НАЦІОНАЛЬНИЙ БОТАНІЧНИЙ САД ІМЕНІ М.М.ГРИШКА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор НБС імені М.М.Гришка
НАН України
чл.-кор. НАН України
доктор біологічних наук, професор
_____ Н.В. Заіменко
“ 27 ” _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БІОХІМІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН. ІМУНОЛОГІЯ

Рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)
Галузь знань – 09 Біологія
Спеціальність – 091 «Біологія та біохімія»
Форма навчання денна та заочна

Київ – 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **«Біохімія і фізіологія рослин. Імунологія.**

(назва навчальної дисципліни)

для аспірантів зі спеціальності 091 «Біологія та біохімія».

Розробник: д.б.н., професор, чл.-кор. НАН України **Заіменко Наталія Василівна**

Робоча програма затверджена на засіданні вченої ради
Національного ботанічного саду імені М.М.Гришка НАН України

Протокол від "29" 05 2019 року № 9

Робочу програму пролонговано вченою радою НБС імені М.М.Гришка НАН України:

№ з/п	Навчальні роки	Протокол №	Дата протоколу	Голова вченої ради	
				ПІП	підпис
	20 22 /20 23	8	27.06.2023	Н.В. Заіменко	
	20____/20____				
	20____/20____				
	20____/20____				

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 3</td><td>Галузь знань
<u>09 „Біологія”</u></td><td colspan="2">Вибіркова
(за вибором аспіранта)</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 3</td><td rowspan="2">Спеціальність (професійне спрямування):
<u>091 «Біологія»</u></td><td colspan="2">Рік підготовки 1, 2</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td><td colspan="2">Семестри 2, 3, 4</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4
самостійної роботи студента – 5</td><td rowspan="9">Освітньо-науковий рівень (аспірантура)</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>20 год.</td><td>20 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>20 год.</td><td>20 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>50 год.</td><td>50 год.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: поточний, екзамен</td></tr>
</table>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета. Оволодіння сучасними науковими знаннями про механізми фотосинтетичного метаболізму, окисно-відновних процесів та адаптації рослин до стрес-факторів.

Завдання: Вивчення еколого-фізіологічних і біохімічних особливостей вищих рослин в умовах природних і штучних екосистем, опанування методологією експериментів у галузі фізіології, біохімії та імунології.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен **знати:**

- спектр актуальних проблем сучасної фізіології, у т. ч. особливості функціонування фотосинтетичного апарату та окисно-відновних процесів;
- основні механізми фізіології живлення рослин;
- особливості розподілу асимілятів в органах рослин за різних абіотичних і біотичних чинників;
- внесок вторинних метаболітів у процеси росту, розвитку та адаптації рослин;
- фізіологічні функції фітогормонів та їх значення в регуляції онтогенезу рослин.

Аспірант повинен **вміти:**

- планувати і проводити модельні та вегетаційні експерименти по вивченню впливу абіотичних і біотичних чинників на фізіолого-біохімічні процеси у рослин різного екоморфотипу;
- досліджувати фізіологічні механізми мінерального живлення рослин з оцінкою онтогенетичних змін;
- оцінювати внутрішньоклітинні процеси, задіяні в синтезі та розподілі вторинних метаболітів у рослинному організмі;
- розробляти теоретичні основи та практичні засади підвищення стійкості та продуктивності рослин за антропогенного навантаження.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Загальні уявлення про фотосинтез і дихання рослин

Тема 1. *Фотосинтетичний метаболізм як показник функціональної стійкості рослин.*

Фізіолого-біохімічні особливості та абіотичні чинники, що впливають на фотосинтез рослин з метаболізмом по типу САМ, C_3, C_4 і C_2. Різноманітність молекулярних форм каталітичних систем дихання для пристосування рослин до постійних змін довкілля.

Тема 2. *Еколого-фізіологічні особливості рослин різного екоморфотипу.*

Системи розподілу асимілятів у різних органах рослин. Широкий спектр і специфічність метаболічних змін у рослин різного екотипу і морфологічної будови за впливу екзогенних факторів. Координація процесів життєдіяльності рослинних організмів незалежними системами регуляції.

