

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**  
**МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства

**СТРЕС ТА АДАПТАЦІЯ РОСЛИН**

**Методичні рекомендації**  
з вивчення дисципліни для  
здобувачів вищої освіти ступеня «Магістр» спеціальності  
201 «Агрономія» денної форми навчання



**Миколаїв**

**2019**

УДК 632.11

**С83**

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 21.11.2019 року, протокол № 3.

Укладачі:

**О.А. Коваленко** – канд. с.- г. наук, доцент, завідувач кафедри рослинництва та садово-паркового господарства;

**М.І. Федорчук** – доктор с.-г. наук, професор кафедри рослинництва та садово-паркового господарства;

**Л.К. Антипова** - доктор с.-г. наук, професор кафедри рослинництва та садово-паркового господарства;

**М.М. Корхова** – канд. с.- г. наук, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства;

**А.В. Чернова** – асистент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства

Рецензенти:

**Гамаюнова В.В.** – д-р. с.- г. наук, професор, завідувач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету;

**Андрейченко Л.В.** – к. с.- г. наук, вчений секретар ДС ДС ІЗЗ НААН України.

## ЗМІСТ

1. Загальні відомості .....	5
2. Структура курсу .....	8
РОЗДІЛ 1. Загальні питання стресостійкості рослин. ....	9
Тема 1. Загальні уявлення про стрес у рослин і фактори, що викликають стрес .....	9
Тема 2. Загальні механізми стійкості рослин до стресових впливів. Адаптації і акламації .....	11
Тема 3. Регуляція стресових реакцій у рослин.....	14
РОЗДІЛ 2. Окислювальний стрес і антиоксидантна система рослин .....	17
Тема 4. Активні форми кисню і окислювальний стрес.....	17
Тема 5. Система антиоксидантного захисту рослин. Ферменти-антиоксиданти .....	19
Тема 6. Низькомолекулярні компоненти антиоксидантного захисту рослин.....	21
РОЗДІЛ 3. Стресори фізичної природи і відповідні реакції рослин .....	23
Тема 7. Водний дефіцит і посухостійкість рослин.....	23
Тема 8. Надмірне зволоження. Гіпоксія і аноксія .....	25
Тема 9. Дія високої температури і жаростійкість рослин .....	27
Тема 10. Дія на рослину низької температури .....	29
Тема 11. Дія на рослину радіації .....	31
РОЗДІЛ 4. Стресори хімічної і біологічної природи та відповідні реакції рослин .....	34
Тема 12. Осмотичний стрес .....	34
Тема 13. Дія ксенобіотиків на рослини і їх газостійкість.....	35
Тема 14. Дія на рослину важких металів. Механізми стійкості по відношенню до важких металів.....	38
Тема 15. Технології фіторемедіації .....	40
Тема 16. Фітопатогени і фітоімунітет рослин .....	42

3. Теми та форма контролю і перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання .....	45
4. Методичні вказівки щодо виконання самостійної роботи.....	47
4.1. Методичні вказівки з підготовки до практичних занять...47	
4.2. Методичні вказівки по підготовці рефератів.....48	
Зразок оформлення титульного аркуша .....	52
Примірна тематика рефератів.....	53
4.3. Методичні рекомендації з підготовки презентації.....53	
Тематика презентацій.....	55
Теоретичні завдання для самостійного вивчення дисципліни «Стрес та адаптація рослин» .....	55
Приблизний перелік питань до підсумкової атестації .....	56
Рейтингова оцінка знань з дисципліни та схема поточного та заключного контролю знань здобувачів вищої освіти .....	58
Список використаної та рекомендованої літератури.....	63

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Стрес та адаптація рослин» є одним з компонентів розробленого навчально-методичного комплексу, який призначений для підготовки студентів за напрямками освітньої спеціальності 201 «Агрономія», освітнього ступеню «Магістр» кваліфікації агроном-дослідник.

Методичні рекомендації щодо виконання позааудиторної самостійної роботи студентам з даної дисципліни розроблені відповідно до робочої програми дисципліни «Стрес та адаптація рослин».

Дисципліна «Стрес та адаптація рослин» базується на знаннях, уміннях і навичках, отриманих студентами при вивченні наступних дисциплін: «Ботаніка», «Фізіологія рослин», «Мікробіологія», «Рослинництво», «Органічна хімія», «Неорганічна хімія» та ін..

За навчальним планом відповідно до робочої програми на вивчення дисципліни «Стрес та адаптація рослин» студентами денної форми навчання передбачено всього 90 годин, з них лекцій - 8 годин, практичних занять - 16 годин, самостійних занять - 66 годин.

**Метою методичних рекомендацій** є забезпечення ефективності самостійної роботи студентів з літературою і господарською документацією на основі правильної організації їх вивчення.

**Мета дисципліни** - поглиблення та інтеграція знань, отриманих раніше студентами, про фізіологічні процеси, що забезпечують стійкість рослинних організмів до різних стресових впливів, і шляхи підвищення стійкості до стресу рослин, що необхідно для ефективного і раціонального природокористування.

Основними завданнями курсу є:

- формування у студентів сучасних уявлень про стрес у

живих організмів як сукупності реакцій, індукованих зовнішніми впливами;

- поглиблення знань про функціонування рослинних організмів як складних і цілісних систем;

- інтеграція знань про тісний зв'язок рослини з навколишнім середовищем, про вплив екологічних факторів на фізіологічні процеси і здібності рослин пристосовуватися до цих впливів;

- розгляд можливих шляхів підвищення стресостійкості рослин;

- засвоєння студентами ціннісних орієнтацій по раціональному природокористуванню як найважливішій умові розвитку цивілізації.

Освоєння змісту курсу «Стрес та адаптація рослин» базується на знаннях, отриманих студентами в процесі вивчення загальних курсів з органічної хімії, біохімії, екології, геоекології, анатомії, морфології і фізіології рослин, мікробіології та ґрунтознавства, а також спеціальних курсів.

Самостійна робота студентів полягає в освоєнні теоретичного матеріалу, підготовці рефератів і самоперевірки знань з використанням контрольних питань.

Завдання методичних вказівок:

- активізація самостійної роботи студентів, управління їх пізнавальною діяльністю, сприяння розвитку творчого потенціалу;

- забезпечення контролю за ходом самостійної роботи студентів і її результатами.

Методичні вказівки розроблені з урахуванням спільного використання їх студентами з іншими навчальними виданнями: підручниками, посібниками та ін.

Методичні вказівки складені відповідно до розділів і темами курсу лекцій, що є невід'ємним компонентом НМК дисципліни «Стрес та адаптація рослин». Вони можуть бути використані студентами в якості допомоги як при самостійному освоєнні курсу, так і при закріпленні теоретичного матеріалу і

самоконтролі знань.

Перш ніж приступити до освоєння курсу «Стрес та адаптація рослин», необхідно уважно вивчити програму дисципліни. Вона дасть загальне уявлення про структуру курсу, основні розділи та теми, послідовності їх вивчення, обсязі матеріалу, що підлягає засвоєнню.

В результаті вивчення дисципліни “Стрес та адаптація рослин” здобувач вищої освіти повинен знати:

- Біологію рослин та біологічні процеси що в них проходять;
- Потенціали урожайності польових культур та етапи їх регулювання;
- Еколого-біологічні та агрохімічні основи рослинництва;
- Прогресивні технології вирощування високих та екологічно чистих урожаїв культур у різних ґруново-кліматичних умовах України з врахуванням різних факторів впливу на їх ріст та розвиток;
- Заходи щодо зменшення до мінімуму втрат урожаю при вирощуванні, збиранні та післязбиральній обробці і зберіганні за різних стресових факторів.

**Вміти:**

- Визначити причини стресу рослинних угруповань;
- Використати ричаги впливу на зменшення та нівелювання впливу навколишнього середовища та антропогенних факторів як стресорів рослинних угруповань;
- Проводити контроль за стресовими ситуаціями та проводити їх попередження при вирощуванні с.-г. культур.
- Постійно проводити моніторинг досягнень науки і передового досвіду в управлінні антистресовими заходами в біології рослинних організмів і галузі рослинництва.

## 2. СТРУКТУРА КУРСУ

У запропонованій структурі курсу «Стрес та адаптація рослин» виділено 4 розділи, які відображають найбільш важливі аспекти взаємозв'язку рослин з абіотичними і біотичними факторами навколишнього середовища і основні проблеми в сфері фітофізіологічного стресу.

**Розділ 1.** Загальні питання стресостійкості рослин.

**Розділ 2.** Окислювальний стрес і антиоксидантна система рослин.

**Розділ 3.** Стресори фізичної природи і відповідні реакції рослин.

**Розділ 4.** Стресори хімічної і біологічної природи і відповідні реакції рослин.

Кожен розділ включає кілька тем. Доцільно при вивченні курсу дотримуватися запропонованої послідовності. По кожній з тем наводиться перелік спеціальної літератури, з якою рекомендується ознайомитися при поглибленому вивченні окремих тем. Вона може також використовуватися при підготовці рефератів. Крім рекомендованої спеціальної літератури, при самопідготовці доцільно використовувати підручники з фізіології і екології рослин, список яких наведено в програмі дисципліни.

Для самоконтролю знань з кожної теми передбачена серія питань (в середньому 14). Після вивчення кожної теми з метою самоперевірки знань необхідно виконати практичну роботу - відповісти на поставлені питання.



## **РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ СТРЕСОСТІЙКОСТІ РОСЛИН**

Питання, пов'язані з вивченням стресових реакцій у рослин, є дуже важливими. По-перше, розвиток уявлень про відповідні реакції рослин на вплив несприятливих умов середовища представляє науковий інтерес і дозволяє краще зрозуміти закономірності функціонування не тільки рослин, але і всіх живих організмів, включаючи і людини. По-друге, ця область фізіології рослин має прикладне значення, оскільки виявлення механізмів стійкості і адаптації рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища відкриває широкі перспективи для розвитку селекції, біотехнології та фітотерапії.

### **Тема 1. Загальні уявлення про стрес у рослин і фактори, що викликають стрес**

Під час вивчення цієї теми перш за все необхідно засвоїти понятійний апарат, що включає такі основні терміни як: стрес, фітострес, стресор, генералізований адаптаційний синдром, первинне стресопошкодження, непряме стресопошкодження, вторинний стрес, специфічні і неспецифічні стресові реакції.

Зверніть увагу на те, що якщо спочатку стресова реакція розглядалася як атрибут вищих організмів, що мають нейрогуморальну систему, то подальший розвиток теорії Ганса Сельє дозволило визнати наявність стресових реакцій у нижчих тварин, а також у рослин.

Постарайтеся усвідомити, що в фітофізіології термін «стрес» використовується в двох різних аспектах. В одних випадках «стрес» служить синонімом слову «вплив» (стресовий вплив, стресовий фактор, стресові навантаження, індукований стрес і т.д.), якщо стрес відображає кількісну сторону подразника. В інших випадках, коли, наприклад, говорять про водному,

сольовому або окислювальному стресі, то під стресом розуміють цілий комплекс відповідних неспецифічних і специфічних змін.

