

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

КЛІТИННИЙ СИГНАЛІНГ

(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

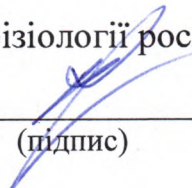
Робоча програма «Клітинний сигналінг» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти галузі знань 09 Біологія, спеціальності 091 Біологія, освітньої програми «Біологія».

«27» серпня 2020 року – 12 с.

Розробник: Ястреб Тетяна Олегівна, доцент кафедри ботаніки і фізіології рослин, кандидат біологічних наук, доцент

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

Завідувач кафедри ботаніки і фізіології рослин



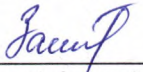
(підпис)

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>	Рік підготовки:	
Індивідуальне науково-дослідне завдання – не передбачено		1-й	1-й
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 8	Освітній рівень <u>третій (освітньо-науковий)</u>	Лекції	
		24 год	12 год
		Практичні, семінарські	
		26 год	14 год
		Лабораторні	
		–	–
		Самостійна робота	
		100 год	124 год
Індивідуальні завдання –			
Вид контролю залік			

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. **Мета** викладання навчальної дисципліни – оволодіння фундаментальними поняттями про сигнальні системи клітин і формування сучасних уявлень про механізми керування клітинними функціями для розуміння процесів реалізації клітинної відповіді в нормальних умовах та за стресових впливів різної природи.

2.2. Основні **завдання** – отримання цілісної системи знань про будову сигнальних шляхів клітин, сприйняття ними зовнішніх сигналів, їх передачу і посилення в клітині, реалізацію загальних реакцій відповіді на зовнішній вплив.

2.3. Перелік компетентностей.

Загальні компетентності:

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК06. Здатність працювати автономно.

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.

СК08. Здатність сформувати системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір.

2.4. Заплановані **результати навчання** – при подальшому навчанні і професійній діяльності бути здатними осмислювати нову інформацію в контексті набутих знань про головні принципи функціонування систем внутріклітинної сигналізації, особливості основних сигнальних систем клітини, бути готовими до освоєння нових методів дослідження роботи сигнальної мережі; вміти застосовувати сучасні методи та підходи дослідження сигнальної мережі клітин та впливу на сигнальні системи з метою підвищення стійкості організмів.

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. Значення, структура та принципи функціонування сигнальних систем клітин

Тема 1. *Загальні відомості про сигнальні системи клітин.*

Вступ. Значення сигнальних систем в біологічних об'єктах. Обов'язкові компоненти сигнальних систем. Сутність передачі сигналу. Ефект посилення в сигнальних системах. Транскрипційний каскад. Типи сигнальних механізмів.

Тема 2. *Рецепція сигналів.*

Загальна характеристика клітинних рецепторів. Ліганд-залежні рецептори. Рецептор-подібні кінази. G-білок-спряжені рецептори. Внутриклітинні рецептори. Світлові рецептори. Фототропіни. Фітохроми. Патогени і елісатори. Рецептори елісаторів.

Тема 3. *Передача сигналу всередині клітини..*

G-білки. Ефекторні молекули та вторинні месенджери. Протеїнкінази і протеїнфосфатази. Фактори регуляції транскрипції. Промотори генів білків сигнальних систем і захисних білків.

Змістовий модуль 2. Робота сигнальної мережі клітини

Тема 4. *Характеристика окремих сигнальних систем.*

Циклічні нуклеотиди як важливі регулятори активності білків у різних організмів. Ферменти аденілатциклазної сигнальної системи. Циклічний аденозинмонофосфат (цАМФ). Мітогенактивовані серин-треонінового типу протеїнкінази (МАРК). МАР-кіназний сигнальний каскад. Протонна сигнальна система. Зміна рН цитоплазми за стресових впливів. Мембранний потенціал. Протонні канали. H^+ -АТФази.

Тема 5. *Ліпіди клітинних мембран як важливі складові сигналіngu.*

Фосфоліпази. Фосфаліпаза D. Фосфатидна кислота як вторинний месенджер. Фосфоліпази A_2 . Ліпоксигенази. Гідрокси- та епоксипохідні ненасичених жирних кислот. Оксиліпіни. Жасмонова кислота та її похідні. Автокаталітичні процеси в ліпоксигеназній сигнальній системі..

Тема 6. *Іони кальцію в системі передачі сигналу.*

Кальцієва сигнальна система. Ліганд- та потенціалкервані кальцієві канали. Фосфоліпази С. Діацилгліцерол. Фосфатидилінозитол та його похідні. Са²⁺-АТФази. Са²⁺/Н⁺-антипортери. Кальмодулін.

