

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Проректор з науково-педагогічної роботи

\_\_\_\_\_ А.В. Пантелеймонов

Робоча програма навчальної дисципліни

**Сучасна фітогормонологія**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 09 Біологія  
(шифр і назва)

спеціальність 091 Біологія  
(шифр і назва)

освітня програма Біологія  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни за вибором  
обов'язкова / за вибором

факультет Біологічний

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

19 червня 2019 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Колупаєв Ю.Є., професор кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

Юхно Ю.Ю., старший викладач кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

Програму схвалено на засіданні кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

Протокол від 14 червня 2019 року, № 21

В.о. завідувача кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

\_\_\_\_\_ В.Ф. Тимошенко  
(підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією біологічного факультету

Протокол від 18 червня 2019 року, № 11

Голова науково-методичної комісії біологічного факультету

\_\_\_\_\_ В.В. Мартиненко  
(підпис)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Сучасна фітогормонологія” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Біологія»

\_\_\_\_\_ другий (магістерський) \_\_\_\_\_  
 (назва рівня вищої освіти)

спеціальності \_\_\_\_\_ 091 Біологія \_\_\_\_\_

спеціалізації \_\_\_\_\_

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни — сформувати у студентів систему сучасних теоретичних знань з питань структури, метаболізму, транспорту фітогормонів, рецепції та трансдукції фітогормонального сигналу, фізіологічної дії окремих груп фітогормонів на різних рівнях організації рослинного організму.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни — вивчення різних груп фітогормонів (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів, абсцизинів, етилену, брасиностероїдів, жасмонової кислоти) та речовин, які мають гормональну дію, їх структури та метаболізму, механізмів регуляції за участю фітогормонів і їх практичного використання у господарській діяльності та житті людини.

1.3. Кількість кредитів — 3.

1.4. Загальна кількість годин — 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	1-й
Лекції	
16 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
0 год.	0 год.
Самостійна робота	
58 год.	80 год.
Індивідуальні завдання	
20 год. (за рахунок самостійної роботи)	

1.6. Заплановані результати навчання — у результаті вивчення курсу студент повинен знати понятійний апарат фітогормонології, хімічну природу основних фітогормонів та сполук з гормоноподібними фізіологічними ефектами; шляхи синтезу основних фітогормонів, механізми рецепції і трансдукції гормональних сигналів; спричинювані дією гормонів зміни експресії генів, фізіологічні ефекти фітогормонів на рівні цілої рослини, особливості застосування регуляторів росту рослин; володіти методологією досліджень дії фітогормонів; при подальшому навчанні і у професійній діяльності студент має бути здатним опанувати нову інформацію про структуру та метаболізм основних груп гормонів рослин, а також механізми фітогормональної регуляції різних процесів рослинного організму.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Значення фітогормонів в життєдіяльності рослин. Ауксини. Цитокініни. Гібереліни.

#### Тема 1. Фітогормони в системі регуляції рослин та їх властивості.

Організація функціональних систем у рослин та їх взаємозв'язок. Системи регуляції у рослин та їх підпорядкованість (внутрішньоклітинна, міжклітинна та на рівні організму). Особливості дії фітогормонів як міжклітинної системи регуляції. Місце і значення фітогормонів в регуляції росту і морфогенезу багатоклітинних систем. Основні критерії сутності та властивості фітогормонів. Їх групи: ауксини, цитокініни, гібереліни, АБК, етилен, брасиностероїди, жасмонати та пептидні гормони.

Загальні принципи виділення фітогормонів із рослин: фіксація, методи екстракції та розділення фітогормонів (різні види хроматографії). Методи ідентифікації та кількісного визначення (біопроба, визначення за флуоресценцією, застосування газорідинної хроматографії, мас-спектрометрії, імунохімічний та радіоімунохімічний аналіз).