Слід чітко уявляти, що стресорами прийнято називати не будь-які екологічні фактори, а сильно діючі фактори зовнішнього середовища, які викликають в організмі пошкодження або навіть призвести до загибелі.

Доцільно звернути увагу на особливості прояву стресових реакцій у рослин. Зіставте різні фази стресового відповіді і усвідомите, які зміни відбуваються протягом кожної фази. Вкажіть основні відмінності між реакціями рослин і тварин.

Зверніть увагу на те, як здійснюється процес адаптації до стресового впливу на різних рівнях організації рослин.

### *Рекомендована література*

1. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
2. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова; худож.-оформлювач Г. В. Кісель. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
3. Запольський А.К. Основи екології: підручник / А.К. Запольський, А.І. Салюк; за ред. К. М. Ситника. К.: Вища шк., 2001. 358 с: іл.
4. Ипатова В.И. Адаптация водных растений к стрессовым факторам среды / В.И. Ипатова. М.: Изд-во «Графикон-принт», 2005. 224 с.
5. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.
6. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: навчально-методичний посібник / Л.Б. Лук'янова. Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ : ТОВ «ДСК – Центр». 143 с.
7. Макрушин М.М. Фізіологія рослин: підручник / М.М. Макрушин, Є.М. Макрушина, Н.В. Петерсон, М.М. Мельников; за редакцією професора М.М. Макрушина. Вінниця: Нова Книга,

2006. 416 с.

8. Разумова С.Т. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології: конспект лекцій /С. Т. Разумова. Одеса,2013. 197 с.

9. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

10. Селье Г. На уровне целого организма / Г. Селье. М.: Изд-во «Наука», 1972. 122 с.

11. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

12. Тарчевский И.А. Катаболизм и стресс растений / И.А. Тарчевский. М.: Наука, 1993. 83 с.

13. Усманов И.Ю. Экологическая физиология растений / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. М.: Логос, 2001. 224 с.

14. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. СПб: Изд-во СПб ун-та, 2002. 244 с

## **Тема 2. Загальні механізми стійкості рослин до стресових впливів. Адаптації і аклімації**

При освоєнні теоретичного матеріалу з даної теми доцільно вивчити термінологічний апарат. Постарайтеся засвоїти визначення таких понять як стійкість, адаптація, сполучена стійкість, еластична стійкість, пластична стійкість, крос-адаптація, зона толерантності, зона резистентності, аклімації, акліматизація, надійність живих систем.

Зверніть увагу на те, що в багатьох випадках має місце неоднозначність розуміння цих термінів.

Аналізуючи теоретичний матеріал з питань адаптації рослин, зіставте різні класифікації, які використовуються в наш

час. Постарайтеся сформулювати, які критерії покладені в основу цих класифікацій.

Зверніть увагу на те, що раніше інших дослідників була запропонована адаптивна стратегія Левітта, в основі якої лежать спроби організму або уникнути несприятливий вплив для того, щоб зберегти динамічну рівновагу без серйозних відхилень від звичайних умов, або пристосуватися до нього.

Постарайтеся усвідомити, що поняття «адаптація» і «стійкість» тісно пов'язані. Причому, механізми стійкості рослин до хронічного дії фактора і до стресових навантажень різні. У зв'язку з цим необхідно окремо досліджувати стійкість до стресових навантажень і до хронічного дії несприятливих чинників.

Зверніть увагу на те, що в у відповідь реакції рослин на фактори, що ушкоджують виділяють елементи неспецифічної стійкості, що включаються в самих різних стресових ситуаціях і специфічні процеси, ініційовані в рослині тільки певним типом стресових впливів.

### *Рекомендована література*

1. Генкель П.А. О сопряженной и конвергентной устойчивости растений / П.А. Генкель // Физиология растений. 1979, Т. 26. Вып. 5. С. 921-929.

2. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.

3. Гродзинский Д.М. Надежность растительных систем / Д.М. Гродзинский. Киев: Наук. думка, 1983. 368 с.

4. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова; худож.-оформлювач Г. В. Кісель. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.

5. Запольський А.К. Основи екології: підручник / А.К. Запольський, А.І. Салюк; за ред. К. М. Ситника. К.: Вища шк., 2001. 358 с: іл.

6. Ипатова В.И. Адаптация водных растений к стрессовым факторам среды / В.И. Ипатова. М.: Изд-во «Графикон-принт», 2005. 224 с.

7. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.

8. Лосева А. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / А.С. Лосева, А.Е. Петров-Спиридонов. М.: Изд-во МСХА, 1983. 47 с.

9. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: навчально-методичний посібник / Л.Б. Лук'янова. – Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ : ТОВ «ДСК – Центр». 143 с.

10. Макрушин М.М. Фізіологія рослин: підручник / М.М. Макрушин, Є.М. Макрушина, Н.В. Петерсон, М.М. Мельников; за редакцією професора М.М. Макрушина. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.

11. Разумова С.Т. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології: конспект лекцій / С. Т. Разумова. Одеса, 2013. 197 с.

12. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

13. Селье Г. На уровне целого организма / Г. Селье. М.: Изд-во «Наука», 1972. 122 с.

14. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А. Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

15. Стрессовые белки растений / Под ред. Р.К. Салаяева. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 144 с.

16. Тарчевский И.А. Катаболизм и стресс растений / И.А. Тарчевский. М.: Наука, 1993. 83 с.

17. Усманов И.Ю. Экологическая физиология растений / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. М.: Логос, 2001. 224 с.

18. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. СПб: Изд-во СПб ун-та, 2002. 244 с.

19. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Сомеро. М.: Мир, 1988. 568.

### **Тема 3. Регуляція стресових реакцій у рослин**

Регуляція, в строгому розумінні цього терміна, означає підтримання порядку, стабільності, сталості. В результаті змін у зовнішньому середовищі це сталість може порушуватися.

Зверніть увагу на те, що зміни в метаболізмі, фізіологічних функціях і ростових процесах при стресах, перш за все, пов'язані зі змінами в експресії генів. Відповідь на дію стресора відбувається, якщо рослина розпізнає стресор на клітинному рівні. Розпізнавання стресора, тобто рецепція сигналу, призводить до активації шляху передачі сигналу. Останній надходить в геном, індукуючи або пригнічуючи синтез тих чи інших білків. Пов'язані з експресією генів відповідні реакції клітин на дію стресора інтегруються у відповідь цілої рослини, який виражається, наприклад, в пригніченні росту і розвитку рослини і одночасно в підвищенні його стійкості до дії стресора.

Слід усвідомити, що переважна частина клітинних механізмів стійкості сформувалася на ранніх етапах еволюції, тому захисні системи у вищих рослин і інших живих організмів мають загальну основу.

Ознайомтеся з внутрішньоклітинними системами і основними способами ми передачі сигналу у рослин. Зіставте системи регуляції стресових реакцій у рослин і тварин. Виділіть основні риси подібності та відмінності між ними.

Зверніть увагу на те, що всі системи регуляції в клітині тісно взаємопов'язані. Вони включаються під дією стресових факторів, як у стійких, так і нестійких рослин. Однак у нестійких рослин збалансованість роботи окремих захисних реакцій швидко порушується і відбувається збій обміну речовин. У

приспосованих рослин в процесі тривалої еволюції сформувалася необхідна для виживання здатність до поступової і послідовної взаємодії різних систем регуляції.

### *Рекомендована література*

1. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
2. Гродзинский Д.М. Надежность растительных систем / Д.М. Гродзинский. Киев: Наук. думка, 1983. 368 с.
3. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова; худож.-оформлювач Г. В. Кісель. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
4. Запольський А.К. Основи екології: підручник / А.К. Запольський, А.І. Салюк; за ред. К. М. Ситника. К.: Вища шк., 2001. 358 с: іл.
5. Ипатова В.И. Адаптация водных растений к стрессовым факторам среды / В.И. Ипатова. М.: Изд-во «Графикон-принт», 2005. 224 с.
6. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.
7. Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белков / О.Н. Кулаева // 41-Тимирязевское чтение. М.: Наука, 1982. 83с.
8. Лосева А.С. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / А.С. Лосева, А.Е. Петров-Спиридонов. М.: Изд-во МСХА, 1983. 47 с.
9. Лук'янова Л.Б. Лабораторний практикум з екології: навчально-методичний посібник / Л.Б. Лук'янова. – Вид. 2-ге змінене і доповнене. Київ : ТОВ «ДСК – Центр». 143 с.
10. Макрушин М.М. Фізіологія рослин: підручник / М.М. Макрушин, Є.М. Макрушина, Н.В. Петерсон, М.М. Мельников; за редакцією професора М.М. Макрушина. Вінниця: Нова Книга,

2006. 416 с.

11.Разумова С.Т. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології: конспект лекцій /С. Т. Разумова. Одеса,2013. 197 с.

12.Регуляция адаптивных реакций растений / Под ред. В.Е. Петрова. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. 126 с.

13.Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

14.Селье Г. На уровне целого организма / Г. Селье. М.: Изд-во «Наука», 1972. 122 с.

15.Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

16.Стрессовые белки растений / Под ред. Р.К. Саляева. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 144 с.

17.Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений / И.А. Тарчевский. М.: Наука, 2002. 294 с.

18.Устойчивость растений и ее регуляция / Морд. гос. ун-т. Саранск, 1990. 112 с.

19.Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. СПб: Изд-во СПб ун-та, 2002. 244 с.



## РОЗДІЛ 2. ОКИСЛЮВАЛЬНИЙ СТРЕС І АНТИОКСИДАНТНА СИСТЕМА РОСЛИН

Вивчення питань, пов'язаних з окислювальним стресом, представляє науковий і практичний інтерес. Це пов'язано з тим, що окислювальний стрес в рослинах виникає в результаті дії практично всіх несприятливих факторів зовнішнього середовища, включаючи посуху, ґрунтове засолення, низькі і високі температури, ультрафіолетове випромінювання, нестача елементів мінерального живлення, патогени різної природи, забруднення радіоактивними речовинами, різними ксенобіотиками тощо. Крім того, відомо, що окислювальний стрес відбувається і в клітинах інших живих організмів, в тому числі у людини. Пізнання закономірностей прояву окисного стресу і механізмів роботи системи антиоксидантного захисту у рослин може пролити світло і на аналогічні процеси, що відбуваються в організмі людини.

### Тема 4. Активні форми кисню і окислювальний стрес

Постарайтеся усвідомити, що розуміється під активними формами кисню. Які їх типи найбільш широко поширені, як вони утворюються, якими властивостями володіють?

Зверніть увагу на те, що утворення активних форм кисню відбувається у всіх частинах рослинної клітини. Це пов'язано як з не ферментативними, так і з ферментативними процесами. Значний внесок в формування АФК вносить також функціонування ланцюгів перенесення електронів в мембранних структурах клітини. Активні радикали, головним чином  $\text{HO}\cdot$ , взаємодіючи з органічними речовинами, утворюють гідропероксид ДНК, білків, ліпідів.

