поживному розчині, який використовується в системі гідропоніки.

**ПРИКЛАД МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ**:

**Гідропонна ферма для вирощування листових овочів**

**Культура:** Салат і базилік  
**Технологія:** Гідропоніка з використанням водного розчину  
**Параметри:**

* **Температура:** 18-24°C
* **Вологість:** 60-70%
* **Освітлення:** LED-світильники з інтенсивністю 12-16 годин на добу
* **Поживний розчин:** Азот, фосфор, калій, магній та мікроелементи, розчинені у воді

**Процес:** Рослини вирощують у спеціальних лотках з постійною циркуляцією води. Поживний розчин забезпечує кореневу систему всіма необхідними елементами. Цей варіант підходить для культур з коротким циклом росту, таких як салат, що дозволяє отримувати до 10 урожаїв на рік.

**Очікуваний результат:** Висока продуктивність на одиницю площі, помірні витрати води завдяки рециркуляції.

| **Культура** | **Переваги** | **Недоліки** |
| --- | --- | --- |
| Листові овочі | Ефективне використання води, висока врожайність на одиницю площі | Підходить лише для культур з коротким циклом росту |

**ЗАВДАННЯ:**

Оберіть будь-які 2 варіанти і здійсніть моделювання процесів у вертикальній фермі згідно прикладу.

**Модельний варіант 1: Аеропонна ферма для вирощування пряних трав**

**Культура:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
**Технологія:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
**Параметри:**

* **Температура:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_°C
* **Вологість:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_%
* **Освітлення:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
* **Поживний розчин:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Процес:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Очікуваний результат:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**Модельний варіант 2: Аквапонна ферма з поєднанням рибництва та вирощування овочів**

**Культура:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
**Технологія:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
**Параметри:**

* **Температура:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_°C
* **Вологість:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_%
* **Освітлення:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
* **Поживний розчин:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Процес:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Очікуваний результат:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Модельний варіант 3: Вертикальна ферма з мультиярусними лотками для вирощування ягід**

**Культура:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
**Технологія:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
**Параметри:**

* **Температура:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_°C
* **Вологість:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_%
* **Освітлення:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
* **Поживний розчин:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Процес:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Очікуваний результат:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**Модельний варіант 4: Контейнерна вертикальна ферма з розумною системою керування кліматом**

**Культура:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
**Технологія:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
**Параметри:**

* **Температура:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_°C
* **Вологість:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_%
* **Освітлення:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
* **Поживний розчин:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Процес:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Очікуваний результат:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Порівняльний аналіз модельних варіантів**

| **Модельний варіант** | **Культура** | **Переваги** | **Недоліки** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

**ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ.**

 Що таке вертикальна ферма, і які її основні особливості?

 Які основні методи вирощування рослин використовуються у вертикальних фермах?

 Чим відрізняється гідропоніка від аеропоніки?

 Які основні переваги аеропонної системи вирощування рослин?

 Що таке аквапоніка, і як вона поєднує вирощування рослин із рибництвом?

 Які види культур найчастіше вирощуються на вертикальних фермах?

 Які переваги вертикальних ферм у порівнянні з традиційним сільським господарством?

 Які обмеження і виклики існують при впровадженні вертикальних ферм?

 Які економічні та екологічні переваги мають вертикальні ферми у міських умовах?

 Як вертикальні ферми сприяють зменшенню витрат води?

 Яка роль світлодіодного освітлення у вертикальних фермах?

 Що таке «розумне зрошення», і як воно застосовується у вертикальних фермах?

 Які технології дозволяють контролювати клімат і мікроклімат на вертикальних фермах?

 Які переваги та недоліки має контейнерна ферма з повною автоматизацією клімат-контролю?

 Як вертикальні ферми можуть сприяти вирішенню проблеми продовольчої безпеки та нестачі сільськогосподарських земель?