

Міністерство освіти і науки України  
**ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

Природничий факультет  
Кафедра ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття

**РОБОЧИЙ ЗОШИТ**

для виконання лабораторних занять з дисципліни  
«Технологія закритого ґрунту (ч. 1)»

для підготовки фахівців  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**Галузь знань:** Н Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина

**Спеціальність:** Н1 Агронімія

**Предметна спеціальність:** -

**Спеціалізація:** -

**Освітня програма:** Тепличне господарство

**Факультет:** Природничий

Здобувач \_\_\_\_\_ курсу, \_\_\_\_\_ групи  
природничого факультету

\_\_\_\_\_ прізвище, ім'я, по батькові

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри  
ботаніки, біоресурсів та збереження  
біорізноманіття

Протокол від «\_8\_» \_січня 2026 р. № 15\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Людмила КОНСТАНТИНЕНКО

УДК 378.147:631.544(076)

Р 63

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Житомирського державного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 3 від 30 січня 2026 року)*

**Рецензенти:**

*СТОЦЬКА Світлана* - кандидат с.-г. наук, доцент кафедри технологій у рослинництві  
Поліського національного університету

*ЖУРАВСЬКА Інна* – кандидат с.-г. наук, викладач спеціальних дисциплін кафедри  
«Агрономія та лісове господарство» Житомирського агротехнічного коледжу

*ШЕЛЮК Юлія* – доктор біологічних наук, професор кафедри Житомирського  
державного університету імені Івана Франка

**Р 63** Панчишин В. З., Матвійчук Н. Г., Матвійчук Б. В., Світельський М. М. Робочий зошит для виконання лабораторних занять з дисципліни «Технологія закритого ґрунту (ч. 1)». Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2026. 70 с.

В робочому зошиті наведено основні завдання та рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія закритого ґрунту» для здобувачів спеціальності Н1 «Агрономія» освітньої програми Тепличне господарство.

© Панчишин В. З., автор, 2026  
© Матвійчук Н. Г., автор, 2026  
© Матвійчук Б. В., автор, 2026  
© Світельський М. М., автор, 2026  
© Житомирський державний університет  
імені Івана Франка, 2026

## ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторне заняття №1. Вступ до рослинництва закритого ґрунту	5
Лабораторне заняття №2. Типи споруд закритого ґрунту та їх характеристика	11
Лабораторне заняття №3. Світловий режим та методи його регулювання	16
Лабораторне заняття №4. Водний режим та методи його регулювання	22
Лабораторне заняття №5. Тепловий режим та методи його регулювання	28
Лабораторне заняття №6. Повітряний режим та методи його регулювання	33
Лабораторне заняття №7-8. Ґрунти культиваційних споруд та вимоги до них	38
Лабораторне заняття №9-10. Методи гідропоніки	44
Лабораторне заняття №11. Підживлення рослин при безґрунтових технологіях	54
Список рекомендованої літератури	64
Додатки	65

## **ВСТУП**

Сучасне сільське господарство не може обійтися без впровадження інтенсивних технологій, які забезпечують цілорічне виробництво овочевої продукції. Однією з таких галузей є овочівництво закритого ґрунту, що охоплює вирощування рослин у захищених спорудах (теплицях, парниках, інкубаторах, гідропонних установках тощо).

**Предметом вивчення** дисципліни є технологічні процеси вирощування овочевих та зеленних культур у закритому ґрунті, обладнання тепличних комплексів, агротехнічні прийоми та системи догляду за рослинами у контрольованому середовищі.

**Метою** дисципліни є формування у студентів знань та практичних навичок щодо організації технологічного процесу вирощування овочевих культур у закритому ґрунті з урахуванням біологічних особливостей рослин, мікрокліматичних умов та вимог до якості продукції.

### **Основні завдання дисципліни:**

- ознайомлення з видами тепличних споруд та їх функціональними елементами;
- вивчення технологій вирощування овочевих і зеленних культур у різні пори року;
- засвоєння методів регулювання мікроклімату та світлового режиму в теплицях;
- набуття навичок підбору оптимальних субстратів, добрив і способів поливу;
- освоєння основ гідропоніки, аеропоніки та інших прогресивних методів;
- розвиток умінь застосовувати сучасні засоби механізації та автоматизації у тепличному господарстві.

Лабораторні заняття спрямовані на практичне засвоєння матеріалу, вивчення агротехніки вирощування культур у закритому ґрунті, аналіз ефективності технологічних прийомів і розвиток практичних навичок догляду за рослинами.

## **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1 (2 год)**

**Тема:** Вступ до рослинництва закритого ґрунту

**Мета заняття:** Ознайомитися з основними поняттями, значенням, завданнями і перспективами розвитку овочівництва закритого ґрунту, а також з умовами вирощування та загальними технологічними підходами.

### *План*

1. Основні поняття та терміни, що використовуються у технології закритого ґрунту.
2. Історичні етапи розвитку тепличного виробництва.
3. Внесок провідних учених у розвиток технологій захищеного ґрунту.

### *Теоретична частина*

Закритий ґрунт \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Теплиця \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Парник \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Мікроклімат \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Гідропоніка \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Субстрат \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Оранжерея \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Культура обігу \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вегетаційний період \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Історичні етапи розвитку технології закритого ґрунту

Етап	Період	Основні характеристики	Приклади
<p>Стародавні часи</p> 			
<p>Ренесанс</p> 			
<p>XIX століття</p> 			
<p>Середина XX ст.</p> 			

<p>Кінець XX – початок XXI ст.</p> 			
<p>Перспективи</p> 			

*Таблиця 2.*

**Вчені, які зробили внесок у розвиток технологій закритого ґрунту**

Ім'я вченого	Внесок у науку
 <p><b>Жан-Батіст де Ла Кінтіні</b></p>	



**Юліус фон Сакс**



**Ян ван дер Хейден**



**Джозеф Пакстон**



**Аугуст Харді**



**Уільям Ф. Герік**



**Lord & Burnham**  
**(Фредерік А. Корд**  
**та Вільям А. Бернхем)**



**Джозеф ван Хорде**



**Ерік Джон Г'юїт**

*Питання для самостійної роботи:*

1. У чому полягають переваги овочівництва закритого ґрунту?
2. Назвіть основні історичні етапи розвитку теплиць.
3. Хто запровадив термін «гідропоніка» і в чому суть цього методу?
4. Який внесок зробив Юліус фон Сакс у науку про живлення рослин?
5. Назвіть сучасні технології вирощування овочів у теплицях.
6. У чому полягають перспективи тепличного овочівництва в Україні?

