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
“ 29 ” _____ 2019 р.

Національна академія наук України
Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка
м. Київ
Ідентифікаційний код
05417228

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ БІОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ

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

Київ – 2019 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **«Структурно-функціональна організація біологічних об'єктів**
(назва навчальної дисципліни)
для аспірантів спеціальності 091 «Біологія»

Розробник: д.б.н., с.н.с., завідувачка відділу **Буюн Людмила Іванівна**

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
	2021/2022	9	10.06.21	Н.В. Заіменко	
	2022/2023	5	12.05.22	Н.В. Заіменко	
	2023/2024	8	27.06.23	Н.В. Заіменко	
	20____/20____				

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	**Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень**	**Характеристика навчальної дисципліни**	
		денна форма навчання	**заочна форма навчання**
Кількість кредитів – 3	Галузь знань **09 «Біологія»** (шифр і назва)	Вибіркова (за вибором аспіранта)	
Змістових модулів – 3	Спеціальність (професійне спрямування): **091 «Біологія»**	**Рік підготовки 1, 2**	
Загальна кількість годин – 90		**Семестр 2, 4, 4**	
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 5	Освітньо-науковий рівень (аспірантура)	20 год.	20 год.
		Практичні, семінарські	
		20 год.	20 год.
		Самостійна робота	
		50 год.	50 год.
		Вид контролю: поточний, залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: досягнення розуміння аспірантами особливостей будови, хімічного складу та функцій рослинних клітин, тканин, органів та організмів у цілому, усвідомлення взаємозв'язку між фундаментальними принципами структурно-функціональної організації рослинного організму як системи та виконанням ним своїх функцій за різних умов існування.

Завдання:

- сформувати у аспірантів теоретичне підґрунтя для усвідомлення того, що морфогенез, структура та розмір багатоклітинних рослинних організмів – результат процесів координації, проліферації та диференціації клітин різних типів зі специфічними функціями;

- забезпечити отримання аспірантами теоретичних знань щодо зв'язку структури рослинного організму, фізіолого-біохімічних функцій та метаболічних систем у рослині, регуляції фізіологічних функцій у системі цілісного організму, зміни на різних рівнях організації за дії різних чинників навколишнього середовища (у т.ч. змін клімату);

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

- орієнтуватись у теоретико-методологічних проблемах досліджень структурних та функціональних рівнів фіторізноманіття, реакції рослин на різні форми стресу на різних рівнях організації: рослинної клітини, тканини, цілісного організму;
- бездоганно володіти понятійним апаратом у межах навчальної дисципліни;
- мати цілісне уявлення про особливості будови, хімічного складу рослинних клітин, тканин, органів та організмів, функціонування основних фізіологічних систем рослинного організму та механізми забезпечення життєдіяльності рослин в умовах нестабільного навколишнього середовища.

Аспірант повинен **уміти:**

- застосовувати сучасні уявлення про структурно-функціональну організацію насінини як структурної одиниці відтворення, розмноження і дисперсії для планування та опрацювання методів штучного розмноження інтродуцентів при збереженні за умов *ex situ*;

- самостійно ставити завдання з дослідження найактуальніших проблем збереження біорізноманітності з використанням сучасних методів дослідження структури рослини (СЕМ, світлова мікроскопія, конфокальна мікроскопія, рентгенівський мікроаналіз);

- креативно розв’язувати методологічні проблеми та проблеми методичного характеру;

- створювати дизайн експерименту морфолого-анатомічного, біохімічного та фізіологічного спрямування, забезпечувати його практичне виконання, проводити аналіз отриманих даних з метою виявлення реакції рослин на зміну абіотичних чинників;

- застосовувати результати морфологічних (в т.ч. мікроморфологічних) досліджень, даних із кількісної анатомії для вирішення таксономічних та філогенетичних проблем, при вивченні впливу змін клімату, дії різноманітних чинників (низької та високої температур, різного рівня освітленості) на рослини.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Структура та основні функції рослинного організму

Тема 1. *Концептуальне значення взаємозв'язку "структура/функція" при дослідженні рослинного організму.*

Зв’язок між структурою та функцією − центральна та наскрізна концепція науки та техніки.

Визначення термінів "структура" та "функція"; різні погляди на концепцію взаємозв'язку *"структура/функція".* Базові одиниці структури, які визначають функцію всього рослинного організму. Структура спорофіта судинної рослини: клітини, тканини, органи. Методи дослідження структури та функцій рослинного організму. Функції рослинного організму на різних структурних рівнях організації (молекулярному, клітинному, тканинному, організмовому).