#### Тема 2. Ауксини.

Коротка історія відкриття. Хімічна природа, вміст в тканинах, тести, біосинтез, транспорт. Катаболізм та кон'югація ауксинів (ІОК). Залежність активності ауксинів від їх структури. Синтетичні ауксини (індол-похідні, феноксиоцтові та нафтілоцтові кислоти) та їх структурна аналогія з природними ауксинами.

Фізіологічна активність ауксинів. Швидкі та повільні реакції ІОК. Вплив ІОК на активність  $H^+$ -АТФази та стимулювання процесів, які залежать від зміни електрохімічного градієнту протонів (трансмембранний транспорт, ріст клітин розтягненням, відкриття продихів, активність ФЕП-карбоксилази та інше). Дія на морфогенез. Роль ІОК в апікальному домінуванні та ростових рухах. Участь ауксинів в регуляції поділу клітин (сумісно з цитокінінами). Вплив ІОК через геномну систему на синтез білків, що визначають ріст. Рецептори ауксинів (ABP1), передача сигналу та транскрипційні фактори ауксинового сигналу (Aux/IAA, ARFs). Використання ауксинів та їх синтетичних аналогів в рослинництві та інших галузях діяльності людини.

#### Тема 3. Цитокініни.

Історія їх відкриття, хімічна природа, вміст в рослинах різних нативних цитокінінів та їх похідних (рибозидів, риботидів, N-глюкозидів, O-глюкозидів). Цитокініни у складі t-РНК. Біологічні тести на цитокініни. Метаболізм цитокінінів в рослинах. Шляхи та локалізація біосинтезу цитокінінів. Розпад. Відщеплення бокового ланцюга та окислення аденіну до сечовини.

Фізіологія дії цитокінінів (ріст, затримка старіння листків, біосинтез амарантину, зняття апікального домінування, атракція поживних речовин, поділ клітин). Механізм дії цитокінінів на молекулярному рівні. Рецепція цитокінінів та трансдукція сигналу. Активація мітотичного циклу цитокінінами.

#### Тема 4. Гібереліни.

Історія відкриття, хімічна природа, вміст в різних частинах рослин, транспорт. Шляхи та ферменти біосинтезу. Утворення геранілгеранілпірофосфату, циклізація до копалілпірофосфату та ент-каурену, окислення ент-каурену до альдегіду гібереліну A12. Розгалуження біосинтезу гіберелінів у рослин після A12-альдегіду. Зв'язок активності і структури гіберелінів. Вільні та кон'юговані форми гіберелінів.

Вплив на ріст, анатомію і морфологію рослин. Фізіологія і регуляція дії гіберелінів. Карликові мутанти. Дія гіберелінів на репродуктивний розвиток рослин. Фотоперіодизм, яровизація, скорочення ювенільного періоду. Переривання спокою. Проростання насіння. Трансдукція сигналу гібереліну. Уявлення про компоненти сигнального ланцюга. Інгібування утворення ент-каурену і стеролів ретардантами росту. Використання гіберелінів в практиці.

## **Розділ 2. Абсцизини. Етилен. Брасиностероїди. Жасмонова кислота. Поліпептидні гормони. Інші регулятори росту рослин.**

### **Тема 5. Абсцизини.**

Історія відкриття. Хімічна природа абсцизинів: молекулярна будова абсцизової кислоти та її ізомерів (S- та R-АБК, транс,транс- та цис,транс-форми), ксантоксина. Біосинтез АБК, прямий і непрямий (каротиноїдний) шляхи. Регуляція біосинтезу. Катаболізм шляхом кон'югації та глікозилювання та його регуляція.

Фізіологічна дія АБК: швидкі та повільні реакції рослин. Закривання продихів, обмін води. Вплив АБК на функціонування іонних каналів замикаючих клітин. Зміна інтенсивності фотосинтезу, росту під впливом АБК. Адаптація до факторів стресу. Спокій бруньок та насіння. Механізми входження насіння у стан фізіологічного спокою. Опад черешків, гравітропізм коренів. Регуляція дозрівання насіння: синтез запасних білків, LEA-білків, надбання стійкості до висихання, входження у стан спокою. Молекулярні механізми дії АБК. Трансдукційні сигнали, цис-активні елементи, транс-активні (транскрипційні) фактори.