*Лабораторне заняття №2 (2 год)*

**Тема :** Типи споруд закритого ґрунту та їх характеристика

**Мета :** розвинути вміння порівнювати та класифікувати споруди.

**План**

1. Аналіз конструктивних особливостей та матеріалів;
2. Вивчити основні типи споруд закритого ґрунту

*Теоретична частина*

Полікарбонат \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Каркас \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Світлопроникність \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Теплоізоляція \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вентиляція \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Сезонне вирощування \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Енергоефективність \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Автоматизація \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Промислова теплиця \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Міні-теплиця \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Основні типи споруд закритого ґрунту

Тип споруди	Основні характеристики (світлопроникність, вартість, термін служби, переваги тощо)	Недоліки
<p>Скляна теплиця</p> 		
<p>Плівкова теплиця</p> 		
<p>Теплиця з полікарбонату</p> 		
<p>Арочна теплиця</p> 		
<p>Парник (низька конструкція)</p> 		



*Покоління теплиць:*

Покоління, назва	Тип конструкції, покриття	Теплорежим, автоматизація	Особливості	Типове використання
<p><b>I</b> Прості парники / тунелі</p> 				
<p><b>II</b> Скляні теплиці з обігрівом</p> 				
<p><b>III</b> Блокові теплиці</p> 				
<p><b>IV</b> Високотехнологічні теплиці</p> 				
<p><b>V</b> Напівзакриті теплиці</p> 				

## Висновки:

---

---

---

---

---

---

---

---

### *Питання для самостійної роботи:*

1. Що таке споруди закритого ґрунту та яке їх основне призначення?
2. Які бувають типи теплиць за матеріалом покриття?
3. Назвіть основні типи парників і вкажіть, у чому між ними різниця.
4. Які джерела тепла використовують у теплом парнику?
5. Що означає поділ теплиць на покоління?
6. Які основні ознаки теплиць IV і V покоління?
7. Яке покоління теплиць найдоцільніше для промислового вирощування культур в Україні?

## Лабораторне заняття №3 (2 год)

**Тема:** Світловий режим та методи його регулювання

**Мета:** Вивчити значення світлового режиму для росту рослин

### *План:*

1. Ознайомитися з типами освітлення, які використовуються у теплицях;
2. Дослідити методи регулювання світла;
3. Навчитися проводити прості вимірювання освітленості

### *Теоретична частина:*

Люмен \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Люкс \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ультрафіолетове випромінювання \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Інфрачервоне світло \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Видиме світло \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Фотосинтетично активна радіація (ФАР) - \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Спектр світла \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

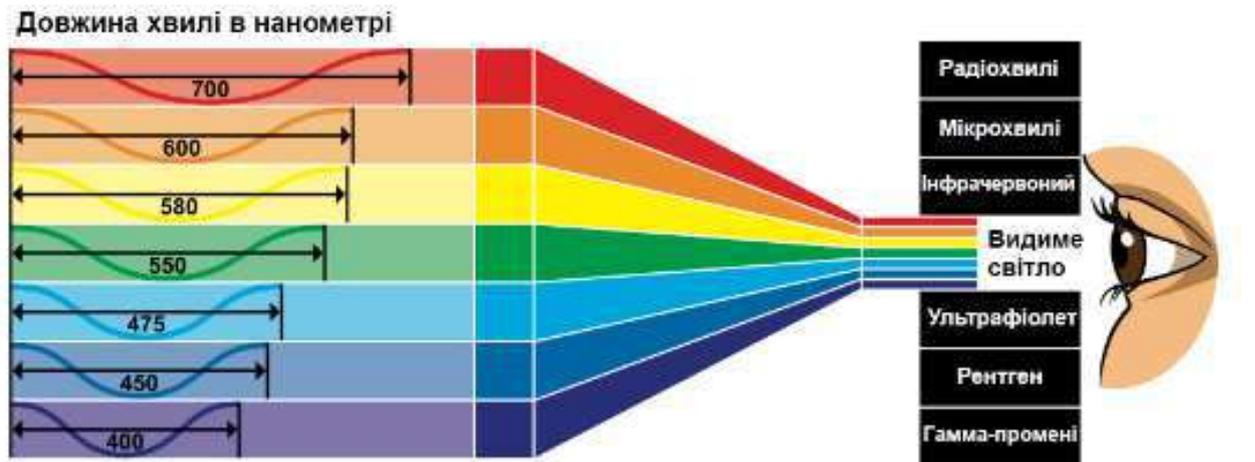
Невидиме світло \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Інтенсивність світла \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Ознайомитися з рисунком:**



***Вплив кольорових променів та випромінювань на процеси росту та розвитку рослин***

Колір променю або вид випромінювання	Діапазон хвиль (Нм)	Вплив на процеси росту та розвитку рослин
Червоний		

Синій		
Зелений		
Жовтий		
Інфрачервоне випромінювання		
Ультрафіолетове випромінювання		

## Види ламп та їх характеристика

Вид лампи	Принцип освітлення	Переваги	Недоліки
<p data-bbox="236 349 655 387">Звичайні (розжарювання)</p> 			
<p data-bbox="376 940 517 978">Натрієві</p> 			
<p data-bbox="284 1464 612 1503">Світлодіодні (LED)</p> 			

<p>Люмінесцентні</p> 			
<p>Фітолампи</p> 			
<p>Металогалогенна</p> 			
<p>Індукційна</p> 			

### Гібридні системи




### Висновки:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### *Питання для самостійної роботи:*

1. Значення світлового режиму у спорудах закритого ґрунту.
2. Які фізичні параметри визначають ефективність освітлення для рослин?
3. Видиме і невидиме світло: який їхній вплив на рослини?
4. Охарактеризуйте спектри світла (червоний, синій, зелений) та їх вплив на ріст і розвиток культур.
5. Які вимоги до освітлення мають різні фази розвитку рослини (вегетація, цвітіння, плодоношення)?
6. Методи регулювання світлового режиму в теплицях. Наведіть приклади.
7. Світлові умови в теплиці взимку та влітку. Як це враховують аграрії?

*Лабораторне заняття №4 (2 год)*

**Тема:** Водний режим та методи його регулювання

**Мета:** Ознайомитися з особливостями водного режиму в тепличних умовах, вивчити методи його регулювання для забезпечення оптимального росту рослин

*План:*

1. Ознайомлення з основами водного режиму теплиць
2. Системи поливу в закритому ґрунті

*Теоретична частина:*

Водний режим \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Зрошення \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Крапельне зрошення \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вологість повітря \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Транспірація \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Евапотранспірація \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Гігрометр \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вологомір \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Автоматизовані системи поливу \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Випаровування \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Мульчування \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Водозбереження \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Фертигація \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Полив у теплицях істотно відрізняється від поливу у відкритому ґрунті через відсутність природних опадів, замкнутий простір і керований мікроклімат. При чому, негативні наслідки має як і недостача вологи так і надлишок, особливо у закритому ґрунті, де надлишок води може швидко спричинити кореневі гнилі та грибкові хвороби, тоді як на полі надлишок компенсується природним дренажем і вітром. Але поряд з цим полив у закритому ґрунті є більш «технологічним», що дозволяє ефективніше використовувати наявні ресурси води та добрив (в. т.ч. завдяки фертигації).