Тема 2. *Клітина — основна структурно-функціональна одиниця живих організмів.*

Клітинна оболонка, протопласт. Клітинні включення. Спеціалізація рослинних клітин за функціями. Основні складові клітинної стінки: целюлоза, геміцелюлоза, лігнін та пектин. Методи дослідження клітинної оболонки. Морфогенез, структура та розмір багатоклітинних рослинних організмів – результат процесів координації, проліферації та диференціації клітин різних типів зі специфічними функціями**.** Тотипотентність рослинних клітин.

Тема 3. *Структурно-функціональна організація поверхонь надземних органів рослин.*

Епідерміс. Походження епідермісу. Основні типи епідермальних клітин. Будова та типи продихових комплексів**.** Класифікації типів продихових комплексів. Продихові "кластери". Нектарники: флоральні, екстрафлоральні. Кутикула – біополімер кутину та епікутикулярних восків. Трихоми – спеціалізовані епідермальні клітини. Ієрархічні рівні організації структури поверхні органів рослини: первинний, вторинний, третинний, четвертинний. Мікроморфологія поверхні листка як поліфункціональної поверхні розподілу між рослиною та середовищем. Структура епідерми як біологічний маркер адаптаційної здатності рослин у контексті змін клімату та при зміні умов *in vitro→ ex vitro.* Біоміметики.

Модуль 2. Структура та функція репродуктивних органів покритонасінних: екологічні та еволюційні аспекти

Тема 4. *"Запилювальні синдроми" як приклад зв'язку між структурою та функцією у рослин*.

Еволюція концепцій «запилювального синдрому». Основні типи «запилювальних синдромів», їх визначення. Конкретні приклади мелітофілії, кантарофілії, міофілії, орнітофілії, сфінгофілії, мелітофілії. Прогностичне значення інформації про «запилювальні синдроми» при опрацюванні методів розмноження рослин за умов інтродукції. Вплив змін клімату на ефективність запилення.

Тема 5. *Структурно-функціональна організація насінини як одиниці розмноження та дисперсії.*

Морфометрія насінин. Структура насінини та її проростання. Різноманітність структури насінини покритонасінних та значення насінної оболонки. Зародок, ендосперм, насінна оболонка (теста). Спокій насінини. Типи та механізми спокою. Первинний, вторинний спокій. Класифікація типів спокою: фізіологічний спокій; морфологічний спокій; морфофізіологічний спокій; фізичний спокій; комбінований тип спокою. Еволюція структури насінини та типів спокою. Механізми дисперсії насіння.

Тема 6. *Морфологічні, екологo-фізіологічні особливості насіння та життєві стратегії рослин*.

Розмір насінини та репродуктивний потенціал виду. Фізіолого-біохімічні, структурні/ультраструктурні особливості насінин різних груп: екологічний, еволюційний, філогенетичний аспекти. Структура насінної оболонки (первинна та вторинна). Мікроморфологічні особливості насінної оболонки та їх екологічна інтерпретація**.** Структурна диверсифікація насінин та їх екологічна спеціалізація. Мікроспермія.

Модуль 3. Механізми адаптації рослин до змін зовнішнього середовища

Тема 7. *Фенотипова пластичність вегетативних органів рослинного організму: ключова роль в адаптації організмів до мінливих умов навколишнього середовища*.

Роль фенотипової пластичності у виживанні рослин як "сидячих організмів".

Флуктуаційна асиметрія. Оцінка рівня ФА: встановлення ступеня впливу стресового чинника на рослину. Гетерофілія. Гідрофіти. Фенотипові зміни вегетативних органів за різних умов зростання (температура, рівень опадів, освітленість, флуктуація рівня CO_2, висота над р.м.). Анатомо-морфологічні та фізіолого-біохімічні маркери реакції рослин на зміну

середовища існування. Роль системи антиоксидантного захисту. Біомоніторинг.

Тема 8. *Фенотипова пластичність генеративних органів рослинного організму.*

Синхронізація фаз розвитку репродуктивних структур із зовнішніми чинниками: фенологія, експресія статі, дихогамія. Вплив «архітектурного» ефекту в межах суцвіття рослини (форма та функція квіток) на ефективність репродукції.

Впив запилення на тривалість цвітіння квітки. Програмована смерть клітин у флоральних органах. Типи програмованої смерті клітин у рослин (PCD, programmed cell death). ПСК у онтоморфогенезі клітки та плоду.

Тема 9. *Адаптація рослин за умов водного дефіциту*: *структурні та фізіологічні аспекти.*

Структурні та фізіологічні реакції рослинного організму на стрес, індукований водним дефіцитом: морфологічні зміни, фізіолого-біохімічні реакції. Біомаркери стресу у рослин: збільшення вмісту активних форм кисню (АФК), пероксидне окиснення ліпідів, вихід з клітин електролітів (показник проникності мембран), інтенсивність катаболічних процесів, швидкість синтезу білка, синтез стресових білків, активність антиоксидантних систем, зміни фітогормонального балансу, ефективність дихання, інтенсивність фотосинтезу, флюоресценція хлорофілу тощо.

