

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ім. В.В. ДОКУЧАЄВА**

Кафедра ботаніки і фізіології рослин

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної роботи

  
В. ПЕТРОВ

“28” серпня 2020 р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
АНТИОКСИДАНТИ**

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)

Галузь знань 09 Біологія  
(шифр і назва)

Спеціальність 091 Біологія  
(шифр і назва)

Освітня програма Біологія  
(шифр і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

Факультет захисту рослин  
(назва факультету)

Харків – 2020

Робоча програма «Антиоксиданти» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти галузі знань 09 Біологія, спеціальності 091 Біологія, освітньої програми «Біологія» .

«27» серпня 2020 року – 10 с.

Розробник: Колупаєв Юрій Євгенович, завідувач кафедри ботаніки і фізіології рослин, доктор біологічних наук, професор

Робочу програму затверджено на засіданні кафедри ботаніки і фізіології рослин  
Протокол від «27» серпня 2020 року, № 3

Завідувач кафедри ботаніки і фізіології рослин

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Ю. КОЛУПАЄВ

Схвалено науково-методичною комісією факультету захисту рослин  
Протокол від «28» серпня 2020 року, № 2

Голова науково-методичної комісії факультету захисту рослин

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

І. ЗАБРОДІНА

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>09 Біологія</u>	Вибіркова	
Змістових модулів – 2	Спеціальність <u>091 Біологія</u>	<b>Рік підготовки:</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання – не передбачено		1-й	1-й
Загальна кількість годин – 150		<b>Семестр</b>	
		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 8	Освітній рівень <u>третій (освітньо-науковий)</u>	<b>Лекції</b>	
		24 год	12 год
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		26 год	14 год
		<b>Лабораторні</b>	
		–	–
		<b>Самостійна робота</b>	
		100 год	124 год
<b>Індивідуальні завдання –</b>			
<b>Вид контролю</b> залік			

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. **Мета** викладання навчальної дисципліни – оволодіння сучасними науковими знаннями про утворення, механізми дії і біологічні функції антиоксидантів у живих організмах та методи дослідження антиоксидантної системи.

2.2. Основні **завдання** – вивчення основних груп антиоксидантів, їх ролі у захисті клітин від окиснювальних пошкоджень, підходів до індукування антиоксидантної системи рослин з метою підвищення їх стійкості до стресорів, вивчення антиоксидантів як маркерів стійкості.

### 2.3. Перелік компетентностей.

*Загальні компетентності:*

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

*Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:*

СК01. Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у біології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у наукових виданнях з біології та суміжних галузей.

СК05. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, які проводять.

СК06. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в біології та дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

2.4. Заплановані **результати навчання** – при подальшому навчанні і професійній діяльності бути здатними осмислювати нову інформацію в контексті набутих знань про механізми дії антиоксидантів, їх синтез, роль у стійкості живих організмів; вміти планувати і проводити експерименти із дослідження стану антиоксидантної системи.

*Програмні результати навчання:*

РН01. Мати концептуальні та методологічні знання з біології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1. Активні форми кисню і редокс-регуляція

**Тема 1.** *Активні форми кисню в живих організмах.*

Класифікація і загальна характеристика АФК. Механізми утворення АФК в рослинних і тваринних клітинах. Сигнальні ефекти АФК.

**Тема 2.** *Фізіологічні аспекти редокс-сигналіngu.*

Участь АФК в процесах розвитку стійкості рослин до стресорів різної природи. Роль АФК в трансдукції гормональних сигналів. АФК та імунна система людини і тварин.

#### Змістовий модуль 2. Антиоксиданти

**Тема 3.** *Класифікація і загальна характеристика антиоксидантів.*

Класифікація і загальна характеристика антиоксидантів. Ферментативні антиоксиданти. Неферментативні антиоксиданти. Неспеціалізовані антиоксиданти.

**Тема 4.** *Фізіологічні функції антиоксидантів.*

Участь антиоксидантів у процесах клітинного сигналіngu. Функціональна взаємодія антиоксидантів між собою

**Тема 5.** *Стан антиоксидантної системи рослин за дії стресорів.*

Антиоксидантна система (АОС) за дії стресових температур. АОС за умов посухи і засолення. АОС за дії на рослини важких металів. АОС і перехресна стресостійкість.

**Тема 6.** *Протекторна дія на рослини екзогенних антиоксидантів.*

Ефекти аскорбінової кислоти. Захисна дія проліну і розчинних вуглеводів за окиснювального стресу. Вплив штучних антиоксидантів на стійкість рослин

**Тема 7.** *Вплив сигнальних посередників на стан антиоксидантної системи рослин.*

Вплив пероксиду водню на стан АОС. Дія екзогенного кальцію на стан АОС. Оксид азоту як модифікатор стану АОС. Сірководень і стан АОС.