У тепличному господарстві застосовують різні види поливу, залежно від типу культур, технічних можливостей, кліматичних умов і рівня автоматизації.

### Основні види поливу в теплицях:

Вид поливу	Принцип роботи	Переваги	Недоліки
<p><i>Крапельне зрошення</i></p> 			
<p><i>Дощування</i></p> 			
<p><i>Підґрунтове (субіригаційне) зрошення</i></p> 			
<p><i>Капілярні мати</i></p> 			
<p><i>Ручний полив</i></p> 			
<p><i>Туманоутворення / мікродощування</i></p> 			

## Розписати різновиди крапельного поливу

Краплинна стрічка

---

---

---

---

---

Крапельне зрошення з  
індивідуальними крапельницями

---

---

---

---

---

Крапельне  
зрошення

Внутрішньостінне  
крапельне зрошення

---

---

---

---

---

Мікрокрапельне  
зрошення

---

---

---

---

---

Автоматизоване крапельне  
зрошення (з контролерами)

---

---

---

---

---

Зрошення через  
багатоточкові  
крапельниці

---

---

---

---

---

*Підписати рисунки (різновиди крапельного поливу)*



У професійних теплицях розрахунок потреби у воді (W) розраховується з урахуванням евапотранспірації, яка враховує погодні умови, тип поливу та фаху розвитку рослини.

Використовується формула:

$$W = ET_c \times S, \text{ де:}$$

$ET_c$  – потенційна евапотранспірація, л/м<sup>2</sup>

S – площа теплиці, м<sup>2</sup>

$ET_c$  визначають за формулою:

$$ET_c = ET_0 \times K_c, \text{ де}$$

$K_c$  – коефіцієнт культури, який залежить від фази розвитку (дод. 2)

$K_c$  може змінюватися залежно від густоти посадки, типу субстрату, способу поливу, випаровування, рівня вентиляції, освітленості тощо.

У практиці часто застосовують коригування  $\pm 10\text{--}20\%$  (дод. 3).

$$K_{\text{скор}} = K_c \times k_t \times k_h \times k_p \times k_g, \text{ де}$$

$k_t$  - поправочний коефіцієнт температури повітря

$k_h$  - поправочний коефіцієнт відносної вологості повітря

$k_p$  - поправочний коефіцієнт способу поливу

$k_g$  - поправочний коефіцієнт густоти посадки

$ET_0$  - базова (потенційна) евапотранспірація, залежить від пори року та температури (дод. 4).

Після цього визначаємо кількість води, необхідної для 1 рослини ( $W_p$ )

$$W_p = \frac{ET_c}{n}, \text{ де}$$

n - кількість рослин на 1 м<sup>2</sup>

*Виконуємо індивідуальні завдання (варіант дає викладач):*

Вихідні дані (додаток 1.1 та 1.2):

Культура: \_\_\_\_\_

Площа теплиці: \_\_\_\_\_

Густота посадки : \_\_\_\_\_

Тривалість вегетації: \_\_\_\_\_

Полив \_\_\_\_\_

### Розрахунок потреби води на 1 м<sup>2</sup>, л

Фаза розвитку	Тривалість, діб	ET <sub>0</sub> , л/м <sup>2</sup> ·добу	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> , л/м <sup>2</sup> ·добу	Вода, л/м <sup>2</sup>
Разом		-	-	-	

Фаза 1 \_\_\_\_\_ K<sub>скор1</sub> = \_\_\_\_\_

Фаза 2 \_\_\_\_\_ K<sub>скор2</sub> = \_\_\_\_\_

Фаза 3 \_\_\_\_\_ K<sub>скор3</sub> = \_\_\_\_\_

Фаза 4 \_\_\_\_\_ K<sub>скор4</sub> = \_\_\_\_\_

Далі розраховуємо потребу у воді для всієї теплиці та для 1 рослини, робимо короткий висновок та пропозиції:

---



---



---



---



---



---



---

*Питання для самостійної роботи:*

1. Важливість підтримки оптимального рівня вологості в теплицях
2. Як температура повітря впливає на вологість ґрунту та транспірацію рослин?
3. Назвіть основні методи зрошення, які застосовуються в тепличному господарстві.
4. У чому переваги крапельного зрошення порівняно з іншими методами?
5. Як автоматизовані системи поливу сприяють ефективному використанню водних ресурсів?
6. Що таке евапотранспірація і як вона пов'язана з водним режимом?
7. Як можна зменшити випаровування води з ґрунту в теплиці
8. Як впливає надлишок вологи на ріст і розвиток рослин у теплиці?

## Лабораторне заняття №5 (2 год)

**Тема :** Тепловий режим та методи його регулювання

**Мета:** ознайомитися з поняттям теплового режиму

### *План*

1. Вивчити основні джерела тепла в теплицях;
2. Дослідити способи підтримання та регулювання температури;
3. Розвинути навички аналізу впливу температури на розвиток культур.

### *Теоретична частина:*

Тепловий режим \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Оптимальна температура \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Обігрів \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Інфрачервоне тепло \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вентиляція \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Теплоізоляція \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Біологічне тепло \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Клімат-контроль \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Водяний обігрів \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дати характеристику джерелам тепла в теплицях:

Сонячне випромінювання



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Газові або твердопаливні котли



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Електричні обігрівачі



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Біологічне тепло (гній, компост)



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Інфрачервоні лампи



Системи «тепла підлога» або ґрунтові труби



---

---

---

---

---

---

### ***Важливість регулювання температури в теплицях***

#### **Оптимальний ріст і розвиток рослин**

Кожна культура має свої температурні межі. Перегрів або переохолодження може:

- призупинити ріст;
- викликати стрес;
- знизити врожайність;
- спричинити загибель рослини.

#### **Підтримка стабільного мікроклімату**

Методи регулювання допомагають утримувати температуру на постійному рівні вдень і вночі, незалежно від погодних умов.

#### **Енергоефективність**

Сучасні методи (теплоізоляція, автоматичне управління) дозволяють:

- зменшити втрати тепла взимку;
- уникати перегріву влітку;
- економити енергію, що знижує витрати на обігрів.

#### **Забезпечення фаз росту**

Для кожної фази розвитку рослини (вегетація, цвітіння, плодоношення) потрібна своя температура. Регулювання дозволяє перемикатись між фазами керовано.

## Профілактика хвороб

Правильний тепловий режим знижує вологість, що допомагає запобігти грибковим хворобам (особливо при провітрюванні).