Зміни макромолекул під дією АФК називаються окисними модифікаціями макромолекул. Органічні гідропероксиди за своєю структурою подібні  $\text{H}_2\text{O}_2$  і характеризуються високою

реакційною здатністю. При наступних перетвореннях вони переходять в спирти, альдегіди, епоксиди та інші окислені органічні сполуки.

Формування органічних гідропероксидів називається перекисне окислення. При аналізі причин виникнення окисного стресу у рослин і інших живих організмів слід звернути увагу на те, що серед них є причини, пов'язані з дією як природних, так і антропогенних чинників. Спробуйте проранжувати причини виникнення окисного стресу за ступенем значущості, а також визначити, які з них знаходяться в сфері впливу діяльності людини.

### *Рекомендована література*

1. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах / Ю.А. Владимиров // Соросовский образовательный журнал. 2000, Т. 6. № 12. С. 13-19.

2. Зыкова В.В. Участие активных форм кислорода в реакции митохондрий растений а низкотемпературный стресс / В.В. Зыкова, А.В. Колесниченко, В.К. Войников // Физиология растений. 2002, Т. 49. № 2. С. 302-310.

3. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаев. Х., 2001. 171 с.

4. Кулаева О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белков / О.Н. Кулаева // 41-Тимирязевское чтение. М.: Наука, 1982. 83с.

5. Курганова Л.Н. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система хлоропластов гороха (*Pisum sativum* L.) при тепловом шоке / Л. Н. Курганова и др. // Физиология растений. 1997, Т.44. № 5. С. 742-746.

6. Лосева А.С. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / А.С. Лосева, А.Е. Петров-Спиридонов. М.: Изд-во МСХА, 1983. 47 с.

7. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные

форми кислорода: учебное пособие / Под ред. И.П. Ермакова. М: КДУ, 2007. 140 с.

8. Регуляция адаптивных реакций растений / Под ред. В.Е. Петрова. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. 126 с.

9. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

10. Стрессовые белки растений / Под ред. Р.К. Саляева. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 144 с.

11. Bhattacharjee S. Reactive oxygen species and oxidative burst: Roles in stress, senescence and signal transduction in plants / S. Bhattacharjee // Current Sci. 2005, V. 89. № 7. P. 1113-1121.

12. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance / R. Mittler // TRENDS in Plant Sci. 2002, V. 7. № 3. P.405-410.

## **Тема 5. Система антиоксидантного захисту рослин.**

### **Ферменти-антиоксиданти**

Під час вивчення цієї теми слід, перш за все, звернути увагу на те, що антиоксидантна система тканин як у рослин, так і у інших живих організмів представлена двома основними компонентами:

ферментними антиоксидантами і низькомолекулярними компонентами (не ферментативними антиоксидантами). Крім того, в захисті організмів від окисного стресу можуть приймати окремі макромолекулярні не ферментативні компоненти (наприклад, білки переносники заліза - трансферин і ін.).

Слід усвідомити, що компоненти системи антиоксидантного захисту організмів розрізняються за механізмом дії: одні з них відновлюють вільні радикали до стабільних неактивних продуктів, інші є «пастками» для активних форм кисню, а треті - зупиняють реакції ланцюгового окислення (іншими словами,

обривають ланцюги).

При вивченні теоретичного матеріалу доцільно зіставити між собою основні ферменти, які є компонентами системи антиоксидантного захисту рослин. Вкажіть основні риси подібності та відмінності між цими ферментами (в будові, локалізації та механізмі дії). Визначте, чим викликана необхідність в існуванні цілого ряду ферментів-антиоксидантів і який зв'язок існує між функціонуванням цих ферментів.

### **Рекомендована література**

1. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.

2. Деви С.Р. Антиокислительная активность *Brassica juncea*, подвергнутых действию высоких концентраций меди / С.Р. Деви, М.Н. Прасад // Физиология растений. 2005, Т. 52. № 2. С. 233-237.

3. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.

4. Кулинский В.И. Активные формы кислорода и оксидативная модификация макромолекул: польза, вред и защита / В.И. Кулинский // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 1. С. 2-7.

5. Мерзляк М.Н. Активированный кислород и жизнедеятельность растений / М.Н. Мерзляк // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 9. С. 20-26.

6. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

7. Трач В.В. Супероксиддисмутаза как компонент антиоксидантной системы растений при абиотических стрессовых воздействиях / В.В. Трач В.В., В.А. Стороженко // Физиология и

биохимия культурных растений, 2007. Т. 39. № 4.

## **Тема 6. Низькомолекулярні компоненти антиоксидантного захисту рослин**

До низькомолекулярних компонентів системи антиоксидантного захисту рослин відносяться аскорбінова кислота, токоферол, глутатіон, поліфеноли, каротиноїди та інші речовини. Аналізуючи роботу кожного з цих компонентів, необхідно звернути увагу на особливості їх хімічної будови, локалізацію в клітині і механізм антиоксидантної захисту. Слід виявити зв'язок між будовою і механізмом антиоксидантної дії.

Зверніть увагу, що серед низькомолекулярних компонентів антиоксидантного захисту рослин є водорозчинні та жиророзчинні речовини. З чим це пов'язано і як це відбивається на їх спеціалізації?

Постарайтеся розібратися, які низькомолекулярні компоненти антиоксидантної захисту рослин є універсальними, тобто зустрічаються і в інших живих організмах, а які є специфічними для рослин.

Чим обумовлено існування множинного захисту від окислювального стресу? Виявити основні риси подібності та відмінності між низькомолекулярними компонентами антиоксидантної захисту рослин і тварин.

### ***Рекомендована література***

1. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.

2. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.

3. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов / Г.Бриттон. М.: Мир, 1986. 422 с.

4. Кузнецов В.В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм и регуляция / В.В. Кузнецов, Н.И. Шевякова //

Физиология растений. 1999, Т. 46. Вып. 2. С. 305–320.

5. Кулинский В.И. Активные формы кислорода и оксидативная модификация макромолекул: польза вред и защита / В.И. Кулинский // Соросовский образовательный журнал. 1999. № 1. С. 2-7.

6. Лебедева Т.С. Пигменты растительного мира / Т.С. Лебедева, К.М. Сытник. Киев: Наукова думка, 1986. 86 с.

7. Племенков В.В. Введение в химию природных соединений / В.В. Племенков. Казань, 2001. 376 с.

8. Рогожин В.В. Механизм совместного окисления аскорбиновой кислоты и гидрохинона в присутствии пероксидазы хрена / В.В. Рогожин, В.В. Верхотуров // Биоорган. химия. 1999. Т.25. № 5. С. 377-382.

9. Храмова Е.П. Особенности накопления флавоноидов у растений в условиях радиоактивного загрязнения / Е.П. Храмова, О.В. Тарасов, Е.И. Крылова, С.Я. Сыева // Вопросы радиационной безопасности. 2006. № 4. С. 13-20.

10. Hare P. D. Metabolic implications of stress-induced proline accumulations in plants / P.D. Hare, W.A. Cress // Plant Growth Regulations. 1997. № 21. P. 79-102.

### **РОЗДІЛ 3. СТРЕСОРИ ФІЗИЧНОЇ ПРИРОДИ І ВІДПОВІДНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН**

Зверніть увагу на те, що підрозділ стресових факторів на фізичні і хімічні є досить умовним. У ряді випадків ці чинники можуть надавати спільна дія на рослинний організм і відповідно провокувати подібні відповідні реакції. У деяких випадках пошкодження організму, викликане фактором фізичної природи, опосередковується хімічними агентами, що утворюються в рослині при дії на нього фізичного фактора. Наприклад, дія на рослину іонізуючої радіації, ультрафіолетових променів, високої температури пов'язано з медіаторами хімічної природи.

#### **Тема 7. Водний дефіцит і посухостійкість рослин**

При вивченні цієї теми, перш за все, необхідно засвоїти поняття: атмосферна посуха, ґрунтова посуха, мерзлотна посуха, посухостійкість. Зверніть увагу на те, що стрес, викликаний посухою, нерідко супроводжують температурний і осмотичний стреси. Тому багато відповідні реакції рослин на дію цих стресових факторів збігаються і, відповідно, явище посухостійкості рослин нерідко пов'язане з їх жаростійкістю або солестійкістю.

Усвідомте, які критерії покладені в основу класифікації рослин на гомойогідричні і пойкилогідричні. На яких особливостях базується поділ ксерофітів на групи (по Генкель)?

Слід мати на увазі, що механізми стійкості до посухи можуть суттєво відрізнятися в залежності від того, про які рослини і який водний дефіцит йдеться. Так, наприклад, ксерофіти як мешканці посушливих місцезростань в процесі еволюції виробили ряд пристосувань до водного дефіциту, використовуючи для цього різні адаптивні стратегії. Однак водний дефіцит нерідко спостерігається і у мезофітів, і в цьому випадку, як правило, використовуються вже інші механізми.

Зіставте захисні механізми від водного дефіциту у рослин, які діють на клітинному, органному і організмовому рівнях і вкажіть їх особливості.

### *Рекомендована література*

1. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений / П.А. Генкель. М., 1988. 280 с.

2. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.

3. Жолкевич В.Н. Энергетика дыхания высших растений в условиях водного дефицита / В.Н. Жолкевич. М.: Наука, 1968. 230 с.

4. Козюкина Ж.Т. Устойчивость растений к отрицательным факторам среды: Уч. пособ. по спецкурсу «Устойчивость растений» / Ж.Т. Жолкевич. Днепропетровск: ДГУ, 1980. 104 с.

5. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.

6. Кузнецов В.В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм и регуляция / В.В. Кузнецов, Н.И. Шевякова // Физиол. раст. 1999, Т. 46. Вып. 2. С. 305–320.

7. Лархер В. Экология растений / В. Лархер. М.: Мир, 1978. С. 252-263.

8. Рекославская Н.И. Адаптационные изменения в белковом и аминокислотном обмене у растений в условиях водного стресса / Н.И. Рекославская // Стрессовые белки растений. Новосибирск: Наука, 1989. С.113-142.

9. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

10. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська



книга, 2015. 271 с.

11. Физиология водообмена и устойчивость растений. Казань: изд-во Казанского ун-та, 1968. 211 с.

12. Чернядьев И.И. Влияние водного стресса на фотосинтетический аппарат растений и защитная роль цитокининов (обзор) / И.И. Чернядьев // Приклад. биохим. и микроб. 2005, Т. 41. № 2. С. 133-147.

13. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2002. 244 с.

### **Тема 8. Надмірне зволоження. Гіпоксія і аноксія**

Перш за все, необхідно засвоїти, яке шкідливу дію на рослину надають такі явища як гіпоксія і аноксія. Поясніть, чим відрізняється протікання біохімічних і фізіологічних процесів в рослині при гіпоксії і аноксії.

Зверніть увагу на те, що при дії надмірного зволоження так само, як і при дії інших стресових факторів, проявляється загальна стратегія в реакціях організмів, яка виражається насамперед у спробах індивідуума уникнути несприятливий вплив. Потім, у міру зростання сили ефекту, виникають метаболічні перебудови. як при цьому змінюється протікання біохімічних процесів? Чим визначається співвідношення різних шляхів анаеробного розпаду вуглеводів?