Тема 7. *Активні форми кисню, азоту і сірки в сигналінгу клітин.*

Активні форми кисню (АФК). Окиснювальний «вибух». НАДФН-оксидаза. Апопластні неспецифічні пероксидази. Супероксидний аніон-радикал. Пероксид водню як ключовий інтермедіат НАДФН-оксидазної сигнальної системи. Саліцилова кислота. Метилсаліцилат. Реакція надчутливості і системна набута стійкість до патогенів. Оксид азоту (ІІ) – хімічні та антиоксидантні властивості. Шляхи утворення NO в клітинах. NO-синтаза і нітратредуктаза. Поліаміни як можливе джерело NO. Механізми NO-сигналінгу. Нітрозилювання залишків амінокислот. Сірководень як сигнальна молекула: механізми утворення у рослин, реалізація сигнальних ефектів.

Тема 8. *Взаємодія сигнальних систем.*

Дивергенція та конвергенція сигналу на різних рівнях сигнальних систем. Регуляція активності стартових ферментів інтермедіатами інших систем. Зв'язок Са²⁺, NO і АФК-сигналів. Регуляція іонних потоків. Взаємодія сигнальних систем зі стресовими фітогормонами.

Тема 9. *Механізми передачі сигналів рослинних гормонів.*

Регуляція активності ауксин-регульованих генів. Передача сигналу цитокінінів. Гібереліновий сигнал. Рецепція і сигналінг абсцизової кислоти і етилену. Механізм брасиностероїдного сигналу.

Тема 10. *Практичне застосування знань про сигнальні системи рослин.*

Використання еліситорів та інтермедіатів сигнальних систем для створення препаратів, що підвищують стійкість рослин. Хітозани. Епін. Жасмонова, саліцилова і янтарна кислоти. Трансгенні рослини зі зміненою стійкістю до патогенів.

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
Змістовий модуль 1. Значення, структура та принципи функціонування сигнальних систем клітин.												
Тема 1. Загальні відомості про сигнальні системи клітин	15	2	3			10	15	1	2			12
Тема 2. Рецепція сигналів	15	3	2			10	15	1	1			13
Тема 3. Передача сигналу всередині клітини	15	3	2			10	15	2	1			12
Разом за змістовим модулем 1	45	8	7			30	45	4	4			37
Змістовий модуль 2. Робота сигнальної мережі клітини												
Тема 4. Характеристика окремих сигнальних систем	15	2	2			10	15	1	1			13
Тема 5. Ліпіди клітинних мембран як важливі складові сигналіну	15	2	3			10	15	1	2			12
Тема 6. Іони кальцію в системі передачі сигналу	15	2	3			10	15	1	2			12
Тема 7. Активні форми кисню, азоту і сірки в сигналіну клітин	15	3	3			10	15	1	2			12
Тема 8. Взаємодія сигнальних систем	15	2	3			10	15	2	1			13
Тема 9. Механізми передачі сигналів рослинних гормонів	15	3	2			10	15	1	1			13
Тема 10. Практичне застосування знань про сигнальні системи рослин	15	2	3			10	15	1	1			13
Разом за змістовим модулем 2	105	16	19			70	105	8	10			88
Усього годин	150	24	26			100	150	12	14			124

5. Теми практичних занять*

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Значення сигнальних систем в біологічних об'єктах	2	1
2.	Механізми сприйняття зовнішніх сигналів різної природи. Температурні, хімічні, біотичні стресори	2	1
3.	Методологія дослідження роботи сигнальних систем. Біохімічні та неруйнівні методи	2	1
4.	Інгібіторний аналіз як метод дослідження роботи сигнальної мережі. Підходи та методики	2	2
5.	Інгібітори стартових ферментів сигнальних систем	2	1
6.	Методики визначення динаміки вмісту ключових сигнальних інтермедіатів кальцієвої сигнальної системи	4	2
7.	Методики визначення динаміки вмісту ключових сигнальних інтермедіатів НАДФН-оксидазної сигнальної системи	4	2
8.	Методики визначення динаміки вмісту ключових сигнальних інтермедіатів NO-синтазної сигнальної системи	4	2
9.	Методологія досліджень взаємодії компонентів різних сигнальних систем	4	2
	Разом	26	14

* 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	Протеїнкінази як основні ефекторні молекули. Координація протеїнкіназ та фосфатаз	10	12
2	Фактори регуляції транскрипції. Принципи регуляції експресії геному	10	12
3	Дослідження протеому. Принципи і методи	10	13
4	Еволюція сигнальних систем клітини	10	12
5	Система регуляції концентрації кальцію в цитозолі	10	12
6	Сигнальна функція цитоскелету	10	13
7	Порівняння рослинного і тваринного клітинного сигналіну	10	12
8	Механізми патогеніндукованої загибелі клітин. Роль саліцилової кислоти	10	13
9	Елементи міжклітинної сигналізації	10	13
10	Газоподібні посередники як особливий клас фізіологічно активних сполук	10	12
	Разом	100	124

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	70	30	100
5	5	8	8	8	8	8	10	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	
60-65	E	задовільно (зараховано)
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. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений / Отв. ред. А.Н. Гречкин. – М.: Наука, 2002. – 294 с.