*Дати характеристику основним методам регулювання тепла в закритому ґрунті*

Метод	Опис	Переваги	Недоліки
Обігрів	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Провітрювання	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Затінення	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Теплоізоляція	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Регулювання вологості	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
Автоматизація	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

## Висновки:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### *Питання для самостійної роботи:*

1. Що таке тепловий режим у теплиці?
2. Назвіть оптимальні температурні показники для різних фаз розвитку рослин.
3. Які природні та штучні джерела тепла використовують у теплицях?
4. Поясніть роль теплоізоляції в енергоефективності теплиці.
5. Які негативні наслідки можуть мати різкі коливання температури в тепличному мікрокліматі?
6. Опишіть різні методи обігріву теплиць та їх порівняльні переваги.
7. У яких випадках потрібне провітрювання теплиці, і як воно впливає на температурний режим?
8. Як можна поєднувати біологічне тепло з технічними методами опалення?

*Лабораторне заняття №6 (2 год)*

**Тема** Повітряний режим та методи його регулювання

**Мета** Ознайомитися з основними параметрами повітряного режиму в теплицях та практичними методами їх регулювання

*План:*

1. Ознайомлення з поняттям повітряного режиму.
2. Короткий огляд методів регулювання мікроклімату в теплиці.

*Теоретична частина:*

Повітряний режим \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Природна вентиляція \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Механічна вентиляція \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Приплив \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Витяжка \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Циркуляція повітря \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Теплообмін \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Інсоляція \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Оптимізація температурного режиму

---

---

---

---

---

---

---

---

Підтримання оптимальної вологості

---

---

---

---

---

---

---

---

Забезпечення газообміну (CO<sub>2</sub>)

---

---

---

---

---

---

---

---

Основні аспекти важливості регулювання повітря

Запобігання застійним зонам

---

---

---

---

---

---

---

---

Підвищення якості та врожайності продукції

---

---

---

---

---

---

---

---

Зменшення ураження хворобами та шкідниками

---

---

---

---

---

---

---

---

Методи регулювання повітряного режиму в теплицях (описати):




---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

Окрім цього для покращення повітряного режиму в теплицях можуть використовуватися наступні дії (підписати):

*Опалення*


## Охолодження



## Зволоження та осушення



## Регулювання рівня CO<sub>2</sub>



Висновки:

---

---

---

---

---

---

---

---

*Питання для самостійної роботи:*

1. Що таке повітряний режим теплиці та які основні показники його характеризують?
2. Яке значення має регулювання повітряного режиму для росту й розвитку рослин?
3. У чому полягає різниця між природною та механічною вентиляцією теплиць?
4. Які основні способи опалення та охолодження застосовують у теплицях?
5. Чому важливо підтримувати оптимальну вологість повітря та якими методами це здійснюється?
6. Яку роль відіграє CO<sub>2</sub> у життєдіяльності рослин і як регулюють його концентрацію в теплицях?
7. Які негативні наслідки можуть виникати при порушенні повітряного режиму?

*Лабораторне заняття №7-8 (4 год)*

**Тема :** Ґрунти культивацийних споруд та вимоги до них

**Мета :** Ознайомитися з видами тепличних ґрунтів та субстратів

*План :*

1. Вивчити та охарактеризувати основні ґрунти для теплиць

2. Вивчити та охарактеризувати субстрати для теплиць

*Теоретична частина :*

Ґрунтова суміш \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Субстрат \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Агрофізичні властивості \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Агрохімічні показники \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Штучний ґрунт \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Компост \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Листяна земля \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Біогумус \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Об'ємна маса \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Вологоємність \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Повітропроникність \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

pH ґрунту \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **Основні вимоги до тепличних ґрунтів:**

#### *1. Рихлість*

- Оцінюється візуально та за щільністю: ґрунт має легко розсипатися при стисканні в руці.
- Орієнтир: після ущільнення не повинен мати щільної грудки.
- Пористість (загальна): 50–70% — бажано для доброго водо- і повітрообміну.

#### *2. Водопроникність*

Норма для тепличного ґрунту:  $\geq 3$  мм/хв — швидкість просочування води

Оптимум: вода не повинна застоюватися  $> 10$ – $15$  хв після поливу.

#### *3. Вологомісткість (максимальна водоутримуюча здатність)*

Оптимальна здатність утримувати вологу 40–60% від ваги сухого ґрунту

#### *4. Повітропроникність*

Вміст повітря у ґрунті: не менше 10–15% об'єму (у вологому стані)

Оцінюється непрямо: якщо вода застоюється або запах стає затхлим — повітропроникність низька.

#### *5. Об'ємна маса (густина)*

Оптимальні значення:

- 300–500 кг/м<sup>3</sup> — для торфосубстратів, розсади
- 600–800 кг/м<sup>3</sup> — для овочевих культур у грядках
- 1000 кг/м<sup>3</sup> — небажана для теплиць (ущільнений, важкий ґрунт)

*Агрохімічна характеристика тепличних ґрунтів та субстратів:*

№	Компонент	Походження	Вміст елементів живлення	pH	Особливості використання
1	Суглинковий ґрунт 				
2	Польовий ґрунт 				
3	Пісок 				
4	Гній (перепрілий) 				
5	Тирса (перепріла) 				
6	Листяний компост 				
7	Перегній 				
8	Торф низинний 				

9	Торф напіврозкладений 				
10	Торф верховий 				
11	Чорнозем 				

*Агрофізична характеристика тепличних ґрунтів та субстратів:*

№	Компонент	Об'ємна маса (г/см <sup>3</sup> )	Об'єм 1 г (см <sup>3</sup> /г)	Водоємність (г/г)
1	Суглинковий ґрунт	1,20 – 1,50	0,67 – 0,83	0,67 – 0,83
2	Піщаний ґрунт	1,40-1,60	0,63 – 0,71	0,05 – 0,1
3	Пісок	1,80 – 2,00	0,50 – 0,56	0,50 – 0,60
4	Гній (перепрілий)	0,64 – 0,96	1,04 – 1,56	1,00 – 1,50
5	Тирса (перепріла)	0,15 – 0,20	5,0 – 6,7	5,0 – 6,0
6	Листяний компост	0,20 – 0,30	3,3 – 5,0	3,5 – 5,0
7	Перегній	0,80 – 0,85	1,18 – 1,25	1,20 – 1,25
8	Торф низинний	0,30 – 0,50	2,0 – 3,3	2,0 – 3,0
9	Торф напіврозкладений	0,20 – 0,30	3,3 – 5,0	3,0 – 4,5
10	Торф верховий	0,08 – 0,15	6,7 – 12,5	5,0 – 6,5
11	Чорнозем	1,14-1,29	0,78-0,88	0,4-0,6

Розрахунок необхідної кількості ґрунтосуміші розраховують за наявним об'ємом компонентів або їхньою масою

**Вихідні дані:**

Для розрахунку об'єму суміші	Для розрахунку маси ґрунтової суміші
Комп. 1 _____ — __% = __ кг	Комп. 1 _____ — __% = __ м <sup>3</sup>
Комп. 2 _____ — __% = __ кг	Комп. 2 _____ — __% = __ м <sup>3</sup>
Комп. 3 _____ — __% = __ кг	Комп. 3 _____ — __% = __ м <sup>3</sup>
Комп. 4 _____ — __% = __ кг	Комп. 4 _____ — __% = __ м <sup>3</sup>
Комп. 5 _____ — __% = __ кг	Комп. 5 _____ — __% = __ м <sup>3</sup>