Спробуйте розібратися, в чому принципова відмінність між механізмами адаптації до надмірного зволоження у рослин-гігрофітів, з одного боку, і рослин-мезофітів, що зазнають тимчасове перезволоження, з іншого.

Слід засвоїти, що як і у випадку інших агентів, що ушкоджують, механізми, що підтримують гомеостаз рослини в умовах надмірного зволоження, здійснюються на всіх рівнях організації рослин. Разом з тим, при гіпоксії переважаючими є більш загальні рівні регуляції (на рівні цілого організму), а при аноксії найбільш чітко проявляється роль внутрішньоклітинних

систем регуляції.

### *Рекомендована література*

1. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
2. Вартапетян Б. Б. Учение об анаэробном стрессе растений – новое направление в экологической физиологии, биохимии и молекулярной биологии растений и дальнейшее развитие проблемы / Б. Б. Вартапетян // Физиология растений. 2006, Т. 53. № 6. С. 805-836.
3. Веретенников А.В. Физиологические основы устойчивости древесных растений к временному избытку влаги в почве / А.В. Веретенников. М.: Наука, 1968. С.62-66.
4. Ершова А.Н. Действие гипоксии и СО<sub>2</sub>-среды на активность молекулярных форм β-глюкозидазы проростков гороха / А. Н. Ершова, Н. А. Еремина // Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов. ВГУ. 2004. Вып. 6. С.54-59.
5. Козюкина Ж.Т. Устойчивость растений к отрицательным факторам среды. Уч. пособ. по спецкурсу «Устойчивость растений» / Ж.Т. Козюкина. Днепропетровск: ДГУ, 1980. 104 с.
6. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.
7. Крамер Пол. Д. Физиология древесных растений / Пол. Д. Крамер, Т. Козловский. М.: Гослесбумиздат, 1963. 627 с.
8. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.
9. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

10. Топунов А.Ф. Регуляция кислородного режима в клубеньках бобовых и классическая концепция стресса / А.Ф. Топунов, Ю.Е. Колупаев // Физиол. раст. 1997, Т. 44. № 5. С. 671-675.

11. Усманов И.Ю. Экологическая физиология растений: Учебник / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. М.: Логос, 2001. 224 с.

12. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2002. 244 с.

## **Тема 9. Дія високої температури і жаростійкість рослин**

При вивченні теоретичного матеріалу необхідно засвоїти такі поняття: жаростійкість (термотолерантність), тепловий шок, білки теплового шоку (БТШ).

Усвідомте, яку дію надає висока температура на біохімічні та фізіологічні процеси в рослинному організмі.

Особливу увагу зверніть на вплив високої температури на каталітичні властивості ферментів. Поясніть, у чому проявляється пряме і непряме дію високої температури на функціонування рослини. Чим визначається ступінь шкідливої дії високих температур на рослину?

Необхідно усвідомити, що при високих температурах, як і при інших впливах, працюють захисні механізми двох типів: уникнути перегріву і пристосування до існування в умовах високих температур. Зверніть увагу на те, які механізми використовуються рослинами для уникнення перегріву, а які забезпечують їх функціонування в умовах високих температур.

Доцільно розібратися, яку роль відіграють білки теплового шоку для підтримки термостійкості клітин і завдяки яким процесам вона забезпечується.

### ***Рекомендована література***

1. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І.

Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.

2. Вартапетян Б. Б. Учение об анаэробном стрессе растений – новое направление в экологической физиологии, биохимии и молекулярной биологии растений и дальнейшее развитие проблемы / Б. Б. Вартапетян // Физиология растений. 2006, Т. 53. № 6. С. 805-836.

3. Веселов А.П. Влияние теплового шока на цитоплазматическую белоксинтезирующую систему гороха *Pisum sativum* L. / А.П. Веселов, Л.Н. Курганова, О.В. Ручкова // Биохимия. 1997, Т. 62. Вып. 5. С. 569-574.

4. Войников В.К. Белки теплового шока растений / В.К. Войников, Г.Г. Иванова, А.В. Гудиковский // Физиол. раст. 1984. Т.31. С. 970-979.

5. Войников В.К. Температурный стресс и митохондрии растений / В.К. Войников. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. 132 с.

6. Козюкина Ж.Т. Устойчивость растений к отрицательным факторам среды. Уч. пособ. по спецкурсу «Устойчивость растений» / Ж.Т. Козюкина. Днепропетровск: ДГУ, 1980. 104 с.

7. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.

8. Кулаева О.Н. Стрессовые белки растений / О.Н. Кулаева, Т.П. Микулович, В.А. Хохлова // Современные проблемы биохимии / Под ред. Г.К. Скрыбина, М.С. Одинцовой. М.: Наука, 1991. С.174-190.

9. Кулаева О.Н. Белки теплового шока и устойчивость растений к стрессу / О.Н. Кулаева // Соросовский образов. журнал. 1997. № 2. С. 5-13.

10. Курганова Л.Н. Антиоксидантная активность хлоропластов в условиях высокотемпературного стресса / Л. Н. Курганова // Тезисы докл. V Международн. конф. "Биоантиоксидант" 18-20 ноября. М, 1998. С.290.

11. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його

наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

12. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

13. Титов А.Ф. Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур / А.Ф. Титов, Т.В. Акимова, В.В. Таланова, Л.В. Топчиева . М.: Наука, 2006. 143 с.

### **Тема 10. Дія на рослину низької температури**

При вивченні дії на рослину низької температури слід звернути увагу на те, що шкідливу дію надають як низькі позитивні, так і негативні температури. Відповідно, виділяють такі поняття як холодостійкість і морозостійкість.

Поясніть, в чому полягає шкідлива дія низьких позитивних температур, а в чому - специфіка дії негативних температур. Назвіть основні ґрунтово-кліматичні чинники зимово-весняного періоду, що роблять негативний вплив на життєдіяльність рослини.

Проаналізуйте фізіологічні та молекулярні механізми стійкості рослин до низьких позитивних температур. Постарайтеся розібратися, чим ці механізми принципово відрізняються від механізмів адаптації до негативних температур. Поясніть роль білків холодової дії. Зіставте механізм їх дій з дією білків теплового шоку.

#### ***Рекомендована література***

1. Войников В.К. Температурный стресс и митохондрии растений / В.К. Войников. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. 132 с.

2. Войников В.К. Белок холодового шока 310 кД разобщиает окислительное фосфорилирование в растительных митохондриях / В. К. Войников и др. // Физиология растений. 2001, Т. 48. № 1. С. 89-94.

3. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.

4. Зыкова В.В. Участие активных форм кислорода в реакции митохондрий растений на низкотемпературный стресс / В.В.Зыкова, А. В. Колесниченко, В. К. Войников // Физиология растений 2002, Т. 49. № 2. С. 302-310.

5. Козюкина Ж.Т. Устойчивость растений к отрицательным факторам среды. Уч. пособ. по спецкурсу «Устойчивость растений» / ЖТ. Козюкина. Днепропетровск: ДГУ, 1980. 104 с.

6. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаев. Х., 2001. 171 с.

7. Кузнецов В.В. Элементы неспецифичности реакции генома растений при холодовом и тепловом стрессе / В. В. Кузнецов, Кимпел Дж., Гокджиян Дж., Ки Дж.// Физиология растений. 1987, Т. 34. Вып. 5. С. 859–868.

8. Кулаева О.Н. Стрессовые белки растений // Современные проблемы биохимии / О.Н. Кулаева, Т.П. Микулович, В.А. Хохлова / Под ред. Г.К. Скрябина, М.С. Одинцовой. М.: Наука, 1991. С.174-190.

9. Кулаева О.Н. Белки теплового шока и устойчивость растений к стрессу / О.Н. Кулаева // Соросовский образов. журнал. 1997. № 2. С. 5-13.

10. Курганова Л.Н. Антиоксидантная активность хлоропластов в условиях высокотемпературного стресса / Л. Н. Курганова // Тезисы докл. V Международн. конф. "Биоантиоксидант" 18-20 ноября. М, 1998. С.290.

11. Лось Д.А. Молекулярные механизмы холодоустойчивости растений / Д.А. Лось // Вестник РАН. 2005, Т. 75. № 4. С. 338-345.

12. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В.Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

13. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

14. Титов А.Ф. Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур / А.Ф. Титов, Т.В. Акимова, В.В. Таланова, Л.В. Топчиева. М.: Наука, 2006. 143с.

## **Тема 11. Дія на рослину радіації**

Під час вивчення цієї теми, перш за все, необхідно засвоїти такі поняття: радіація, радіоактивність, ультрафіолетове випромінювання, іонізуюча радіація, радіостійкість, явище гормезису.

Постарайтеся засвоїти, яким чином господарська діяльність людини впливає на радіаційний фон Землі. яку небезпеку представляє посилення радіоактивного забруднення біосфери?

Зверніть увагу на те, що природний радіаційний фон робить благотворний вплив на ріст і розвиток рослин, а високий рівень радіації - шкідлива дія, яке може бути як прямим, так і непрямим. Усвідомте, до яких пошкоджень на різних рівнях організації рослинного організму призводить дію радіації. У чому проявляється специфіка прояву радіобіологічних реакцій у рослин?

Проаналізуйте основні механізми стійкості рослин до дії радіації. Поясніть, якими факторами вона визначається на молекулярному, клітинному і більш високих рівнях організації рослини.

Вкажіть пріоритетні заходи, спрямовані на запобігання (зниження) радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

### *Рекомендована література*

1. Бак З. Основы радиобиологии / З. Бак, П. Александер. М.: Изд-во иностр. лит., 1963. 500 с.
2. Ганасси Е.Э. Радиационное повреждение и репарация хромосом / Е.Э. Ганасси. М.: Наука, 1976. 103 с.
3. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
4. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.
5. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии / А.М. Кузин. М.: Наука, 1986. 285 с.
6. Кулаева О.Н. Белки теплового шока и устойчивость растений к стрессу / О.Н. Кулаева // Соросовский образов. журнал. 1997. № 2. С. 5-13.
7. Рогожин В.В. Влияние ультрафиолетового облучения семян на процессы перекисного окисления липидов в проростках пшеницы / В.В. Рогожин, Т.Т. Курилюк // Биохимия. 1996. № 8. С.1432-1439.
8. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.
9. Савин В.Н. Действие ионизирующего излучения на целостный растительный организм / В.Н. Савин. М.: Энергоиздат, 1981. 120 с.
10. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.
11. Тимофеев-Ресовский Н.В. Введение в молекулярную



радиобиологию. Физико-химические основы / Н.В. Тимофеев-Ресовский, А.В. Савич, М.И. Шальнов. М.: Медицина, 1981. 231с.

12. Храмова Е. П. Особенности накопления флавоноидов у растений в условиях радиоактивного загрязнения / Е.П. Храмова, О.В. Тарасов, Е.И. Крылова, С.Я. Сыева //Вопросы радиационной безопасности. 2006. № 4. С. 13-20.