Тема 3. *Роль металів у каталітичній функції ферментів.*

Класифікація і деякі загальні властивості металоензимів. Методичні підходи до вивчення ферментативної активності рослин. Сучасні уявлення про механізм дії металів у ферментативному каталізі. Регуляторні механізми управління метаболітами ферментативного апарату клітини. Шляхи регуляції швидкості ферментативних реакцій в клітині.

Модуль 2. Фізіологічна роль біогенних елементів у забезпеченні життєдіяльності рослин.

Тема 4. *Участь мінеральних елементів у обміні речовин і продуктивності рослин.*

Поглинання, засвоєння і сумісне використання поживних речовин рослинами. Умови мінерального живлення і проблема хлорозу рослин. Онтогенетичні зміни фізіологічних функцій продуктивності та якісних показників у зв’язку з режимом мінерального живлення рослин. Обмін речовин у рослин в умовах порушення співвідношення елементів мінерального живлення.

Тема 5. *Взаємодія коренів і надземних органів у процесах засвоєння мінеральних елементів.*

Зв’язок мінерального живлення з фотосинтезом рослин. Вплив світла та асиміляції вуглекислоти листками на поглинальну спроможність кореневої системи рослин. Взаємозв’язок листкового та кореневого живлення на фітоенергетичній основі. Роль кореневої системи рослин в обміні речовин

листків. Фізіологічне значення різних ярусів коренів у мінеральному живленні рослин.

Тема 6. *Вплив абіотичних чинників у поглинанні біогенних елементів.*

Вплив зовнішніх і внутрішніх умов на добовий ритм поглинання іонів коренями рослин. Мінеральне живлення і електричні явища в рослинах. Роль різних форм мінеральних добрив у стійкості рослин до коливань температури та значень Ph ґрунтового розчину, засолення та посухи. Спроможність рослин поглинати катіони за різних факторів довкілля.

Модуль 3. Лабільні та стабільні адаптаційні механізми рослин.

Тема 7. *Стрес, адаптація та стійкість рослин.*

Специфічні та неспецифічні реакції рослин на стрес. Фази стресової реакції, її фізіологічне значення. Молекулярні механізми стійкості фотосинтетичного апарату до дії стресу. Основні сигнальні системи рослинних клітин та їхнє функціонування. Регуляція експресії генів за дії стресів.

Тема 8. *Поліфункціональне значення продуктів вторинного метаболізму.*

Роль вторинних метаболітів у процесах росту, розвитку та адаптації рослин. Внутрішньоклітинні процеси, що забезпечують стабільність і життєспроможність рослинного організму. Синтез і розподіл вторинних метаболітів у рослинному організмі. Значення вторинних метаболітів рослин за умов стресу. Участь вторинних метаболітів в регуляції міжвидових зв’язків на екосистемному рівні.

Тема 9. *Фізіологічні функції фітогормонів та їх роль в регуляції онтогенезу рослин.*

Гормональний статус рослин за дії абіотичних і біотичних чинників. Гормональна регуляція росту та розвитку рослин. Участь фітогормонів як хімічних месенджерів у системному контролі онтогенетичного розвитку рослинних організмів. Роль сигнальних молекул в репрограмуванні генетичного апарату.

Тема 10. *Мікробний синтез фітогормонів та його фізіологічне значення у взаємодії мікрофлори з рослиною.*