### **Тема 6. Етилен.**

Відкриття етилену, як регулятора фізіологічних процесів рослин, та його властивості. Вміст у рослинному організмі. Шлях біосинтезу з метіоніну через S-аденозілметионін та аміноциклопропанкарбовону кислоту (АЦК). Синтаза АЦК та оксидаза АЦК — ключові ферменти біосинтезу етилену. Регенерація метіоніну з метилтіоаденозину (метіоніновий цикл). Регуляція біосинтезу етилену.

Участь етилену в процесах росту і розвитку рослин. Трійна реакція проростків на дію етилену. Значення етилену у проростанні насіння. Утворення кореневих волосків. Регуляція дозрівання плодів, вплив на старіння і опадання органів. Роль етилену в рухових реакціях. Взаємозв'язок етилену з іншими фітогормонами. Роль етилену в реакціях проти патогенів та ранового пошкодження. Рецептори етилену та їх різноманітність. Компоненти трансдукції етиленового сигналу. Особливості внутрішньоклітинного сигналу етилену. Етрел (гідрел) — синтетичний аналог етилену, його застосування в практиці рослинництва. Використання мутантів по етиленовому сигналу у декоративному господарстві.

### **Тема 7. Брасиностероїди.**

Хімічна природа, шляхи синтезу та вміст у рослині. Фізіологічна дія: прискорення процесів росту (специфічний біотест на проростки квасолі) та фотосинтезу. Утворення ксилемних елементів. Підвищення стійкості. Взаємозв'язок з активуючими фітогормонами, схожість дії та індивідуальні шляхи трансдукції сигналу.

### **Тема 8. Жасмонати.**

Хімічна будова, оптична ізомерія. Вміст та розподіл жасмонатів у рослині у різні стадії онтогенезу. Синтез жасмонової кислоти. Фізіологічна дія: морфогенез та захист. Значення антагонізму з АБК у проростанні насіння. Синтез вегетативних запасних білків (VSPs). Пригнічення синтетичної активності: старіння та антистресова дія.

### **Тема 9. Поліпептидні гормони.**

Відкриття системіну — першого відомого поліпептидного гормону рослин. Значення системіну у розвиненні індукованої системної стійкості. Синтез та процесінг системіну. Інші поліпептидні гормони, що ідентифіковані методом прямого пошуку за біологічною дією: фітосульфокіни та RALF.

### **Тема 10. Інші регулятори росту рослин. Взаємодія фіторегуляторів**

Саліцилова кислота — системний регулятор стійкості. Шляхи синтезу саліцилової кислоти та утворення кон'югатів. Транспорт та його значення у формуванні системної стійкості. Функції саліцилової кислоти. Індукований синтез та механізм дії саліцилової кислоти. Стриголактони. Дія на проростання насіння рослин-паразитів. Вплив стриголактонів на розгалуження арбускулярної мікоризи. Стриголактони та ріст бокових пагонів (апикальне домінування та транспорт ауксину). Екзогенні природні регулятори. Фузикоцин.

Узагальнення уявлень про взаємодію фітогормонів. Вплив на синтез гормонів та взаємодія компонентів ланцюга трансдукції сигналу. Адитивність, синергізм, антагонізм.