## **РОЗДІЛ 4. СТРЕСОРИ ХІМІЧНОЇ І БІОЛОГІЧНОЇ ПРИРОДИ ТА ВІДПОВІДНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН**

На сучасному етапі розвитку цивілізації відомо значна кількість речовин, які можуть надавати шкідливу дію на рослини як стресори хімічної природи. З огляду на те, що в повному обсязі охопити цей перелік не представляється можливим, доцільно акцентувати увагу на речовинах, які, як правило, домінують серед поллютантів ґрунтів, повітря і природних вод.

### **Тема 12. Осмотичний стрес**

Під час вивчення цієї теми необхідно, перш за все, засвоїти такі поняття як солестійкість (галотолерантність), галофіти, еугалофіти, кріногалофіти, глікогалофіти, глікофіти, осмотичний стрес.

Зверніть увагу на те, що осмотичний стрес робить як прямий, так і непрямий вплив на фізіологічні процеси рослини. Визначте, в чому воно виражається.

Зіставте механізми пристосування до посухи у рослин 3-х груп, на які діляться галофіти. Виявити риси схожості і відмінності між ними.

Слід чітко уявляти, що істотна відмінність між стійкістю до сольового стресу галофітів і глікофітів полягає в тому, що механізми солестійкості галофітів генетично закріплені і є конститутивним, тобто проявляються в будь-яких умовах, незалежно від наявності або відсутності засолення. Навпаки, захисні системи рослин-глікофітів є індукцибельна. Іншими словами, хоча вони і зумовлені генетично, вони реалізуються лише при дії цього екстремального фактора.

#### ***Рекомендована література***

1. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. :

Національний гірничий університет, 2012. 184 с.

2. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаєв. Х., 2001. 171 с.

3. Кузнецов В.В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм и регуляция / В.В.Кузнецов, Н.И.Шевякова // Физиология растений. 1999, Т. 46. Вып. 2. С. 305–320.

4. Матухин Г.Р. Физиология приспособления культурных растений к засолению почв / Г.Р. Матухин. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1963. 204 с.

5. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В.Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

6. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

7. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. СПб.: Изд-во СПб ун-та, 2002. 244 с.

8. Шевякова Н.И. Метаболизм и физиологическая роль пролина при водном и солевом стрессе / Н.И. Шевякова // Физиология растений. 1983, Т. 30. С. 768–783.

### **Тема 13. Дія ксенобіотиків на рослини і їх газостійкість**

При вивченні матеріалу, перш за все, слід звернути увагу на те, що ксенобіотики (від грец. Xenos - чужий і bios - життя) - це чужорідні для організмів сполуки, що не входять в природний біологічний кругообіг. Усвідомте, які речовини органічної і неорганічної природи найбільш часто зустрічаються серед ксенобіотиків, які є забруднювачами ґрунтів, повітря і природних вод. Поясніть, які їхні шляхи надходження в навколишнє середовище.

Розберіться, на яких умовах базуються класифікації

пестицидів.

Необхідно засвоїти, для вирішення яких завдань використовується та чи інша класифікація. Зверніть увагу на те, який вплив чинять пестициди, належать до різних груп, на живі організми. Чим визначається їх токсичність? При яких видах природокористування застосовуються пестициди?

Поясніть, здійснення яких заходів необхідно при сільськогосподарському землекористуванні для зниження негативного впливу пестицидів на навколишнє середовище і здоров'я людини.

Аналізуючи матеріал, зверніть увагу на те, які основні джерела обумовлюють забруднення атмосфери. Оцініть їх відносний внесок у забруднення повітря. Які хімічні речовини домінують серед забруднювачів?

Вивчіть питання, пов'язані з впливом газів на анатомо-морфологічні та фізіологічні характеристики рослин. Чим визначається ступінь токсичності газів для рослинного організму?

Зверніть увагу на те, що загазованість атмосфери надає на рослину як пряму, так і непряму дію. У чому воно проявляється?

Розберіться з поняттям «газостійкості» і з її механізмами.

Зверніть увагу на те, що визначає стійкість пасивну, тобто відхід від впливу за допомогою, наприклад, анатомо-морфологічних пристосувань, і активну - фізіологічну здатність миритися з поглинанням газу або знешкоджуванням його.

Проаналізуйте основні механізми газостійкості - біологічні, анатомо-морфологічні та фізіолого-біохімічні.

Поясніть, з чим вони пов'язані і які їхні особливості.

Подумайте, які найбільш реально здійсненні шляхи зниження загазованості атмосфери.

### *Рекомендована література*

1. Барахтенова Л.А. Влияние сернистого газа на фотосинтез растений / Л.А. Барахтенова, В.С. Николаевский.

Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1988. 86 с.

2. Горова А.І. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. Д. : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.

3. Гунар Л.Э. Действие гербицидов группы сульфонал-мочевины на термолюмине-сценцию листьев и хлоропластов бобов / Л.Э. Гунар, М.К. Солнцев, В.А. Ташиш // Известия РАН, сер. Биология. 1996. Вып. 4. С. 502.

4. Загрязнение воздуха и жизнь растений / Под ред. М. Трешоу. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. 536 с.

5. Квеситадзе Г.И. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях / Г.И. Квеситадзе, Г.А. Хатисашвили, Т.А. Садунишвили, З.Г. Евстигнеева / Под ред. В.О. Попова. М.: Наука, 2005. 199 с.

6. Козюкина Ж.Т. Устойчивость растений к отрицательным факторам среды. Уч. пособ. по спецкурсу «Устойчивость растений» / Ж.Т. Козюкина. Днепропетровск: ДГУ, 1980. 104 с.

7. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаев. Х., 2001. 171 с.

8. Кузнецов В.В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм и регуляция / В.В.Кузнецов, Н.И.Шевякова // Физиология растений. 1999, Т. 46. Вып. 2. С. 305–320.

9. Матухин Г.Р. Физиология приспособления культурных растений к засолению почв / Г.Р. Матухин. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1963. 204 с.

10. Мельников Н.Н. Пестициды и окружающая среда / Н.Н. Мельников, А.И. Волков, О.А. Короткова. М.: Химия, 1977. 240 с.

11. Мельников Н.Н. Пестициды в современном мире / Н.Н. Мельников, Г.М. Мельникова // Соросов. образов. журн. 1997. № 4. С. 33-37.

12. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.

13. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В.Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agrobusiness.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

14. Романова А. К. Физиолого-биохимические признаки и молекулярные механизмы адаптации растений к повышенной концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере / А.К. Романова // Физиология растений. 2005, Т. 52. № 1. С. 129-145.

9. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

#### **Тема 14. Дія на рослину важких металів. Механізми стійкості по відношенню до важких металів**

Розберіться, які критерії покладені в основу класифікації металів і на чому базується виділення серед них групи важких металів. Вкажіть, які з важких металів є найбільш токсичними для рослин.

Розгляньте основні шляхи надходження важких металів у навколишнє середовище. Подумайте, які конкретні заходи необхідно вжити для зниження їх акумуляції та міграції в різних компонентах ландшафтів.

Зіставте 3 групи рослин залежно від використовуваної ними стратегії поглинання важких металів. Вкажіть риси подібності та відмінності між ними. Постарайтеся розібратися, для яких цілей в процесі природокористування людини доцільно використовувати рослини кожної з цих груп.

Зверніть увагу на те, що численні механізми захисту, які використовують рослини від дії важких металів, діють відповідно двом стратегіям виживання організмів при стресових впливах: або не допустити дію фактора, або знешкодити його.

### *Рекомендована література*

1. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам / Ж.З. Гуральчук // Физиол. и биохим. культ. раст. 1994, Т. 26. № 2. С. 107-117.
2. Золотухина, Е.Ю Тяжелые металлы в водных растениях. Аккумуляция и токсичность /Е.Ю. Золотухина, Е.Е. Гавриленко // Биологич. науки. 1989. № 9. С. 93-106.
3. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях/ А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. М.: Мир, 1989. 439 с.
4. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаев. Х., 2001. 171 с.
5. Кузнецов В.В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм и регуляция / В.В.Кузнецов, Н.И.Шевякова // Физиология растений. 1999, Т. 46. Вып. 2. С. 305–320.
6. Матухин Г.Р. Физиология приспособления культурных растений к засолению почв / Г.Р. Матухин. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1963. 204 с.
7. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.
8. Серегин И.В. Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // Физиол. раст. 2001, Т.48. № 4. С. 606-630.
9. Серегин И.В. Фитохелатины и их роль в детоксикации кадмия у высших растений / И.В. Серегин // Успехи биол. хим. 2001, Т.41. С. 283-300.
10. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.
11. Титов А.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам / А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен; Отв. ред. Н.Н. Немова; Институт биологии КарНЦ

РАН. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007. 172 с.

12. Чернавская Н.М. Физиология растительных организмов и роль металлов / Н.М. Чернавская, О.Н. Кожанова, А.Г. Дмитриева и др.; Под ред. Н.М. Чернавской. М.: Изд-во МГУ, 1989. 157 с.

13. Cobbett C. Phytochelatins and metallothioneins: roles in heavy metal detoxification and homeostasis / C. Cobbett, P. Goldsbrough // *Annu. Rev. Plant Biol.* 2002, V. 53. P.159-182.

14. Hall J.L. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance // *J. Exper. Bot.* 2002, V. 53. № 366. P. 1-11.

15. Kubota H. Phytochelatin homologs induced in hairy roots of horseradish / H. Kubota, K. Sato, T. Yamada, T. Maitani // *Phytochem.* 2000, V. 53. P.239-245.

16. Prasad M.N.V. Heavy metal stress in plants. From molecules to Ecosystems / M.N.V. Prasad, J. Hagemeyer. Germany, Springer, 1999. 401 p.

### **Тема 15. Технології фітореMediaції**

Під час вивчення цієї теми, перш за все, зверніть увагу на те, які переваги в порівнянні зі стандартними методами очищення роблять використання фітореMediaції найбільш перспективним. Слід врахувати, що фітореMediaції можна використовувати для очищення різних субстратів: твердих, рідких і повітряних.

Усвідомте, ніж визначається вибір рослин для здійснення фітореMediaційних технологій. Які фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні особливості рослин є при цьому особливо значущими?

Вивчіть коротку характеристику сучасних методів фітореMediaції. Слід звернути увагу на те, які критерії покладені в основу класифікації основних технологій. Вкажіть відмінності між ними.

Постарайтеся розібратися, які переваги і недоліки (або



обмеження) має той чи інший метод. Зверніть увагу на те, чим обумовлений вибір конкретного методу. Необхідно засвоїти, для вирішення яких завдань використовується той чи інший метод. Подумайте, які фактори стримують широке впровадження фітореMediaції в нашій країні.

Здатність рослин очищати ґрунти, стічні і природні води від важких металів обмежена багатьма факторами. Серед них можна назвати доступність металу для поглинання корінням рослин, швидкість поглинання його корінням, транспорт металу з кореня в ростки і т.д. Створення трансгенних рослин з певними фізіолого-біохімічними властивостями, які сприяють сверхнакопичуванню ТМ, - один з можливих шляхів розвитку фітореMediaції як ефективною практичною технологією.