2. Джамеев В.Ю. Механизмы рецепции и внутриклеточного сигналинга у растений. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2014. – 228 с.
3. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. – Киев: Основа, 2010. – 352 с.
4. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Ранние реакции растений на действие стрессоров: повреждение, сигналинг, защита? // Вісн. Харків. націон. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. – 2012. – Вип. 2 (26). – С. 6-24.
5. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В., Дмитриев А.П. Сигнальные посредники в реакциях растений на действие абиотических стрессоров: кальций, активные формы кислорода и азота // Цитология и генетика. – 2015. – Т. 49, № 5. – С. 73-86.
6. Колупаев Ю.Е., Ястреб Т.О. Стресс-протекторные эффекты салициловой кислоты и ее структурных аналогов // Физиология и биохимия культ. растений. – 2013. – Т. 45, № 2. – С. 113-126.
7. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В., Ястреб Т.О., Луговая А.А. Сигнальные посредники в реализации физиологических эффектов стрессовых фитогормонов // Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. Серія Біологія. – 2016. – Вип. 1 (37). – С.42-62.
8. 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.
9. Kasperska A. Sensor types in signal transduction pathways in plant cells responding to abiotic stressors: do they depend on stress intensity? // Physiol. Plant. – 2004. V. 122. P. 159-168.
10. Kaur N., Gupta A.K. Signal transduction pathways under abiotic stresses in plant // Curr. Sci. 2005. V. 88. P. 1771-1780.

Допоміжна література

1. Зинченко В.П., Долгачева Л.П. Внутриклеточная сигнализация. Пушино: Электронное издательство «Аналитическая микроскопия», 2003. 84 с.
2. Новикова Г. В. В начале пути: восприятие АБК и передача ее сигнала у растений / Г. В. Новикова, Н. С. Степанченко, А. В. Носов, И. Е. Мошков // Физиологии растений. Т. 56, № 6. 2009. С. 806–823.
3. Сорокин А. В. Протеасомная система деградации и процессинга белков / А. В. Сорокин, Е. Р. Ким, Л. П. Овчинников // Успехи биологической химии. – 2009. Т. 49. С. 3–76.

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/> .

14. Питання для підготовки до заліку

1. Значення сигнальних систем в біологічних об'єктах.
2. Поняття сигнальної системи та сигнальної мережі, еволюція уявлень про інформаційні процеси в клітині.
3. Обов'язкові та додаткові компоненти сигнальних систем. Загальна схема передачі сигналу.
4. Типи сигнальних механізмів.
5. Механізми сприйняття зовнішніх сигналів різної природи. Типи і види рецепторів.
6. Поняття про еліситори.
7. Стартові ферменти, ефекторні молекули та вторинні месенджери. Загальні поняття.
8. Значення і принцип роботи G-білків.
9. Протеїнкінази та протеїнфосфатази у роботі сигнальних систем.
10. Фактори регуляції транскрипції. Принципи регуляції експресії геному.
11. Ключові сигнальні системи рослинної клітини.
12. Аденілатциклазна сигнальна система. цАМФ і цГМФ, їх функції.
13. MAP-кіназний сигнальний каскад.
14. Ліпіди клітинних мембран як важливі складові сигналінгу. Фосфоліпази A₂, C і D.
15. Ліпоксигеназна сигнальна система. Оксиліпіни.
16. Жасмонова кислота та її похідні у розвитку стійкості рослин.
17. Фосфатидатна або фосфатидокислотна сигнальна система.
18. Кальцієва сигнальна система. Діацилгліцерол. Фосфатидилінозитол та його похідні.
19. Загальна схема роботи кальцієвих каналів при роботі сигнальних систем.
20. Кальмодулін та кальцій у регуляції метаболізму клітини.
21. НАДФН-оксидазна сигнальна система.
22. АФК та окислювальний вибух в контексті сигнальних систем рослин.
23. Ключові джерела АФК у клітині за нормальних та стресових умов.
24. Ключові компоненти антиоксидантної системи рослин.
25. Саліцилова кислота та її похідні.
26. Реакція надчутливості і системна набута стійкість до патогенів.
27. NO-синтазна сигнальна система.
28. Шляхи утворення NO в клітинах рослин.

29. Протонна «сигнальна система». Мембранний потенціал. Зміна рН цитоплазми за стресових впливів.
30. Дивергенція та конвергенція сигналу на різних рівнях сигнальних систем.
31. Регуляція активності стартових ферментів інтермедіатами інших систем.
32. Взаємодія сигнальних систем зі стресовими фітогормонами.
33. Методологія дослідження роботи сигнальних систем.
34. Поняття протеому та методи його дослідження.
35. Інгібіторний аналіз як метод дослідження роботи сигнальної мережі.
36. Методологія досліджень динаміки ключових сигнальних систем (кальцієвої, НАДФН-оксидазної, NO-синтазної).
37. Методологія досліджень взаємодії компонентів різних сигнальних систем.
38. Використання еліситорів та інтермедіатів сигнальних систем для створення препаратів, що підвищують стійкість рослин.