Тема 10. *Адаптація рослин до гіпертермії та гіпотермії: структурні зміни та роль антиоксидантної системи.*

Структурна (ультраструктурна) адаптація рослинних організмів до гіпотермії та гіпертермії. Плазмоліз. Біомаркери стресу у рослин: збільшення вмісту активних форм кисню (АФК), пероксидне окиснення ліпідів (ПОЛ). Методи оцінювання рівня стресу (зміна рівнів TBARS, МДА, СОД). Фотосинтез, респірація, транспірація, регуляція осмотичного тиску, активація систем антиоксидантного захисту та експресії білків. Вторинні метаболіти, рослинні гормони, неорганічні кислоти, вуглеводи, амінокислоти: роль у розвитку механізмів толерантності рослин до температурного стресу.

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.
Змістовий модуль 1. Структура та основні функції рослинного організму												
Тема 1. Концептуальний зміст взаємозв'язку "структура/функція" при дослідженні	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5

рослинного організму.												
Тема 2. Клітина — основна структурно-функціональна одиниця живих організмів.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 3. Структурно-функціональна організація поверхні надземних органів рослин.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Змістовий модуль 2. Структура та функція репродуктивних органів покритонасінних: екологічні та еволюційні аспекти												
Тема 4. Запилювальні синдроми" як приклад зв'язку між структурою та функцією у рослин.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 5. Структурно-функціональна організація насінини як одиниці розмноження та дисперсії.	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 6. Морфологічні, еколого-фізіологічні особливості насіння та життєві стратегії рослин	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Змістовий модуль 3. Механізми адаптації рослин до змін зовнішнього середовища												
Тема 7. Фенотипова пластичність вегетативних органів рослинного організму: ключова роль в адаптації організмів до мінливих умов навколишнього середовища	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 8. Фенотипова пластичність генеративних органів рослинного організму	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5
Тема 9. Адаптація	9	2	2	-	-	5	9	2	2	-	-	5

рослин за умов водного дефіциту: структурні та фізіологічні аспекти												
Тема 10. Адаптація рослин до гіпертермії та гіпотермії: структурні зміни та роль антиоксидантної системи	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	Дослідження морфометричних та мікроморфологічних особливостей насінин та пилку (на прикладі представників різних таксономічних груп покритонасінних).	4
2	Методи візуалізації поверхні листка та дослідження його структури.	4
3	Використання ліцензійної програми AxioVision Rel. 4.7 для статистичної обробки даних морфометричних досліджень насінин та анатомо-стоматографічного аналізу листків.	2
4	Застосування концепції "запилювальних синдромів" для прогнозування ефективності репродукції рослин різних таксономічних груп із позицій перспектив інтродукції.	2
5	Методи оцінки розвитку оксидаційного стресу. Маркери стресу.	4
6	Визначення ефективності репродукції у рослин різних систематичних груп та з різними рекомбінаційними системами (системами схрещування) за умов культури	2
7	Дослідження впливу «архітектурного» ефекту в межах суцвіття на ефективність репродукції	2

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Фенотипова пластичність різних органів рослинного організму: ключова роль в адаптації організмів до мінливих умов навколишнього середовища.	6
2.	Особливості адаптації рослин до змін клімату (на різних рівнях організації).	6
3.	Методи дослідження поверхні насінини (світлова,	4

	сканувальна мікроскопія, рентгенівський мікроаналіз).	
4.	Маркери адаптаційної здатності рослин за умов змін клімату.	4
5.	Ультраструктура насінної оболонки як предиктор способу дисперсії насіння.	3
6.	Різні типи "запилювальних стратегій". Конкретні приклади.	2
7.	Механізми подолання рослинами наслідків водного стресу.	2
8.	Фізіологічні стратегії рослин для підвищення продуктивності за умов водного дефіциту.	2
9.	Морфометричні та мікроморфологічні особливості насінин та їх екологічна інтерпретація.	2
10.	Спокій насінин: екофізіологічні та морфологічні аспекти.	2
11.	Використання даних морфометричних та мікроморфологічних досліджень вегетативних та генеративних органів у плануванні інтродукційного експерименту	2
12.	Системи схрещування (рекомбінаційні системи) у рослин. Автогамія, алогамія, гейтоногамія, ксеногамія.	4
13.	Експресія статі у однодомних рослин залежно від впливу зовнішніх чинників. Клейстогамія, хазмогамія.	3
14.	Самонесумісність: структурно-функціональні аспекти.	3
15.	Системи запилення. Статевий поліморфізм. Моноеція. Гінодіеція.	3
16.	Дихогамія. Форми дихогамії (протандрія, протогінія).	2

7. Методи навчання

Буде використано різні методи:

- за джерелом способом сприйняття інформації: словесні – пояснення, дискусія; наочні – демонстрація, ілюстрація;
- за логікою викладу та сприйняття навчального матеріалу – індукція, дедукція; традукція;
- за рівнем пізнавальної активності - пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, проблемний виклад, частково-пошукові, дослідницькі;
- 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), підготовка аспірантами рефератів у форматі самостійної роботи.