### *Рекомендована література*

1. Квеситадзе Г.И. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях / Г.И. Квеситадзе, Г.А. Хатисашвили, Т.А. Садунишвили, З. Г. Евстигнеева; Под ред. В.О. Попова. М.: Наука, 2005. 199 с.

2. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаев. Х., 2001. 171 с.

3. Кузнецов В.В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм и регуляция / В.В.Кузнецов, Н.И.Шевякова // Физиология растений. 1999, Т.46. Вып. 2. С. 305–320.

4. Матухин Г.Р. Физиология приспособления культурных растений к засолению почв / Г.Р. Матухин. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1963. 204 с.

8. Прасад М.Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами / М.Н. Прасад // Физиол. раст. 2003, Т.50. № 5. С. 764-780.

9. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta->

[sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html](http://sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html).

10. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

11. Титов А.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам / А.Ф. Титов, В.В. Таланова, Н.М. Казнина, Г.Ф. Лайдинен; Отв. ред. Н.Н. Немова; Институт биологии КарНЦ РАН. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007. 172 с.

12. Baker, A.I.M. Accumulators and excluders – strategies in the response of plants to heavy metals / A.I.M. Baker // J. Plant.Nutr. 1981, Vol.3. №14. P. 643-654.

13. Gratao P.L. Phytoremediation: green technology for the clean up of toxic metals in the environment / P.L. Gratao, M.N.V. Prasad, P.F. Cardoso, P.J. Lea, R.A. Azevedo // Braz. J. Plant Physiol. 2005, V.17(1). P.53-64.

14. Prasad M.N.V. Nickelophilous plants and their significance in phytotechnologies / M.N.V. Prasad // Braz. J. Plant Physiol. 2005, V.17(1). P.113-128.

15. Salt D.E., Blaylock M., Kumar N.P.B.A. et al. Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment. Using plants / D.E. Salt, M. Blaylock, N.P.B.A. Kumar et al.// Biotechnology. 1995, V.13. P.468-474.

## **Тема 16. Фітопатогени і фітоімунітет рослин**

При вивченні матеріалу, перш за все, необхідно засвоїти такі поняття: фітопатогени, біотрофи, некротрофи, монофаги, поліфаги, фітоімунітет, реакція надчутливості, фітоалексини, елісітери.

Зверніть увагу, на яких умовах базується класифікація збудників хвороб рослин. Слід врахувати, що серед збудників хвороб рослин зустрічаються організми, що відносяться до різних систематичних груп, але найбільшого поширення набули патогенні грибки.

Усвідомте, що собою являє реакція надчутливості і у всіх чи рослин це явище має місце. Поясніть, чим відрізняються конституційні та індуковані механізми стійкості рослин до фітопатогенів.

Постарайтеся розібратися з тим, як і послідовність включення захисних механізмів рослин у відповідь на інфекцію.

Уточніть, в чому проявляється імунітет у рослин до фітопатогенів.

Вкажіть риси подібності та відмінності між фітоімунітетом і імунітетом у тварин.

Назвіть основні методи захисту сільськогосподарських культур від хвороб, які використовуються на сучасному етапі.

### ***Рекомендована література***

1. Воронкевич И.В. Краткий обзор работ по бактериозам растений / И.В. Воронкевич // Фитопатогенные бактерии. Киев: Изд-во «Наукова думка», 1975. С. 9-20.

2. Колупаев Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень / Ю.Є. Колупаев. Х., 2001. 171 с.

3. Матышевская М.С. Метаболизм растения-хозяина при бактериальной инфекции / М.С. Матышевская // Фитопатогенные бактерии. Киев: Изд-во «Наукова думка», 1975. С. 27-36.

4. Метлицкий Л.В. Как растения защищаются от болезней / Л.В. Метлицкий, О.Л. Озерцовская. М., 1985. 190 с.

5. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків [Електронний ресурс] / О.В. Рожко // Агробізнес сьогодні. 2017. Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>.

6. Рубин Б.А. Биохимия и физиология иммунитета растений / Б.А. Рубин, Е.В. Арциховская, В.А. Аксенова. М.: Изд-во МГУ, 1975. 320 с.

7. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник / В.Г. Скляр; за заг. ред. Ю.А.Злобіна. Суми: Університетська книга,

2015. 271 с.

8. Усманов И.Ю. Экологическая физиология растений: Учебник / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. М.: Логос, 2001. 224 с.

9. Фитопатология / П.Н. Головин, М.В. Арсеньева, З.Н. Халеева, З.И. Шестиперова; Под ред. М.В. Горленко. Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. 319 с.

### **3. ТЕМИ ТА ФОРМА КОНТРОЛЮ І ПЕРЕВІРКИ ЗАВДАНЬ, ЯКІ ВИНЕСЕНІ НА САМОСТІЙНЕ ОБОВ'ЯЗКОВЕ ОПРАЦЮВАННЯ**

Для самостійної роботи здобувачів вищої освіти виділено на рік 66 годин.

Здобувач вищої освіти пропонується такі форми самостійної роботи: самостійне вивчення окремих тем та питань на основі навчально-методичної літератури; збирання матеріалів та інформації для написання рефератів, характеристик, аналізу виробничих ситуацій з питань технології вирощування сільськогосподарських культур тощо (табл. 1).

*Таблиця 1*

#### **РОЗПОДІЛ ТЕМАТИКИ ТА ЧАСУ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

№	Тема	Кількість годин	Форма самостійн ої роботи	Форма контролю і перевірки	Кількість балів
1.	2.	3.	4.	5.	6.
<b>IV семестр</b>					
<b>Модуль 1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ СТРЕСОСТІЙКОСТІ РОСЛИН. ОКИСЛЮВАЛЬНИЙ СТРЕС І АНТИОКСИДАНТНА СИСТЕМА РОСЛИН</b>					
<b>Загальні питання стресостійкості рослин</b>					
1.	Загальні уявлення про стрес у рослин і факторах, викликають стрес. Загальні механізми стійкості рослин до стресових впливів. Адаптації і аклімації.	8	реферат	захист	3/1
2.	Регуляція стресових реакцій у рослин. Активні форми кисню і окислювальний стрес.	9	реферат	захист	3/1
3.	Система антиоксидантного захисту рослин. Ферменти. Антиоксиданти. Низькомолекулярні компоненти антиоксидант-	9	реферат	захист	3/1

*Продовження таблиці 1*

1.	2.	3.	4.	5.	6.
3.	Система антиоксидантного захисту рослин. Ферменти. Антиоксиданти. Низькомолекулярні компоненти антиоксидантного захисту рослин.	9	реферат	захист	3/1
<b>ВСЬОГО за Модуль 1</b>		<b>26</b>			<b>9/3</b>
<b>Модуль 2. СТРЕСОРИ ФІЗИЧНОЇ ПРИРОДИ І ВІДПОВІДНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН. СТРЕСОРИ ХІМІЧНОЇ І БІОЛОГІЧНОЇ ПРИРОДИ І ВІДПОВІДНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН.</b>					
4.	Водний дефіцит і посухостійкість рослин. Надмірне зволоження. Гіпоксія і аноксія	8	реферат	захист	3/1
5.	Дія високої температури і жаростійкість рослин. Дія на рослину низької температури	8	реферат	захист	3/1
6.	Дія на рослину радіації. Осмотичний стрес	8	реферат	захист	3/1
7.	Дія ксенобіотиків на рослини і їх газостійкості. Дія на рослину важких металів. Механізми стійкості по відношенню до важких металів.	8	реферат	захист	3/1
8.	Технології фіторемедіації. Фітопатогени і фітоімунітет рослин	8	реферат	захист	3/1
<b>ВСЬОГО за Модуль 1</b>		<b>40</b>			<b>15/5</b>
<b>ВСЬОГО ЗА КУРС</b>		<b>66</b>			

## **4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

### **4.1 Методичні вказівки з підготовки до практичних занять**

Однією з важливих форм самостійної роботи є підготовка до практичного заняття. При підготовці до практичних занять студент повинен дотримуватися такої технології:

- уважно вивчити основні питання теми і план практичного заняття, визначити місце теми заняття в загальному змісті, її зв'язок з іншими темами;

- знайти і опрацювати відповідні розділи в рекомендованих нормативних документах, підручниках та додатковій літературі;

- після ознайомлення з теоретичним матеріалом відповісти на питання для самоперевірки;

- продумати своє розуміння ситуації, що склалася в досліджуваній сфері, шляхи і способи вирішення проблемних питань;

- продумати розгорнуті відповіді на запропоновані питання теми, спираючись на лекційні матеріали, розширюючи і доповнюючи їх даними з підручників, додаткової літератури.

В ході практичного заняття необхідно виконати практичну роботу у формі реферату, а потім захистити її.

Приклад захисту практичної роботи по темі 1 «Загальні уявлення про стрес у рослин і фактори, що викликають стрес»:

- озимі зернові хліба I групи: пшениця, жито, ячмінь, тритикале (роль фітогормонів у життєдіяльності рослин, біотичні і абіотичні фактори впливу, що визивають стрес рослин та антидепресанти, як елементи стабілізації і підвищення продуктивності культур);

- ярі зернові хліба I групи: пшениця, жито, ячмінь, овес (роль фітогормонів у життєдіяльності рослин, біотичні і абіотичні фактори впливу, що визивають стрес рослин та антидепресанти, як елементи стабілізації і підвищення продуктивності культур);

- зернові хліба II групи: сорго цукрове, зернове, сориз, кукурудза (роль фітогормонів у життєдіяльності рослин, біотичні і абіотичні фактори впливу, що визивають стрес рослин та антидепресанти, як елементи стабілізації і підвищення продуктивності культур);

- зернові хліба II групи: рис, просо, гречка (роль фітогормонів у життєдіяльності рослин, біотичні і абіотичні фактори впливу, що визивають стрес рослин та антидепресанти, як елементи стабілізації і підвищення продуктивності культур);

- зернобобові культури: горох, соя, квасоля, сочевиця, люпин (роль фітогормонів у життєдіяльності рослин, біотичні і абіотичні фактори впливу, що визивають стрес рослин та антидепресанти, як елементи стабілізації і підвищення продуктивності культур).

- технічні культури: соняшник, ріпак, соя, гірчиця (роль фітогормонів у життєдіяльності рослин, біотичні і абіотичні фактори впливу, що визивають стрес рослин та антидепресанти, як елементи стабілізації і підвищення продуктивності культур)

## **4.2 Методичні вказівки по підготовці рефератів**

Під рефератом розуміється творча дослідницька робота, заснована, перш за все, на вивченні значної кількості наукової та іншої літератури по темі дослідження. Реферат, як правило, повинен містити такі структурні елементи:

- 1 титульний лист;
- 2 зміст;
- 3 введення;
- 4 основна частина;
- 5 висновок;
- 6 список використаних джерел;
- 7 додатка (при необхідності).

У змісті наводяться найменування структурних частин реферату, глав і параграфів його основної частини із зазначенням



номера сторінки, з якої починається відповідна частина, глава, параграф.