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	пр	лаб	інд	ср		л	пр	лаб	інд	ср
<b>Розділ 1. Значення фітогормонів в життєдіяльності рослин. Ауксини. Цитокініни. Гібереліни.</b>												
Тема 1. Фітогормони в системі регуляції рослин та їх властивості.	3	1	0			2	4,5	0,5	0			4
Тема 2. Ауксини	10	2	2		2	4	8,5	0,5	0,5		2	5
Тема 3. Цитокініни	10	2	2		2	4	8,5	0,5	1		2	5
Тема 4. Гібереліни	10	2	2		2	4	8,5	0,5	1		2	5
Разом за розділом 1	33	7	6		6	14	30	2	2,5		6	19
<b>Розділ 2. Абсцизова кислота. Етилен. Брасиностероїди. Жасмонова кислота. Поліпептидні гормони. Інші регулятори росту рослин</b>												
Тема 5. Абсцизова кислота	9	2	2		2	3	8,5	0,5	0,5		2	5
Тема 6. Етилен	7	2	1		1	3	7,5	0,5	0,5		1	4
Тема 7. Брасиностероїди	7	1	1		2	3	7,5	0,5	0,5		2	5
Тема 8. Жасмонати	6	1	1		1	3	6	0,5	0,5		1	4
Тема 9. Поліпептидні гормони	4	1	1		2	0	7	0	0,5		2	5
Тема 10. Інші регулятори росту рослин. Взаємодія фіторегуляторів	14	2	4		6	2	8,5	0	1		6	3
Разом за розділом 2	47	9	10		14	14	45	2	3,5		14	26
Підготовка до підсумкового контролю	10					10	15					15
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>20</b>	<b>38</b>	<b>90</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>20</b>	<b>60</b>

## 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Методи виділення та ідентифікації рослинних гормонів.	2	0
2	Участь рiстактивууючих гормонiв у процесах росту та розвитку рослин.	4	2,5
3	Фiзiологiчна дiя iнгiбiторiв росту природного та штучного походження на рiзні процеси рослинного органiзму.	3	1
4	Фiзiологiчна активнiсть «некласичних» груп фiтогормонiв. Полiпептидні гормони. Системiни	3	1,5
5	Гормональна система як сiтка мiж сигнальними шляхами рiзних гормонiв.	4	1
	<b>Разом</b>	<b>16</b>	<b>6</b>

## 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Фітогормони у системі регуляції рослин. Властивості фітогормонів.	2	4
2	Ауксини. Структура, біосинтез, транспорт та фізіологічна активність.	1	2
3	Рецепція та внутрішньоклітинний механізм ауксинового сигналу.	2	2
4	Синтетичні аналоги ауксинів та їх використання.	1	2
5	Цитокініни. Структура, біосинтез, транспорт та фізіологічна активність.	2	2
6	Рецепція та внутрішньоклітинний механізм цитокінінового сигналу.	2	3
7	Гібереліни. Структура, біосинтез, транспорт та фізіологічна активність.	1	2
8	Рецепція та внутрішньоклітинний механізм гіберелінового сигналу.	2	3
9	Абсцизова кислота. Структура, біосинтез, транспорт та фізіологічна активність.	1	2
10	Рецепція та внутрішньоклітинний механізм сигналу АБК.	2	3
11	Етилен. Структура, біосинтез та фізіологічна активність.	1	2
12	Рецепція та внутрішньоклітинний механізм сигналу етилену.	2	2
13	Рецепція та внутрішньоклітинний механізм брасиностероїдного сигналу.	3	5
14	Жасмонати. Структура, біосинтез, транспорт та фізіологічна активність. Рецепція та внутрішньоклітинний механізм сигналу жасмонатів.	3	4
15	Фітосульфокіни. Стриголактони. Структура та фізіологічна активність.	3	7
16	Підготовка до підсумкового контролю	10	15
17	Виконання індивідуального завдання	20	20
	<b>Разом</b>	<b>58</b>	<b>80</b>

## 6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання виконуються у вигляді реферату. Спочатку студент за своїм бажанням обирає одну із запропонованих тем рефератів з курсу. Опрацювавши достатню кількість літературних джерел, ознайомившись з основною інформацією за темою студент оформлює та здає на перевірку реферативну роботу.

### Структура реферативної роботи:

Вступ може займати обсяг від одного абзацу до сторінки. Головна мета вступу – ввести у суть проблеми, обґрунтувати вибір теми, її актуальність та важливість.