**Тема 8.** *Вплив фітогормонів на стан АОС.*

Індукування АОС рослин дією саліцилової кислоти. Вплив жамонової кислоти на стан АОС у рослин. Роль брасиностероїдів в регуляції стану АОС. Поліаміни і стан АОС у рослин.

**Тема 9.** *Модифікація АОС шляхом генетичної трансформації.*

Гени антиоксидантних ферментів. Трансформація рослин генами ферментів, що регулюють вміст низькомолекулярних антиоксидантів.

**Тема 10.** *Антиоксиданти в продуктах харчування.*

Роль антиоксидантів у дієтичному харчуванні. Основні природні джерела антиоксидантів. Вмісту антиоксидантів і цінність продукції рослинництва. Зміни вмісту антиоксидантів у плодах та овочах при зберіганні. Запобігання втратам антиоксидантів при зберіганні продукції.

**Тема 11.** *Підходи до досліджень стану АОС.*

Методи аналізу активності антиоксидантних ферментів і вмісту низькомолекулярних антиоксидантів. Оцінка загальної антиоксидантної активності. Використання показників АОС як маркерів стійкості.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Загальні механізми стійкості рослин.</b>												
Тема 1. Активні форми кисню в живих організмах	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 2. Фізіологічні аспекти редокс-сигналіngu	12	2	2			8	12	1	1			10
Разом за змістовим модулем 1	24	4	4			16	24	2	2			20
<b>Змістовий модуль 2. Антиоксиданти</b>												
Тема 3. Класифікація і загальна характеристика антиоксидантів	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 4. Фізіологічні функції антиоксидантів	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 5. Стан антиоксидантної системи рослин за дії стресорів.	12	2	2			8	12	1	2			9
Тема 6. Протекторна дія на рослини екзогенних антиоксидантів.	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 7. Вплив сигнальних посередників на стан антиоксидантної системи рослин.	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 8. Вплив фітогормонів на стан АОС.	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 9. Модифікація АОС шляхом генетичної трансформації.	12	2	2			8	12	1	1			10
Тема 10. Антиоксиданти в продуктах харчування	24	4	4			16	24	2	2			20
Тема 11. Підходи до досліджень стану АОС.	18	2	4			12	18	1	2			15
Разом за змістовим модулем 2	126	20	22			84	84	10	12			70
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>24</b>	<b>26</b>			<b>100</b>	<b>150</b>	<b>12</b>	<b>14</b>			<b>124</b>

## 5. Теми практичних занять\*

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Методи дослідження вмісту (генерації) АФК у рослин	4	3
2.	Методи дослідження активності антиоксидантних ферментів	6	3
3.	Методи дослідження вмісту низькомолекулярних антиоксидантів	6	3
4.	Методи дослідження вмісту неспеціалізованих антиоксидантів	6	3
5	Оцінка загальної антиоксидантної активності	4	2
	<b>Разом</b>	<b>26</b>	<b>14</b>

\* Теми практичних занять можуть змінюватися залежно від тематики дисертаційного дослідження здобувача. Виконання завдань на практичних заняттях зазвичай являє собою освоєння методів, що використовуються у дисертаційному дослідженні конкретного здобувача.

## 6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Історія дослідження АФК і антиоксидантів	10	10
2	Компартменти утворення АФК в рослинних і тваринних клітинах	10	15
3	Антиоксиданти ліпідної фази	10	15
4	Вторинний метаболізм і АОС.	10	14
5	Альтернативна оксидаза рослин як компонент АОС	10	10
6	Пероксидаза як про- і антиоксидантний фермент	10	10
7	Вміст антиоксидантів в овочах, фруктах, зерні (склад і кількість)	10	12
8	Про-, антиоксиданти і запальні процеси в організмі людини і тварин	10	13
9	Регуляція накопичення антиоксидантів у господарсько цінних органах рослин	10	12
10	Антиоксиданти і дієтичне харчування (прикладні аспекти)	10	13
	<b>Разом</b>	<b>100</b>	<b>124</b>

## 7. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачені.

## 8. Методи навчання

1. Група методів за джерелом і способом сприйняття інформації – словесні (лекція, бесіда, розповідь), наочні (ілюстрація, демонстрація), практичні (лабораторний практикум).

2. Група методів за логікою передачі і сприйняття навчального матеріалу: індуктивні, дедуктивні (аналітичні і синтетичні).

3. Група методів за ступенем самостійного мислення – репродуктивні, продуктивні, а саме: дослідницькі, пошукові.

## 9. Методи контролю

Експрес-опитування на початку та в процесі лекції (на розуміння її суті), усне опитування на початку лабораторно-практичних занять, контроль практичних навичок під час виконання практичних робіт.