Механізми біосинтезу фітогормонів та їхнє функціональне значення для мікроорганізмів. Фітогормони як посередники в комунікації між рослиною-господарем і його мікрофлорою. Синтез фітогормонів мікроорганізмами з позиції індукції стійкості рослин до збудників хвороб. Мікроорганізми-продуценти фітогормонів у структурно-функціональній організації природних і штучних біогеоценозів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
Змістовий модуль 1. Загальні уявлення про фотосинтез і дихання рослин												
Тема 1. Фотосинтетичний метаболізм як показник функціональної стійкості рослин.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 2. Еколого-фізіологічні особливості рослин різного екоморфотипу.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 3. Роль металів у каталітичній функції ферментів.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Змістовий модуль 2. Фізіологічна роль біогенних елементів у забезпеченні життєдіяльності рослин												
Тема 4. Участь мінеральних елементів у обміні речовин і продуктивності рослин.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 5. Взаємодія коренів і надземних органів у процесах засвоєння мінеральних елементів.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 6. Вплив абіотичних чинників у поглинанні біогенних елементів.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Змістовий модуль 3. Лабільні та стабільні адаптаційні механізми рослин												
Тема 7. Стрес, адаптація та стійкість рослин.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 8. Поліфункціональне значення продуктів вторинного метаболізму.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 9. Фізіологічні функції фітогормонів та їх роль в регуляції онтогенезу рослин.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 10. Мікробний синтез фітогормонів та його фізіологічне значення у взаємодії мікрофлори з рослиною.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Усього годин	90	20	20	-	-	50	90	20	20	-	-	50

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи дослідження фотосинтетичної активності рослин різного екоморфотипу	4
2	Методичні підходи до вивчення ферментативної активності рослин	4
3	Методи визначення вмісту хімічних елементів у ґрунтах і рослинах із залученням емісійної спектроскопії	4
4	Візуальна діагностика дефіциту та надлишку елементів мінерального живлення у рослин	4
5	Оцінка чисельності ґрунтових мікроорганізмів та визначення коефіцієнту мінералізації - іммобілізації	4

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Актуальні напрями досліджень фотосинтетичного метаболізму рослин. Різноманітність молекулярних форм каталітичних систем дихання для адаптації рослин до стрес-факторів.	5
2	Розподіл асимілятів в органах рослин різного екоморфотипу. Вплив абіотичних чинників на процеси життєдіяльності рослинних організмів.	5
3	Сучасні уявлення про механізм дії металоензимів. Регуляторні механізми управління ферментативними реакціями в клітині.	5
4	Обмін речовин у рослин за умов порушення співвідношення елементів мінерального живлення. Механізми поглинання біогенних елементів.	5
5	Взаємозв’язок листкового та кореневого живлення на фотоенергетичних засадах. Антогонізм та синергізм елементів при надходженні до рослин.	5
6	Добовий ритм поглинання іонів коренями рослин за коливання температури, значень pH ґрунтового розчину, засолення та посухи.	5

7	Специфічні та неспецифічні реакції рослин на дію стрес-факторів. Молекулярні механізми стійкості фотосинтетичного апарату.	5
8	Роль вторинних метаболітів та їх значення у регуляції міжвидових зв'язків на екосистемному рівні.	5
9	Гормональна регуляція росту та розвитку рослин . Фітогормони – хімічні меседжери онтогенетичного розвитку рослинних організмів.	5
10	Фітогормони як посередники в комунікації між рослиною-господарем і супутньою мікрофлорою. Мікроорганізми – продуценти фітогормонів.	5

7. 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.

8. 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. Підсумковий контроль у формі заліку.

9. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3					
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	Т9	Т10	30	100
5	5	10	5	5	10	5	5	5	10		

Т1, Т2 … Т10 – теми змістових модулів.

10. Шкала оцінювання: національна та ECTS

<table>
<tr><th rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності</th><th rowspan="2">Оцінка ECTS</th><th colspan="2">Оцінка за національною шкалою</th></tr>
<tr><th>для екзамену, курсового проекту (роботи), практики</th><th>для заліку</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>A</td><td>відмінно</td><td rowspan="5">зараховано</td></tr>
<tr><td>80-89</td><td>B</td><td rowspan="2">добре</td></tr>
<tr><td>65-79</td><td>C</td></tr>
<tr><td>55-64</td><td>D</td><td rowspan="2">задовільно</td></tr>
<tr><td>50-54</td><td>E</td></tr>
<tr><td>35-49</td><td>FX</td><td>незадовільно з можливістю повторного складання</td><td>не зараховано з можливістю повторного складання</td></tr>
<tr><td>1-34</td><td>F</td><td>незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни</td><td>не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни</td></tr>
</table>

11. Методичне забезпечення

1. Підручники та навчальні посібники (за списком рекомендованої літератури).
2. Методичні вказівки до лабораторних робіт.
3. Технічні засоби навчання.