Методика розрахунку об'єму суміші на задану масу коли задано відсотковий склад компонентів за масою

Загальна маса суміші: 1000 кг (1 тонна)

Формула для кожного компонента:

$$V_1 = \frac{\text{Об'ємна маса (кг/м}^3\text{)}}{\text{Маса (кг)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_2 = \frac{\text{Об'ємна маса (кг/м}^3\text{)}}{\text{Маса (кг)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_3 = \frac{\text{Об'ємна маса (кг/м}^3\text{)}}{\text{Маса (кг)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_4 = \frac{\text{Об'ємна маса (кг/м}^3\text{)}}{\text{Маса (кг)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_5 = \frac{\text{Об'ємна маса (кг/м}^3\text{)}}{\text{Маса (кг)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_{\text{загальне}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Для визначення об'ємної маси суміші використовуємо формулу:

$$OM_{\text{суміші}} = \frac{\text{Загальна маса (кг)}}{\text{Загальний об'єм (кг/м}^3\text{)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Висновок (вказати на які цілі краще використовувати дану суміш та дати свої рекомендації щодо покращення агрофізичних та агрохімічних властивостей)

---



---



---



---



---

Методика розрахунку маси ґрунтової суміші на заданий об'єм, коли задано відсотковий склад компонентів за об'ємом

Загальний об'єм суміші: 1 м<sup>3</sup> (1000 літрів)

Знаючи об'єм кожного компонента, обчислюємо масу :

$$M_1 = \text{об'єм компоненту}_1 * \text{об'ємна маса компоненту}_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$M_2 = \text{об'єм компоненту}_2 * \text{об'ємна маса компоненту}_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$M_3 = \text{об'єм компоненту}_3 * \text{об'ємна маса компоненту}_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$M_4 = \text{об'єм компоненту}_4 * \text{об'ємна маса компоненту}_4 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$M_5 = \text{об'єм компоненту}_5 * \text{об'ємна маса компоненту}_5 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$M_{\text{загальне}} = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Далі розраховуємо об'ємну масу суміші

$$\text{OM}_{\text{суміші}} = \frac{\text{Загальна маса (кг)}}{\text{Загальний об'єм (кг/м}^3\text{)}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Висновок (вказати на які цілі краще використовувати дану суміш та дати свої рекомендації щодо покращення агрофізичних та агрохімічних властивостей)

---

---

---

---

---

---

*Питання до самостійної роботи:*

1. Що таке ґрунт культиваційної споруди? Які його основні функції?
2. Якими мають бути фізичні властивості ґрунту для теплиць (структура, пористість, вологомісткість)?
3. Який оптимальний рівень кислотності (рН) для вирощування овочевих культур у тепличних умовах?
4. Назвіть основні вимоги до хімічного складу ґрунту в культиваційних спорудах.
5. Чому важливо знезаражувати тепличні субстрати? Які методи знезараження використовують?

## *Лабораторне заняття №9-10 (4 год)*

**Тема:** Методи гідропоніки

**Мета :** Ознайомитися з основними методами гідропоніки, їх принципом дії, перевагами та недоліками, а також навчитися підбирати оптимальний метод вирощування для різних овочевих культур.

### **План :**

1. Вивчити поняття та сутність гідропоніки.
2. Ознайомитися з основними методами гідропонного вирощування рослин.
3. Визначити переваги гідропоніки порівняно з ґрунтовим вирощуванням.

*Теоретична частина:*

Гідропоніка \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Безґрунтове вирощування \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Поживний розчин \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Гідропонна система \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Субстрат \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Енерговитрати \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Екологічне землеробство \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Заповнити таблицю

### Основні види гідропоніки

№	Види систем	Принцип дії	Переваги	Недоліки
1	Deep Water Cultivation (DWC) (глибоководна культура)			
2	Nutrient Film Technique (NFT) (поживна плівка)			
3	Агрегатопоніка 			
4	EBB and FLOW Флуд і дренаж 			



поживних речовин і слугують лише для підтримки коріння та забезпечення аерації. Завдяки цьому виключаються ґрунтові шкідники, бур'яни та змінність властивостей ґрунту, а фермер отримує повний контроль над живильним середовищем.

Описати основні супостати, які використовуються в гідропоніці

Керамзит	Характеристики		
	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
	Переваги	Недоліки	Найбільше поширення
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

Мінеральна вата	Характеристики		
	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
	Переваги	Недоліки	Найбільше поширення
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

## Кокосовий субстрат



## Характеристики

---

---

---

---

---

---

---

---

### Переваги

---

---

---

---

---

---

---

---

### Недоліки

---

---

---

---

---

---

---

---

### Найбільше поширення

---

---

---

---

---

---

---

---

## Агроперліт



## Характеристики

---

---

---

---

---

---

---

---

### Переваги

---

---

---

---

---

---

---

---

### Недоліки

---

---

---

---

---

---

---

---

### Найбільше поширення

---

---

---

---

---

---

---

---

### Вермікуліт



#### Переваги

---

---

---

### Характеристики

---

---

---

---

---

#### Недоліки

---

---

---

#### Найбільше поширення

---

---

---

### Гравій



#### Переваги

---

---

---

### Характеристики

---

---

---

---

---

#### Недоліки

---

---

---

#### Найбільше поширення

---

---

---

### Пісок



#### Переваги

---

---

---

### Характеристики

---

---

---

---

---

#### Недоліки

---

---

---

#### Найбільше поширення

---

---

---

### Сфагнум (торф'яний мох)



#### Переваги

---

---

---

#### Характеристики

---

---

---

---

---

#### Недоліки

---

---

---

#### Найбільше поширення

---

---

---

### Ляне полотно



#### Переваги

---

---

---

#### Характеристики

---

---

---

---

---

#### Недоліки

---

---

---

#### Найбільше поширення

---

---

---

### Пінопласт (EPS)



#### Переваги

---

---

---

#### Характеристики

---

---

---

---

---

#### Недоліки

---

---

---

#### Найбільше поширення

---

---

---

Цеоліт	Характеристики		
	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>		
	Переваги	Недоліки	Найбільше поширення
	<hr/>	<hr/>	<hr/>

### Типи конструкцій у гідропоніці:

Тип конструкції	Опис / Формат	Переваги	Недоліки
<p data-bbox="268 1272 512 1310">Горизонтальна</p> 			
<p data-bbox="228 1662 539 1700">Вертикальна (вежі)</p> 			

<p>Ярусна (стелажі)</p> 			
<p>Пірамідальна</p> 			
<p>Фітостіна / стіна зелені</p> 			
<p>Контейнерна / модульна</p> 			
<p>Плаваюча платформа (Raft)</p> 			

## *Висновок*

---

---

---

---

---

### *Питання для самостійної роботи:*

1. Що таке гідропоніка та які її основні переваги порівняно з традиційним вирощуванням у ґрунті?
2. Які існують основні типи гідропонних систем?
3. Які субстрати використовуються в гідропоніці та які їхні властивості?
4. Які культури найкраще підходять для гідропонного вирощування?
5. Які труднощі можуть виникнути при використанні гідропонних технологій?