Основна частина – це викладання основних концепцій, положень, аспектів теми реферату, які є у літературних джерелах. Перед написанням основної частини необхідно чітко визначитись з назвами розділів та підрозділів, побудувати логічний ланцюг викладення реферативного матеріалу. Обов'язково по ходу викладання матеріалу робити зноски на авторів та літературні джерела, які використовуються у роботі (вказуються у квадратних дужках як номер джерела у списку літератури).

Висновки – у стислій формі приводяться загальні висновки за темою реферату, також викладається погляд автора на проблему та шляхи її вирішення.

## Орієнтовні теми реферативної роботи

1. Регулятори росту та розвитку рослин у агротехнологіях – синтетичні аналоги класичних груп фітогормонів, їх використання та практичне значення.
2. Фенольні інгібітори: синтез та роль у життєдіяльності рослин, використання у агротехнологіях.
3. Стриголактони: структура та фізіологічна дія.
4. Фузикокцин.
5. Взаємодія фітогормонів у регуляції спокою рослин.
6. Участь різних груп фітогормонів у регуляції проростання рослин.
7. Гормональна регуляція процесу цвітіння рослин.
8. Клітинні метаболіти та їх практичне використання для захисту рослин.
9. Десіканти, дефоліанти та ретарданти: їх вплив на процеси росту та розвитку рослин.
10. Основні індуктори імунітету рослин (природні та їх синтетичні аналоги), що використовують у агротехнологіях.

## 7. Методи контролю

**Самоконтроль.** Методичні посібники з відповідних розділів курсу містять завдання для самопідготовки і самоконтролю, які студенти можуть здійснювати, використовуючи підручники під час вирішення завдань.

**Поточний контроль.** Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

- *усне опитування*: здійснюється впродовж семінарських занять з метою контролю засвоєння теоретичних положень щодо теми, яка обговорюється;
- *довідь*: призначена для контролю та формування здатності студентів узагальнювати набуті знання та отриману самостійно інформацію за обраної темою з даного курсу.

**Підсумковий контроль.** Екзаменаційна робота у письмовій формі.

## 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання										Екзамен	Сума		
Розділ 1				Розділ 2								Індивідуальне завдання (реферат)	Разом
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	20	60	40	100
2	5	5	5	5	5	3	3	3	4				

T1, T2 ... - теми розділів

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

## 9. Рекомендована література

Ілюстративний матеріал – таблиці, схеми, відео- та фотоматеріали, електронні презентації матеріалів лекцій, тези лекцій для студентів заочного відділення. Бібліотечний фонд кафедри.

### Базова

1. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход. — М., 1985.-297 с.
2. Джамеєв В. Ю. Механізми рецепції та внутрішньоклітинного сигналіngu у рослин: навчальний посібник / В. Ю. Джамеєв. — Х. : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. — 208 с.
3. Кулаєва О.Н. Восприятие и преобразование гормонального сигнала у растений. К



материалам международного симпозиума // Физиология растений. — 1995. — т. 42, №5. — С. 661-671.

4. Медведев С. С. Физиология растений: учебник. — СПб. : БХВ-Петербург, 2012. — 512 с.: ил. — (Учебная литература для вузов)
5. Медведев С.С., Шарова Е.И. Биология развития растений. В 2-х томах. Т.1. Начала биологии развития растений. Фитогормоны: Учебник. – СПб.: Издательство С.- Петерб. ун-та, 2011. – 253с.
6. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. — М.: Наука, 2002. — 294 с.