## 10. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання											Залік	Сума	
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2											Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	70	30	100
5	5	5	8	8	8	8	8	5	5	5			

T1, T2 ... – теми змістових модулів

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно (зараховано)
82-89	B	добре (зараховано)
75-81	C	
66-74	D	задовільно (зараховано)
60-65	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання (не зараховано)
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни (не зараховано)

## 11. Рекомендована література

### Основна література

1. Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. (2009) Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. 236 с.

2. Гришко В.Н., Сыщиков Д.В. (2012) Функционирование глутатионзависимой антиоксидантной системы и устойчивость растений при действии тяжелых металлов и фтора. Киев: Наук. думка. 239 с.

3. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. (2019) Активные формы кислорода, антиоксиданты и устойчивости растений к действию стрессоров. Киев: Логос, 277 с.

4. Прадедова Е.В., Ишеева О.Д., Салаяев Р.К. (2011) Классификация системы антиоксидантной защиты как основа рациональной организации экс-



периментального дослідження окислювального стресу у рослин // Физиология растений. Т. 58, № 2. С. 177-185.

5. Прадедова Е.В., Нимаева О.Д., Саяев Р.К. (2017) Редокс-процеси в біологічних системах // Физиология растений. Т. 64, № 6. С.433-445.

6. Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрипник Л.Н., Чупахина Н.Ю., Федурев П.В. (2016) Антиоксидантні властивості культурних рослин Калінінградської області. Калінінград: Изд-во БФУ ім. І. Канта. 145 с.

7. Шарова Е.И. (2016) Антиоксиданти рослин. Санкт-Петербург: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 140 с.

8. Arora D., Jain P., Singh N., Kaur H., Bhatla S.C. (2016) Mechanisms of nitric oxide crosstalk with reactive oxygen species scavenging enzymes during abiotic stress tolerance in plants // Free Radical Res. V. 50. P. 291-303.

9. Baxter A., Mittler R., Suzuki N. (2014) ROS as key players in plant stress signalling // J. Exp. Bot. V. 65. P. 1229-11240.

10. Foyer C.H. Noctor G. Redox regulation in photosynthetic organisms: signaling, acclimation, and practical implications / C.H. Foyer, // Antioxid. Redox Signal.– 2009. - V. 11. – P. 861-906.

11. Liang X., Zhang L., Natarajan S.K., Becker D.F. (2013) Proline mechanisms of stress survival // Antioxid. Redox Signal. V. 19. P. 998-1011.

12. Suzuki N. ROS as key players of abiotic stress responses in plants // Reactive Oxygen Species and Oxidative Damage in Plants Under Stress / Eds. D.K. Gupta et al. Switzerland: Springer Int. Publ. 2015, P. 57-82.

## **12. Інформаційні ресурси (Інтернет-ресурси)**

1. Портал видавничої корпорації Pleiades. URL: <https://www.pleiades.online/>.
2. Інтернет-ресурс з класичної і молекулярної біології. URL: <http://molbiol.ru/>.
3. Портал корпорації Springer. URL: <https://www.springer.com/gp>.
4. Сайт журналу відкритого доступу Plant Physiology. URL: <http://www.plantphysiol.org/>.

### 13. Питання для підготовки до заліку

1. Загальні принципи функціонування АОС.
2. Утворення супероксидного аніон-радикала в клітинах.
3. Утворення пероксиду водню в клітинах.
4. Утворення синглетного кисню в клітинах.
5. Роль глутатіону в функціонуванні АОС.
6. Роль аскорбінової кислоти в функціонуванні АОС.
7. Фенольні речовини як антиоксиданти.
8. Ферментативна антиоксидантна система рослин.
9. Флавоноїди в АОС.
10. Порушення стану АОС в умовах водного дефіциту.
11. Окиснювальні пошкодження при холодovому стресі.
12. Сольовий стрес і причини порушень про- антиоксидантної рівноваги.
14. Важкі метали і неферментативне утворення АФК.
15. Роль АОС у стійкості рослин до важких металів.
16. Механізми солестійкості і методи її підвищення.
17. Особливості застосування екзогенних антиоксидантів для підвищення стресостійкості рослин.
18. Пролін і функціонування АОС, взаємодія проліну з ферментативною складовою АОС.
19. Розчинні вуглеводи як антиоксиданти.
20. Антиоксидантні ефекти поліамінів
21. Оксидативний стрес і судинні захворювання у людини..
22. Значення хелатування металів у захисті від окиснювального стресу.
23. Механізми впливу основних стресових фітогормонів на стан АОС.
24. Вміст АОС і зберігання урожаю рослинницької продукції.
25. Роль сигнальних систем у функціонуванні АОС.
26. АОС і діагностика стресостійкості рослин.