## *Лабораторне заняття №11 (2 год)*

**Тема :** Підживлення рослин при безгрунтових технологіях

**Мета:** ознайомитися з основними правилами при підживленні рослин при безгрунтових технологіях

### **План:**

1. Вивчити значення елементів на ріст і розвиток рослин
2. Ознайомитися з методами регулювання рН
3. Вивити правила контролю ЕС

*Теоретична частина:*

Прихований голод \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Розчинені солі \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Осмотичний стрес \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ЕС (electrical conductivity / електропровідність) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ррm (parts per million) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

рН (кислотність розчину) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Опіки коренів \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Значення макро та мікроелементів для сільськогосподарських культур в закритому ґрунті

Елемент	Вплив на рослину	Надлишок	Нестача	Оптимальний рН для засвоєння
<b>Азот (N)</b>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	
<b>Фосфор (P)</b>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	
<b>Калій (K)</b>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	
<b>Кальцій (Ca)</b>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	
<b>Магній (Mg)</b>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	
<b>Залізо (Fe)</b>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	
<b>Марганець (Mn)</b>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	
<b>Бор (B)</b>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/>	

<b>Цинк (Zn)</b>	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	
<b>Молібден (Mo)</b>	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	

### *Як регулювати рН?*

Якщо рН занадто високий (лужний) — додають речовини з рН-  
(найчастіше, це кислоти)

### **Засоби для підвищення рН у гідропоніці**

Речовина	Фаза росту	Особливості застосування (переваги, недоліки)	Кількість для 100 л / -0.1 рН
 <b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b> Ортофосфорна кислота			1.0 – 2.5 мл (85% розчин)
 <b>HNO<sub>3</sub></b> Азотна кислота			1.0 – 2.0 мл (65% розчин)
 Сірчана кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )			0.5 – 1.5 мл (98% розчин)
 <b>Лимонна кислота</b>			1.5 – 3.0 г (порошок)

Якщо рН занадто низький (кислий) — додають речовини з рН+ (найчастіше це луги).

### Засоби для підвищення рН у гідропоніці

Засіб	Фаза вегетації рослини	Особливості застосування (переваги, недоліки)	Кількість для 100 л / +0.1 рН
 Гідроксид калію			2.0 – 5.0 мл (10% розчин)
 Гідроксид натрію			2.0 – 4.0 мл (10% розчин)
 Карбонат калію (K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )			5.0 – 10.0 г (порошок)

Для визначення оптимальної кількості внесення добрив у поживний розчин використовуються показники ЕС (електропровідності)

Одиниця вимірювання ЕС - мСм/см (мілісіменс на сантиметр) або mS/cm.

Але часто концентрацію добрив в поживному розчині вимірюють також в одиницях ppm.

PPM (Parts Per Million — «частинок на мільйон») — це ще один спосіб вираження концентрації розчинених солей (тобто добрив) у воді для

гідропоніки. Цей показник теж показує, скільки поживних речовин міститься у твоєму живильному розчині.

Для визначення електропровідності використовують ЕС-метри. Однак професійні стаціонарні апарати коштують чималих коштів, тому їх використовують підприємства з доволі великими площами. Зазвичай використовують портативні рН-метр/ЕС-метр/TDS-метри (кондуктометри), які хоч і показують дещо неточні дані, однак відхилення є незначним, а ціна – у 10-ки разів нижча.

При цьому не слід забувати, що існує 3 шкали переведу ЕС в ppm.

Шкала	Формула (ЕС → PPM)	Область поширення	Використання (найпоширеніші компанії, що виробляють добрива для гідропоніки)
500	1 ЕС = 500 ppm	США	General Hydroponics
640	1 ЕС = 640 ppm	Австралія	Hanna Instruments
700	1 ЕС = 700 ppm	Канада, Європа	Truncheon Meter, Advanced Nutrients

Тому дуже важливо знати, за якою шкалою працює PPM-метр. Інакше можна помилково перегодувати або недогодувати рослину.

На різних фазах росту рослин потреба в різному рівні ЕС у гідропоніці пов'язана з тим, що рослини на кожному етапі життя по-різному споживають поживні речовини.

**Орієнтовний ЕС для поширених овочевих культур (дописати ppm для європейської шкали) :**

Культура	Фаза вегетації				
	Саджанці (розсада)	Веgetація	Цвітіння	Формування плодів / Збір	Завершення / Flush
Томати 	1.5 – 2.0	2.0 – 2.5	2.5 – 3.0	2.8 – 3.5	2.0 – 2.5
(PPM)					

<p>Огірки</p> 	1.2 – 1.8	1.8 – 2.2	2.2 – 2.5	2.5 – 3.0	1.5 – 2.0
<i>(PPM)</i>					
<p>Салат</p> 	0.8 – 1.2	1.2 – 1.8	—	—	1.0 – 1.5
<i>(PPM)</i>					
<p>Ромен</p> 	0.8 – 1.2	1.2 – 1.8	—	1.5 – 2.0 (збір)	1.0 – 1.5
<i>(PPM)</i>					
<p>Перець</p> 	1.0 – 1.5	1.5 – 2.0	2.0 – 2.5	2.5 – 3.0	1.5 – 2.0
<i>(PPM)</i>					
<p>Базилік</p> 	0.8 – 1.2	1.2 – 1.8	—	1.5 – 2.0 (збір)	1.0 – 1.5

<i>(РРМ)</i>					
Редис 	1.0 – 1.5	1.6 – 2.2	—	—	1.0 – 1.5
<i>(РРМ)</i>					
Шпинат 	1.0 – 1.5	1.8 – 2.3	—	1.8 – 2.3 (збір)	1.0 – 1.5
<i>(РРМ)</i>					
Кріп 	0.8 – 1.2	1.2 – 1.6	—	1.5 – 2.0 (збір)	1.0 – 1.5
<i>(РРМ)</i>					
Петрушка, кінза 	0.8 – 1.2	1.2 – 1.8	—	1.5 – 2.0 (збір)	1.0 – 1.5
<i>(РРМ)</i>					
М'ята 	0.8 – 1.2	1.2 – 1.6	—	1.5 – 2.0 (збір)	1.0 – 1.5
<i>(РРМ)</i>					
Руккола 	0.8 – 1.2	1.2 – 1.8	—	1.5 – 2.0 (збір)	1.0 – 1.5
<i>(РРМ)</i>					

При підживленні можна використовувати вже готові добрива, які при розмішуванні не випадають у осад, прості у використанні та часто з рН-стабілізацією. Однак вони містять ряд доволі серйозних недоліків :

- Вища ціна — готові добрива, особливо рідкі, значно дорожчі за сухі солі при самостійному змішуванні.
- Менша концентрація — через хімічну нестабільність готові розчини розводять сильніше, тому потрібно більше об'єму.
- Мала гнучкість — неможливо точно підібрати склад добрива під конкретну культуру або фазу росту.
- Залежність від бренду — ти не контролюєш формулу, доводиться покладатися на те, що дав виробник.
- Складність адаптації до води — жорстка вода або високий рН можуть вплинути на ефективність суміші.
- Велика вага та об'єм — рідкі добрива важкі, займають місце, мають коротший термін зберігання.
- Не видно складу — особливо у західних брендів, де формула може бути комерційною та не розкривається повністю.