12. Рекомендована література

1. Гродзинский Д.М. Адаптивная стратегия физиологических процессов растений/Д.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка. 2013. – 302 с.
2. Колупаєв Ю.Є. Основи фізіології стійкості рослин: Курс лекцій / Ю.Є. Колупаєв. – Х., 2010. – 121 с.
3. Abiotic Stress Responses in Plants/Editor(s): P. Ahmad, M.N.V. Prasad. – Springer, New York, NY, 2012. – 473 p. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0634-1.
4. Oxidative Damage to Plants: Antioxidant Networks and Signaling / Editor: P. Ahmad. – Academic Press, 2014. – 635 p. https://doi.org/10.1016/C2013-0-06923-X.

5. Priming-Mediated Stress and Cross-Stress Tolerance in Crop Plants / Editor(s): M. A. Hossain, F. Liu, D. J. Burritt, M. Fujita, B Huang. – Academic Press, 2020. – 362 p. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817892-8.00001-5.

6. Приседський Ю. Г. Фотосинтез. Методичний посібник з виконання лабораторних робіт та самостійної роботи / Ю. Г. Приседський. – Вінниця: ДонНУ, 2016. – 68 с.

7. Roy, R.N.; Finck, A.; Blair, G.J.; Tandon, H.L.S. (2006). "Chapter 3: Plant nutrients and basics of plant nutrition". Plant nutrition for food security: a guide for integrated nutrient management (PDF). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. pp. 25–42. Retrieved 20 June 2016.

8. Barker, AV; Pilbeam, DJ (2015). Handbook of Plant Nutrition. (2nd ed.). CRC

Press. Retrieved 5 June 2016.

9. "Silicon nutrition in plants" (PDF). Plant Health Care, Inc.: 1. 12 December 2000. Retrieved 1 July 2011.

10. Прядкина Г.А., Шадчина Т.М., Стасик О.О., Киризий Д.А. Фотосинтез. – Т. 3: Фотосинтез и продуктивность растений. К.: Логос, 2014. – 480 с.

11. Киризий Д.А. Монографії Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. К.: Логос, 2004. – 192 с.

12. Фізіологія рослин: навч. посібник / В.П. Бессонова, С.О. Яковлєва-Носарь. – Д.: Свідлер А.Л., 2014. – 596 с.

13. Інформаційні ресурси

Інтернет ресурс http://www.plantmineralnutrition.net

Інтернет ресурс http://www.ncbi.nlm.nih.gov

Інтернет ресурс https://plantae.org

Інтернет ресурс https://sci-hub.se/

14. Питання для підготовки до екзамену

1. Фотосинтез і розвиток рослин різного екоморфотипу в аспекті донорно-акцепторних відносин.
2. Механізми регуляції процесів синтезу ферментів і функціонування ферментативних систем.
3. Загальні відомості про регуляторні механізми ферментативних реакцій.
4. Роль металів у каталітичній функції ферментів.
5. Поняття про імунологію.

6. Бар’єрний та безбар’єрний ефект надходження хімічних елементів до рослинних організмів.
7. Антагонізм і синергізм у взаємодії іонів та шляхи оптимізації систем мінерального живлення рослин.
8. Механізми адаптації рослин до абіотичних і біотичних стрес-чинників.
9. Фізіолого-біохімічні механізми, що забезпечують посухостійкість та жаро-, холодо- і морозостійкість рослин.
10. Актуальні наукові проблеми в питаннях стійкості рослин.
11. Вторинні метаболіти та їх роль у системах адаптації і захисту рослин.
12. Спеціалізовані клітини, просторова організація і поліфункціональність секреторних систем рослин.
13. Роль сигнальних систем у формуванні адаптивних реакцій рослин.
14. Фітогормони у системному контролі онтогенетичного розвитку організмів.
15. Мікроорганізми продуценти фітогормонів з позиції індукції стійкості рослин до збудників хвороб.