#### **Допоміжна**

1. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. — К.: Основа, 2010. — 352.
2. Кулаева О.Н., Кузнецов В.В. Новейшие достижения и перспективы в области изучения цитокининов // Физиология растений. – 2002. – Т. 49, №4. – С. 1–15.
3. Кулаева О.Н. Цитокинины, их структура и функции. — М., 1973. — 264 с.
4. Муромцев Г.С., Агнестикова В.Н. Гиббереллины. — М., 1984. — 207 с.
5. Полевой В.В. Фитогормоны. — Л., 1982.
6. Природный ингибитор роста растений - абсцизовая кислота / В.И. Кефели и др. — М., 1989.
7. Романов Г.А., Медведев С.С. Ауксины и цитокинины в развитии растений // Физиология растений. – 2006. – **53**, №2. – С. 309-319.
8. Романов Г.А. Рецепторы фитогормонов // Физиология растений. – 2002. – **49**, №4. – С. 615-625.
9. Чайлахян М.Х., Хрянины В.Н. Пол растений и его гормональная регуляция. — М., 1982. — 145 с.

#### **10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення**

1. <http://fizrast.ru/>
2. <http://ellibrary.ru/>
3. <http://molbiol.ru/>
4. Мультимедійні презентації до лекційного курсу.

### Контрольні питання з курсу «Сучасна фітогормонологія»

1. Охарактеризуйте метаболічну, мембранну та генетичну систему регуляції.
1. Особливості трофічної регуляції.
2. Значення гормональної системи регуляції для багатоклітинних
3. рослинних організмів?
4. Основні класи фітогормонів.
5. Чи є чітка межа між гормонами, які стимулюють чи гальмують ріст рослин?
6. Охарактеризувати загальні принципи виділення фітогормонів із рослин: фіксація, методи екстракції та розділення фітогормонів
7. Які типи гормонів мають подібні етапи в процесі їхнього біосинтезу? Яке
8. це має фізіологічне значення?
7. Основні прояви фізіологічної дії ауксинів.
8. Транспорт ауксинів по рослині.
9. Вплив ІОК через геномну систему на синтез білків, що визначають ріст.
10. Рецептори ауксинів, передача сигналу та транскрипційні фактори ауксинового сигналу.
9. Основні прояви фізіологічної дії цитокінінів.
10. Шляхи біосинтезу цитокінінів, їх розпад.
11. Рецепція і трансдукція цитокінінового сигналу.
12. Активація мітотичного циклу цитокінінами.
13. Хімічна природа гіберелінів.
14. Основні прояви фізіологічної дії гіберелінів.
15. Дія гіберелінів на репродуктивний розвиток рослин.
16. Рецепція і трансдукція сигналу гіберелінів.
17. Використання гіберелінів в практиці рослинництва.
18. Основні прояви фізіологічної дії абсцизової кислоти.
19. Синтез АБК.
20. Фізіологічна дія АБК: швидкі та повільні реакції рослин.
21. Рецепція і трансдукція сигналу АБК.
22. Механізми продигової реакції АБК.
23. АБК як стресовий фітогормон.
24. Фізіологічна активність оксиліпінів.
25. Участь етилену в процесах росту і розвитку рослин.
26. Синтез етилену у рослин.
27. Рецепція і трансдукція сигналу етилену.
28. Етиленпродуценти, їх практичне використання.
29. Хімічна природа брасиностероїдів.
30. Шляхи синтезу брасиностероїдів та їх вміст у рослині.
31. Рецепція і трансдукція сигналу брасиностероїдів.
32. Брасиностероїди як індуктори стійкості рослин до стресорів.
33. Хімічна природа і синтез жасмонової кислоти.
34. Рецепція і трансдукція сигналу жасмонату.
35. Роль транскрипційного фактора JIN1/MYC2 у реалізації ефектів жасмонової кислоти.
36. Жасмонова кислота і системін. Функціональні зв'язки.
37. Синтез саліцилової кислоти у рослин.
38. Трансдукція сигналу саліацилової кислоти.
39. Роль саліцилової кислоти у стійкості рослин до біотичних і абіотичних стресів.
40. Функціональна взаємодія брасиностероїдів і саліцилової кислоти.
41. Адитивність, синергізм і антагонізм у реалізації ефектів фітогормонів.