Тому, найчастіше використовується змішування добрив для гідропоніки, яке потребує **точності**, щоб не нашкодити рослинам.

Покрокова інструкція змішування добрив у гідропоніці

<b>Крок</b>	<b>Дія</b>	<b>Примітки</b>
1	Вибрати воду	Чиста, бажано фільтрована або осмос; низький початковий ЕС (< 0.3)
2	Підготувати два окремі концентрати: А та В	А — з кальцієвою селітрою, В — з рештою солей і мікроелементів
3	Налити потрібний об'єм води у бак	Наприклад, 10 або 100 літрів
4	Додати компонент А, перемішати	Завжди спочатку А, щоб уникнути реакцій з фосфатами/сульфатами

5	Додати компонент В, перемішати повторно	Заборонено змішувати А і В у концентрованому вигляді
6	Виміряти ЕС	За потреби — скоригувати дозу або долити води
7	Виміряти рН	Має бути в межах 5.5–6.5 для більшості культур
8	Додати рН- або рН+, якщо потрібно	Для регулювання кислотності
9	Дати настоятися розчину 10–15 хвилин	Потім перевірити ЕС/рН повторно
10	Внести розчин у систему або полити рослини	Готово до використання

Суть поділу гідропонного добрива на компонент А і компонент В — це не просто зручність, а хімічна необхідність. Такий поділ запобігає утворенню нерозчинного осаду, який може забити систему, порушити баланс поживних речовин або навіть зробити їх недоступними для рослин.



## Висновок

---

---

---

---

---

*Питання для самостійної роботи:*

1. Правила безпеки при роботі з гідропонними добривами
2. Назвіть приклади речовин, що входять до компонентів А і В.
3. Як підготувати живильний розчин для 10 л води? Які добрива і в яких дозах можна використати?
4. Вплив зміни ЕС на ріст рослин у різні фази (розсада, вегетація, плодоношення)?
5. Переваги та недоліки готових добрив і самостійного змішування.
6. Які проблеми можуть виникнути при надмірному внесенні кальцію або фосфору?
7. Як адаптувати склад добрив до конкретної культури (на прикладі салату або томатів)?
8. Як взаємодіють елементи живлення між собою (антагонізм, синергія)?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чернишенко В. В., Кирій П. В., Пашковський А. І. Сучасні технології овочівництва закритого ґрунту : навч. посіб. / В. В. Чернишенко, П. В. Кирій, А. І. Пашковський. – Київ : АграрМедіаГруп, 2021. – 312 с.
2. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту : підручник. – Київ : Центр учбової літератури, 2015. – 496 с.
3. Вдовенко С. А., Чернецький В. М., Паламарчук І. І. Овочівництво захищеного ґрунту. Практикум : навч. посіб. – Вінниця : ВНАУ, 2019. – 96 с.  
– Режим доступу: <https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/13574.pdf> (дата звернення: 02.01.2026).
4. Барабаш О. Ю. Овочівництво : підручник / О. Ю. Барабаш. – Київ : Аграрна освіта, 2013. – 432 с. – Режим доступу: [https://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2018/05/barabash\\_o\\_yu\\_ovochivnitstvo.pdf](https://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2018/05/barabash_o_yu_ovochivnitstvo.pdf) (дата звернення: 02.01.2026).
5. Плешков К. К., Ткаченко Н. М., Шульгіна Л. М. Овочівництво закритого і відкритого ґрунту : навч. посіб. – Харків : Факт, 2012. – 268 с.
6. Morgan L. Hydroponics and Protected Cultivation: A Practical Guide / L. Morgan. – New Zealand : Suntec International Hydroponic Consultants, 2020. – 218 p.
7. Raviv M., Lieth J. H. (eds.) Soilless Culture: Theory and Practice. – 2nd ed. – Amsterdam : Elsevier, 2019. – 688 p.
8. Pradhan A., Nayak B., Patra R. Hydroponics as an advanced vegetable production technique: An overview // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2023. – Vol. 12(5). – P. 274–281. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/380132855\\_Hydroponics\\_as\\_an\\_advanced\\_vegetable\\_production\\_technique\\_an\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/380132855_Hydroponics_as_an_advanced_vegetable_production_technique_an_overview) (дата звернення: 02.01.2026).
9. Hanan J. J., Holley W. D., Goldsberry K. L. Greenhouse Management. – New York : Springer, 2014. – 687 p.
10. Savvas D., Passam H. C. Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. – Athens : Embryo Publications, 2002. – 463 p.

## **ДОДАТКИ**

## Вихідні дані розрахунку потреби води (частина 1)

Варіант	Культура	Площа теплиці, м <sup>2</sup>	Вегетація, діб	Густота посадки, росл./м <sup>2</sup>	Спосіб поливу
1	Огірок	200	90	2,5	Крапельний
2	Огірок	180	85	3,0	Крапельний
3	Огірок	220	95	2,0	Дощування
4	Томат	250	110	2,8	Крапельний
5	Томат	300	120	3,2	Ручний
6	Томат	200	105	2,2	Мікрокрапельний
7	Перець	180	120	3,0	Крапельний
8	Перець	160	115	3,5	Дощування
9	Перець	200	125	2,5	Крапельний
10	Баклажан	220	115	2,5	Крапельний
11	Баклажан	200	110	3,0	Ручний
12	Баклажан	240	120	2,0	Мікрокрапельний
13	Капуста білоголова	300	100	3,2	Крапельний
14	Капуста білоголова	280	105	3,6	Дощування
15	Капуста білоголова	260	95	2,8	Крапельний
16	Капуста пекінська	160	65	4,0	Крапельний
17	Капуста пекінська	180	70	4,5	Дощування
18	Капуста пекінська	150	60	3,5	Крапельний
19	Капуста цвітна	200	95	2,8	Крапельний
20	Капуста цвітна	220	100	3,2	Ручний
21	Капуста броколі	180	85	3,0	Крапельний
22	Капуста броколі	200	90	3,4	Дощування
23	Капуста брюссельська	250	130	2,5	Крапельний
24	Кольрабі	180	70	3,5	Крапельний
25	Кольрабі	200	75	4,0	Дощування
26	Редис	120	35	5,0	Крапельний
27	Редис	150	40	6,0	Ручний
28	Салат	150	45	6,0	Крапельний
29	Салат	180	50	5,5	Дощування
30	Зелень (кріп)	160	55	6,5	Крапельний