У вступі необхідно позначити обґрунтування вибору теми, її актуальність, об'єкт і предмет, мету і завдання дослідження, описуються об'єкт і предмет дослідження, інформаційна база дослідження.

В основній частині викладається суть проблеми і об'єктивні наукові відомості по темі реферату, дається критичний огляд джерел, власні версії, відомості, оцінки. Зміст основної частини має точно відповідати темі проекту і повністю її розкривати. Розділи та параграфи реферату повинні розкривати опис вирішення поставлених у вступі завдань. Тому заголовки розділів і параграфів, як правило, повинні відповідати за своєю суттю формулювань завдань реферату.

Заголовок «Основна частина» в змісті реферату бути не має.

Текст реферату повинен містити адресні посилання на наукові роботи, оформлені відповідно до вимог. Також обов'язковим є наявність в основній частині реферату посилань на використані літературні джерела. Виклад необхідно вести від третьої особи («Автор вважає ...») або використовувати безособові конструкції і невизначено особисті пропозиції («На другому етапі досліджуються такі підходи ...», «Проведене дослідження дозволило довести ...» і т.п.).

У висновку наводяться висновки, до яких прийшов студент внаслідок виконання реферату, що розкривають поставлені у вступі завдання.

Список літератури повинен оформлятися відповідно до загальноприйнятих бібліографічних вимог і включати тільки використані студентом публікації. Кількість джерел у списку визначається студентом самостійно, для реферату їх рекомендована кількість від 10 до 20.

У додатку слід виносити допоміжний матеріал, який при включенні в основну частину роботи захищає текст (таблиці допоміжних даних, інструкції, методики, форми документів і

т.п.).

Обсяг реферату повинен бути не менше 12 і не більше 20 сторінок машинописного тексту через 1,5 інтервали на одному боці стандартного аркуша А4 з дотриманням наступного розміру полів: верхнє і нижнє -2, праве - 1,5, лівє - 3 см. Шрифт - 14.

Реферат може бути і рукописним, написаним рівними рядками (не менше 30 на сторінку), почерком який ясно читається. Абзацний відступ – 5 друкованих знаків. Сторінки нумеруються в правому верхньому куті без крапок. Першою сторінкою вважається титульний аркуш, нумерація на ній не ставиться, другою - зміст. Кожен структурний елемент (Розділ) реферату починається з нової сторінки, а підструктурний (Підрозділ) викладається з відступом від попереднього через один інтервал.

Список використаних літературних джерел повинен формуватися в алфавітному порядку за прізвищем авторів, або по мірі посилання в тексті. Література зазвичай гуртується в списку в такій послідовності:

1 джерела, законодавчі та нормативно-методичні документи і матеріали;

2 спеціальна наукова вітчизняна та зарубіжна література (Монографії, підручники, наукові статті тощо).

Включена в список література нумерується суцільним порядком від першої до останньої назви. По кожному літературному джерелу вказується: автор (чи група авторів), повна назва книги або статті, місце і найменування видавництва (для книг і брошур), рік видання; для журнальних статей вказується найменування журналу, рік випуску і номер. За збірниками праць (статей) вказується автор статті, її назва і далі назва книги (збірки) і її вихідні дані. Наприклад:

Гамаюнова В. В. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження: колективна монографія / В.В. Гамаюнова, О.А. Коваленко, Л.Г. Хоненко // Рациональне використання ресурсів в умовах екологічно

стабільних територій. за ред. П. В. Писаренка, Т. О. Чайка, І. О. Яснолюб. – Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. – С. 232-342.

Коваленко О.А. Вплив норм висіву насіння, біопрепаратів і мікродобрив на формування висоти рослин сортів та гібридів сорго цукрового в умовах півдня України / О.А. Коваленко, А.В. Чернова // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 101. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. – С.59-68.

Паламарчук В.Д. Формування висоти закладання качанів у гібридів кукурудзи залежно від строків сівби/ В.Д. Паламарчук, О.А. Коваленко // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Вип. 100. Т.2. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. – С.26-33.

Коваленко О.А. Вплив сидератів та бактеріальних препаратів на вміст в ґрунті доступних елементів живлення за вирощування сої / О. А. Коваленко, М.Л. Новохацький // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Сучасні проблеми агроєкології». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2018. – С.8.

Додатки слід оформляти як продовження реферату на його наступних сторінках. Кожен додаток має починатися з нової сторінки. Вгорі сторінки праворуч вказується слово «Додаток» і його номер. Додаток повинен мати заголовок, який розташовується по центру аркуша окремим рядком і друкується прописними літерами. На все додатки в тексті роботи повинні бути посилання. розташовувати додатки слід в порядку появи посилань на них у тексті.

**ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО АРКУША**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра рослинництва та  
садово-паркового господарства

**РЕФЕРАТ**

по дисципліні «Стрес та адаптація рослин»

на тему:

**«Вплив температурного стресу на  
продуктивність культури сої»**

Виконав: студент \_\_\_ курса  
групи \_\_\_\_\_  
ФІП \_\_\_\_\_

Перевірив: \_\_\_\_\_

Миколаїв  
2019

## ПРИМІРНА ТЕМАТИКА РЕФЕРАТІВ

1. Вплив стресових чинників на клітинні мембрани.
2. Пролін і його біологічна роль при стресі.
3. Вплив посухи на фотосинтез і дихання.
4. Вплив водного стресу на білковий обмін у рослин.
5. Загартовування і стійкість рослин.
6. Білки теплового шоку і стійкість рослин до температурного стресу.
7. Активні форми кисню і їх сигнальна роль у рослин.
8. Металотіонеїни і фітохелатіни, їх роль в зв'язуванні важких металів.
9. Вплив екстремальної температури на фотосинтез і дихання.
10. G-білки і їх роль в регуляції стресових реакцій.
11. Загартовування і стійкість рослин.
12. Шляхи підвищення стійкості рослин до токсикантів.
13. Проблеми і перспективи використання рослин в ремедіаційних технологіях.

***Примітка: Тематичний план приблизний. Студенти мають право на вибір теми за своїми інтересами згідно визначених груп культур***

### **4.3. Методичні рекомендації з підготовки презентації**

Комп'ютерну презентацію, яка супроводжує виступ доповідача, найзручніше підготувати в програмі MS PowerPoint. Презентація як документ являє собою послідовність що змінюють один одного слайдів. Найчастіше демонстрація презентації проектується на великому екрані, рідше - лунає присутнім як друкований матеріал. Кількість слайдів за змістом тривалості виступу (наприклад, для 5-хвилинного виступу рекомендується

використовувати не більше 10 слайдів). На першому слайді обов'язково видається тема виступу і відомості про авторів.

Наступні слайди можна підготувати, використовуючи дві різні стратегії їх підготовки: на слайди поміщається фактичний і ілюстративний матеріал (таблиці, графіки, фотографії та ін.), який є доречним і достатнім засобом наочності, допомагає в розкритті суті ідеї виступу. В цьому випадку до слайдів пред'являються наступні вимоги:

- вибрані засоби візуалізації інформації (таблиці, схеми, графіки і т. д.) повинні відповідати змісту;
- використані ілюстрації повинні бути хорошої якості (високого дозволу), з чітким зображенням.

Максимальна кількість графічної інформації на одному слайді - 2 малюнки (фотографії, схеми і т.д.) з текстовими коментарями (не більше 2 рядків до кожного).

Найбільш важлива інформація повинна розташовуватися в центрі екрану. Звичайний слайд, без ефектів анімації, має демонструватися на екрані не менше 10 - 15 секунд. За менший час присутні не встигнуть усвідомити зміст слайда.

Слайд з анімаціями в середньому повинен знаходитися на дисплеї не менше 40 - 60 секунд (без урахування часу на випадково виникле обговорення). У зв'язку з цим краще налаштувати презентацію на автоматичний показ, а на зміну слайдів самим доповідачем. Особливо ретельно необхідно поставитися до оформлення презентації. Для всіх слайдів презентації по можливості необхідно використовувати один і той же шаблон оформлення, кегль - для заголовків - не менше ніж 24 пунктів, для інформації - для інформації не менше 18.

У презентаціях не прийнято ставити переноси в словах.

Найкращою кольоровою гамою для презентації є контрастність кольору фону і тексту (білий фон - чорний текст; темно-синій фон - світло жовтий текст і т. д.). Краще не змішувати різні типи шрифтів в одній презентації. Рекомендується не зловживати великими літерами (вони

читаються гірше). Заключний слайд презентації, що містить текст «Спасибі за увагу» або «Кінець», навряд чи прийнятний для презентації, що супроводжує публічний виступ, оскільки завершення показу слайдів ще не є завершенням виступу. Крім того, такі слайди, так само як і слайд «Питання?», дублюють усне повідомлення.

Оптимальним варіантом представляється повторення першого слайда в кінці презентації, оскільки це дає можливість ще раз нагадати слухачам тему виступу і ім'я доповідача і або перейти до питань, або завершити виступ.

### **Тематика презентацій**

1. Зернові хліба II групи
2. Зернобобові культури
2. Коренебульбоплідні культури
3. Лікарські культури

***Примітка: Тематичний план приблизний. Студенти мають право на вибір теми за своїми інтересами згідно визначених груп культур.***

### **Теоретичні завдання для самостійного вивчення дисципліни «СТРЕС ТА АДАПТАЦІЯ РОСЛИН»**

1. Основні типи активних форм кисню: синглетний кисень, супероксид аніон радикал, гідропероксидний радикал, пероксид водню, гідроксильний радикал і ін., їх властивості.
2. Особливості утворення активних форм кисню в хлоропластах, в мітохондріях і інших клітинних компартментах.
3. Окислювальний стрес у рослин. Реакція дисмутації.
4. Пошкодження біомолекул активними формами кисню.
5. Сигнальна роль активних форм кисню.
6. Основні компоненти системи антиоксидантного захисту рослин.
7. Основні ферменти-антиоксиданти. Сутність каталітичної

дії, локалізація, особливості будови і їх роль у знешкодженні активних форм кисню.

8. Низькомолекулярні компоненти антиоксидантної захисту рослин. Їх хімічна структура, локалізація в клітині, значення в знешкодженні активних форм кисню.

9. Шляхи запобігання утворенню активних форм кисню в клітинах рослин.

10. Штучне загартовування рослин. Проблеми і досягнення.

11. Проблеми використання генної інженерії відбору для підвищення стійкості рослин до різних стресорам.

12. Проблеми використання селекційного відбору для підвищення стійкості рослин до різних стресорів.

13. Шляхи підвищення стійкості сільськогосподарських культур до екстремальних температур.

14. Шляхи підвищення стійкості сільськогосподарських культур до засолення ґрунту.

15. Шляхи підвищення посухостійкості сільськогосподарських культур.

16. Можливості генної інженерії для створення рослин, стійких до пестицидів і комах.

17. Шляхи підвищення стійкості сільськогосподарських культур до дії важких металів.

18. Шляхи підвищення стійкості сільськогосподарських рослин до дії радіації.

19. Шляхи підвищення газостійкості рослин.