## Вихідні дані розрахунку потреби води (частина 2)

Варіант	Культура	F <sub>1</sub> : Темп. / RH	F <sub>2</sub> : Темп. / RH	F <sub>3</sub> : Темп. / RH	F <sub>4</sub> : Темп. / RH
1	Огірок	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	+3–5 °C / < 60 %
2	Огірок	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %
3	Огірок	Нижча / > 80 %	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %
4	Томат	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	+3–5 °C / < 60 %
5	Томат	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %
6	Томат	Нижча / > 80 %	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %
7	Перець	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	+3–5 °C / < 60 %
8	Перець	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %
9	Перець	Нижча / > 80 %	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %
10	Баклажан	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	+3–5 °C / < 60 %
11	Баклажан	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %
12	Баклажан	Нижча / > 80 %	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %
13	Капуста білоголова	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	—
14	Капуста білоголова	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %	—
15	Капуста білоголова	Нижча / > 80 %	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	—
16	Капуста пекінська	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	—
17	Капуста пекінська	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %	—
18	Капуста пекінська	Нижча / > 80 %	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	—
19	Капуста цвітна	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	—
20	Капуста цвітна	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %	—
21	Капуста броколі	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	—
22	Капуста броколі	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %	—

23	Капуста брюссельська	Нижча / > 80 %	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	—
24	Кольрабі	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	+3–5 °C / < 60 %
25	Кольрабі	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %	> 5 °C / < 60 %
26	Редис	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	—	—
27	Редис	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	—	—
28	Салат	Оптимальна / 60–75 %	Оптимальна / 60–75 %	—	—
29	Салат	Оптимальна / 60–75 %	+3–5 °C / < 60 %	—	—
30	Зелень (кріп)	Нижча / > 80 %	Оптимальна / 60–75 %	—	—

## Коефіцієнти водоспоживання овочевих культур для закритого ґрунту (Кс)

Культура	Фаза розвитку	Характеристика фази	Кс
Томат	Розсада	Мала листкова поверхня	0,4–0,5
	Вегетативний ріст	Активний ріст листків	0,6–0,8
	Цвітіння	Інтенсивна транспірація	0,9–1,0
	Плодоношення	Максимальне водоспоживання	1,1–1,2
Огірок	Розсада	Швидкий початковий ріст	0,5–0,6
	Вегетативний ріст	Велика листкова маса	0,8–0,9
	Цвітіння	Підвищене водоспоживання	1,0–1,1
	Плодоношення	Дуже висока транспірація	1,1–1,25
Перець	Розсада	Повільний початковий ріст	0,4–0,5
	Вегетативний ріст	Середня листкова поверхня	0,6–0,7
	Цвітіння	Помірна транспірація	0,8–0,9
	Плодоношення	Стабільне водоспоживання	0,9–1,0
Баклажан	Розсада	Мала листкова поверхня	0,4–0,5
	Вегетативний ріст	Активний розвиток	0,7–0,8
	Цвітіння	Зростання транспірації	0,9
	Плодоношення	Високе водоспоживання	1,0–1,1
Капуста білоголова	Розсада	Повільний початковий ріст	0,4–0,5
	Вегетативний ріст	Інтенсивне наростання листків	0,7–0,9
	Формування головки	Максимальне водоспоживання	1,0–1,2
Капуста червоноголова	Розсада	Мала листкова поверхня	0,4–0,5
	Вегетативний ріст	Активний ріст листків	0,7–0,9
	Формування головки	Висока транспірація	1,0–1,1
Капуста савойська	Розсада	Повільний старт	0,4–0,5
	Вегетативний ріст	Середня листкова маса	0,6–0,8
	Формування головки	Помірне водоспоживання	0,9–1,0
Капуста пекінська	Початковий ріст	Швидке формування листків	0,5–0,6
	Формування розетки	Активний ріст	0,8–0,9
	Формування головки	Високе водоспоживання	0,9–1,1
Капуста цвітна	Розсада	Мала листкова поверхня	0,4–0,5
	Вегетативний ріст	Інтенсивний розвиток	0,7–0,9
	Формування суцвіття	Дуже високе водоспоживання	1,0–1,2
Капуста броколі	Початковий ріст	Швидкий ріст листків	0,5–0,6
	Вегетативний ріст	Активна транспірація	0,8–0,9
	Формування суцвіття	Високе водоспоживання	1,0–1,1
Капуста брюссельська	Розсада	Повільний розвиток	0,4–0,5
	Вегетативний ріст	Наростання стебла	0,6–0,8
	Формування головочок	Стабільне водоспоживання	0,9–1,0
Кольрабі	Початковий ріст	Формування листків	0,5–0,6
	Формування стеблоплоду	Інтенсивне водоспоживання	0,8–1,0
Редис	Початковий ріст	Формування листків	0,5–0,6
	Формування коренеплоду	Активне водоспоживання	0,8–0,9
	Достигання	Зниження транспірації	0,6–0,7
Зелень (салат, шпинат, кріп)	Початковий ріст	Формування листків	0,5–0,6
	Активний ріст	Інтенсивний ріст маси	0,7–0,9
	Збирання	Максимальна листкова поверхня	0,8–1,0

## Коротка таблиця коригувань коефіцієнта культури (Кс)

Фактор	Умови	Поправка до Кс
Температура повітря	Нижча за оптимальну	-10 %
	Оптимальна	1,00
	Вища на 3-5 °С	+10 %
	Вища більш ніж на 5 °С	+15-20 %
Відносна вологість повітря	> 80 %	-10 %
	60-75 % (оптимум)	1,00
	< 60 %	+10-15 %
Спосіб поливу	Крапельний	-10 %
	Мікрокрапельний	-5 %
	Дощування	+5-10 %
	Ручний полив	+10 %
Густота посадки	Рідка (< 2,5)	-10 %
	Оптимальна 2,5-3,0	1,00
	Помірно загущена (3,1-3,5)	+10 %
	Загущена (> 3,5)	+15 % Загущена

Базова евапотранспірація ET<sub>0</sub> для теплиць (овочеві культури)

Період / умови	Температура повітря, °С	ET <sub>0</sub> , л/м <sup>2</sup> ·добу
Ранньовесняний	15-18	1,5-2,5
Весняний	18-22	2,5-3,5
Літній (помірний)	22-26	3,5-4,5
Літній (спекотний)	26-30	4,5-6,0
Осінній	16-20	2,0-3,0
Зимові теплиці (з опаленням)	18-22	2,0-3,0