20. Проблеми підвищення стійкості сільськогосподарських культур до фітопатогенів.

### **Приблизний перелік питань до підсумкової атестації**

1. Класифікація стресорів. Стреси біотичної і абіотичної природи.

2. Специфічні та неспецифічні реакції рослин. Природа неспецифічних реакцій. Стресові білки і їх функції.



3. Стійкість рослин до несприятливих факторів довкілля. Типи стійкості.

4. Поняття «адаптація» і «аклімації». Класифікації адаптацій у рослин.

5. Системи регуляції стресових реакцій у рослин

6. Активні форми кисню. Механізми їх освіти в різних компартментах рослинної клітини.

7. Механізми захисту рослин від надлишку активних форм кисню. Система антиоксидантного захисту рослин.

8. Механізми стійкості рослин до водного дефіциту.

9. Морфолого-анатомічні особливості рослин, стійких до аноксії і гіпоксії як стратегія уникнення анаеробіозу.

10. Відповідні реакції рослин на зниження вмісту кисню в середовищі. Механізми адаптації до анаеробіозу.

11. Шкідлива дія екстремальних температур на рослини і механізми їх стійкості до цих стресорам.

12. Толерантність рослин до заморожування. Основні механізми стійкості до низьких негативних температур.

13. Зміни, що відбуваються в рослинному організмі в ході загартування. Механізми підвищення морозостійкості при загартуванню.

14. Шкідлива дія солей на рослини. клітинні та молекулярні механізми адаптації рослин до осмотичного стресу.

15. Ксенобіотики як стресори. Їх шкідлива дія на рослина.

16. Механізми газостійкості у рослин: біологічні, анатомо-морфологічні, фізіолого-біохімічні.

17. Механізми захисту рослин від дії важких металів.

18. Сучасні технології фіторемедіації: їхні переваги і недоліки.

19. Дія радіації на рослини і механізми їх радіостійкості.

20. Відповідні реакції рослин на впровадження патогенів.

21. Стійкість рослин до патогенів: реакція надчутливості, фітоалексинів і ін.

22. Шляхи підвищення стійкості рослин до стресорам фізичної, хімічної і біологічної природи.

## **РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗНАТЬ З ДИСЦИПЛІНИ ТА СХЕМА ПОТОЧНОГО ТА ЗАКЛЮЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Важливим елементом системи контролю знань є встановлення межі кількісної оцінки рейтингу здобувача вищої освіти. Вважається за логічне прийняти 100-бальну оцінювальну шкалу.

Рейтингова оцінка відрізняється від традиційної 4-х бальної більш широким інтервалом балів, які диференційовані рішенням кафедри відповідно до складності матеріалу, що контролюється його об'ємом, рівнів самостійності освоєння, тощо.

Рейтингова оцінка забезпечує:

- мотивацію здобувач вищої освіти до систематичної активної роботи впродовж семестру;
- розширення і підвищення ролі самостійної роботи над навчальним матеріалом;
- підвищення рівня індивідуалізації навчання;
- фактор змагання у навчанні;
- розширення можливостей для всебічного розкриття здібностей здобувач вищої освіти, розвитку їх творчого мислення;
- підвищення ефективності роботи викладачів.

Доцільним є прийняття загального та що семестрового рейтингу, який визначається як середньоарифметичне значення рейтингу всіх дисциплін, у тому числі диференційованих заліків та курсових проектів (робіт).

Рейтинг здобувачів вищої освіти повинен складатися тільки з балів, отриманих на проміжному контрольному заході та семестровому екзамені, а сума балів, одержаних ним за поточну роботу, повинна розглядатися лише як допуск здобувача вищої освіти до вказаних екзаменів.

Якщо дисципліна передбачає виконання курсового проекту, семестрового завдання, задачу колоквиуму, ректорського контролю, то кафедра встановлює для певного переліку елементів, які підлягають контролю, їх оцінку в балах.

По кожному з вказаних елементів модуля здобувач вищої

освіти отримує оцінку в балах. Кожен вид робіт оцінюється, виходячи з максимальної кількості балів, наприклад, рівної 3. За правильне оформлення і здачу в установлений термін кожного передбаченого виду роботи нараховуються додаткові бали, наприклад 3, що спонукає здобувача вищої освіти до необхідності готуватися до ПР дома. У разі несвоєчасної здачі роботи кількість додаткових балів відповідно зменшується.

Сума балів набрані здобувачем вищої освіти при виконанні всіх видів робіт протягом модуля підсумовуються.

Умовою допуску до КЗ є мінімальна сума балів, яку здобувач вищої освіти повинен набрати у разі виконання всіх елементів модуля.

Якщо здобувач вищої освіти не набрав суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість балів за рахунок виконання ІДЗ, ПТКЗ та ПР.

За всі КЗ з конкретної дисципліни протягом семестру здобувач вищої освіти може отримати від 0 до 100 балів.

Здобувач вищої освіти, який отримав за всі КЗ 60 і більше балів, за його бажанням може бути звільнений від курсового екзамену за умови, що він набрав за виконання всіх видів навчальних робіт по всім модулям певну суму балів, яка складається з суми балів по кожному модулю. Ця певна сума балів повинна перевищувати суму встановлених мінімумів.

Здобувач вищої освіти, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, здає підсумковий семестровий екзамен (проводиться у письмовій формі) в екзаменаційну сесію, до якого він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модуля мінімальну суму 41 бал.

Здобувачі вищої освіти, що набрали впродовж семестру менш ніж 41 бал по дисципліні до сесії не допускаються й автоматично отримують незадовільну оцінку. До складання екзамену такі здобувачі вищої освіти можуть бути допущені тільки після того, як наберуть необхідну кількість семестрових балів.

Екзаменаційна відомість обов'язково закривається в день

проведення вихідного контролю і в цей же день здається до деканату.

Таблиця 2

## Шкала оцінювання ECTS

Оцінка ECTS	Визначення	Оцінка в балах	Традиційна оцінка (залікова книжка)
1	2	3	4
A	ВІДМІННО - відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	91 - 100	ВІДМІННО
B	ДУЖЕ ДОБРЕ - вище середнього рівня з кількома помилками	83 - 90	ДОБРЕ
C	ДОБРЕ - в загальному правильна робота з певною кількістю помилок	75 - 82	ДОБРЕ
D	ЗАДОВІЛЬНО - непогано, але зі значною кількістю недоліків	67 - 74	ЗАДОВІЛЬНО
E	ДОСТАТНЬО - виконання задовольняє мінімальні критерії	60 - 66	
FX	НЕЗАДОВІЛЬНО - потрібно попрацювати перед тим, як досягти мінімального критерію	50 - 59	НЕЗАДОВІЛЬНО
F	НЕЗАДОВІЛЬНО - необхідна серйозна подальша робота	< 50	

Здобувачі вищої освіти, що хворіли і мають відповідні довідки медичних установ або були відсутні з інших поважних причин і не могли приймати участь у контрольних заходах проходять контроль під час спеціально встановлених додаткових занять по узгодженню з викладачами за графіком що розроблює деканат факультету.

Якщо здобувач вищої освіти на екзамені отримує незадовільну загальну оцінку, то він має право на одне перескладання викладачеві, друге перескладання приймає комісія. У випадку, якщо здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку при складанні комісії, він відраховується з університету.

По закінченню семестру по кожній дисципліні підраховується сума балів кожного здобувача вищої освіти, складається ранговий список здобувач вищої освіти по кожній дисципліні.

Таблиця 3

**Оцінки здобувач вищої освіти можна виставляти так**

За шкалою ECNS	За національною шкалою	За шкалою навчального закладу (як приклад)
A	відмінно	90 – 100
BC	добре	75 – 89
DE	задовільно	60 - 74
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	41 - 59
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом	1 - 40

Таблиця 4

**Шкала рейтингової оцінки знань здобувачів вищої освіти з рослинництва**

№ п/п	Види контролю знань здобувач вищої освіти	Оцінка, бали	МОДУЛІ		Всього
			перший	другий	
1	2	3	4	5	6
<b>4 СЕМЕСТР</b>					
1.	Опитування на практич. заняттях	5/3	18/12	28/18	46/30

*Продовження Таблиці 4*

1	2	3	4	5	6
2.	Контрольно – модульні роботи	5/3	12/9	18/13	30/22
3.	Самостійна робота	5/3	9/3	15/5	24/8
5.	Пропуски занять без поважних причин: за 1 год.	-	-	-	- 1
Усього за семестр		5/3	39/24	61/36	100/60

У процесі переходу до оцінювання знань за європейською системою знань ECTS можна використовувати різні шкали згідно з таблицями 2, 3, але в екзаменаційну відомість та залікову книжку виставляються оцінки за традиційною системою.

Державна атестація здобувачів вищої освіти проводиться відповідно до чинної нормативної бази.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бак З., Александер П. Основы радиобиологии. М.: Изд-во иностр. лит., 1963. 500 с.
2. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. М.: Мир, 1986. 422 с.
3. Горова А. І., Лисицька С. М., Павличенко А. В., Скворцова Т. В. Біотехнології в екології : навч. посібник / Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
4. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова; Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
5. Зыкова В. В., Колесниченко А. В., Войников В. К. Участие активных форм кислорода в реакции митохондрий растений на низкотемпературный стресс. *Физиология растений*. 2002, Т. 49. № 2. С. 302-310.
6. Квеситадзе Г. И., Хатисашвили Г. А., Садунишвили Т. А., Евстигнеева З. Г. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях / Под ред. В.О. Попова. М.: Наука, 2005. 199 с.
7. Колупаєв Ю.Є. Стресові реакції рослин: молекулярно-клітинний рівень. Харків, 2001. 171 с.
8. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин: підручник; за редакцією професора М.М. Макрушина. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.
9. Рожко О. В. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків. Агробізнес сьогодні. 2017. URL : <http://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>. (дата звернення: 10.11.11.2016).

10. Скляр В. Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник; за заг. ред. Ю. А. Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.

11. Физиология водообмена и устойчивость растений. Казань: изд-во Казанского ун-та, 1968. 211 с.

12. Чернядьев И.И. Влияние водного стресса на фотосинтетический аппарат растений и защитная роль цитокининов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2005, Т. 41. № 2. С. 133-147.

13. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. СПб: Изд-во СПб ун-та, 2002. 244 с.

14. Шевякова Н. И. Метаболизм и физиологическая роль пролина при водном и солевом стрессе. *Физиология растений*. 1983, Т. 30. С. 768-783.

15. Bhattacharjee S. Reactive oxygen species and oxidative burst: Roles in stress, senescence and signal transduction in plants. *Current Sci*. 2005, V. 89. № 7. P. 1113-1121.



ПРИМІТКИ

Навчальне видання

## **СТРЕС ТА АДАПТАЦІЯ РОСЛИН**

Методичні рекомендації

Укладачі:

**Коваленко** Олег Анатолійович;

**Федорчук** Михайло Іванович;

**Антипова** Лідія Климівна;

**Корхова** Маргарита Михайлівна

**Чернова** Анастасія Валеріївна

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 4,1

Тираж 50 прим. Зам. № \_\_\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р