Самостійна робота студентів, яка передбачена програмою дисципліни (напр., у форматі реферату), оцінюється під час поточного контролю теми на відповідному занятті.

Підсумковий контроль знань аспірантів здійснюється у формі заліку.

9. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточне тестування та самостійна робота					Підсумковий тест (залік)	Сума
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	20	100
20	10	10	20	20		

Т1, Т2… Т5 - теми змістового модуля

10. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
65-79	C		
55-64	D	задовільно	
50-54	E		
35-49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Підручники та навчальні посібники (за списком рекомендованої літератури).
2. Інтернет-ресурси: вітчизняні та іноземні публікації за профілем змістового модуля.
3. Технічні засоби навчання.
4. Живий та фіксований матеріал для проведення практичних занять.

12. Рекомендована література

1. Arditti, J. and Ghani, A.K.A. Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications. *New Phytologist*, 2000 (145). – P. 367–421.

2. Baskin C.C. Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination / C.C. Baskin, J.M. Baskin. − Academic Press, San Diego, 1998. – 666 p.

3. Блюм Я.Б. Конфокальна мікроскопія у центрі користування унікальними приладами при інституті харчової біотехнології та геноміки НАНУ / Я.Б. Блюм, Я.О. Шеремет, Ю.А. Красиленко, А.І. Ємець // Наука та інновації. Науково практичний журнал – 2009. – Т. 5, №2. – С. 82 – 91.

4. Григора І.М., Якубенко Б.Є, Алейніков І.М. та ін. Ботаніка. Практикум. Навчальний посібник. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. - 196 с.

6. Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Навчально-методичний посібник/ С.М. Зиман, С.Л. Мосякін, О.В. Булах О.В., О.М. Царенко, Л.М. Фельбаба-Клушина. – Ужгород: Медіум, 2004. – 156 с.

7. Кордюм Е.Л., Сытник К.М., Бараненко В.В., Белявская Н.А., Климчук Д.А., Недуха Е.М. 2003. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях. Киев. – С. 277 с.

8. Косаківська І. В. Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів. – К. : Сталь, 2003. – 192 с.

9. Недуха О.М. Гетерофілія у рослин. – К.: Альтерпрес, 2011. – 192 стр.

10. Эверт Р. Ф. Анатомия растений Эзау. Меристемы, клетки и ткани растений: строение, функции и развитие / Р. Ф. Эверт; пер. с англ. под ред. канд. биол. наук А. В. Степановой. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 600 с. : ил.

11. Эзау К. Анатомия семенных растений: В 2-х кн. Пер. с англ. Т.1. – М.: Мир, 1980. – 220 с.9.

12. Эзау К. Анатомия семенных растений: В 2-х кн. Пер. с англ. Т.2. – М.: Мир, 1980. – 558 с.

13. Bargel H., Koch K., Cerman Z, Neinhuis C. Structure-function relationships of the plant cuticle and cuticular waxes – a smart material, *Funct. Plant Biol*. 2006 Oct; 33(10):893-910. doi: 10.1071/FP06139.

14. Bargel H., Barthlott W., Koch K., Schreiber L., Neinhuis C. Plant cuticles: multifunctional interfaces between plant and environment. 2004. In ‘The evolution of plant physiology’. (Eds AR Hemsley, I Poole) pp. 171–194. (Elsevier Academic Press: London).

15. Barthlott W. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nordic Journal of Botany, 1981*. 3, 345–355.

16. Barthlott W. Scanning electron microscopy of the epidermal surface in plants. In ‘Scanning electron microscopy in taxonomy and functional morphology’. (Ed. D Claugher). 1990. pp. 69–94. (Clarendon Press: Oxford).

17. Brewer C.A., Smith W.K., Vogelmann T.K. Functional interaction between leaf trichomes, leaf wettability and the optical properties of water droplets // Plant, Cell & Environment. – 2006. – Vol. 14, Iss. 9. - P 955 – 962.

18. Faegri K., Van Der Pijl L. Principles of Pollination Ecology. 3-rd revised edition. 1979. Pergamon Press: Oxford, New York, Sydney, Paris, Frankfurt.

19. Hesse L., Leupold J., Poppinga S., Wick M., Strobel K., Masselter T., Speck T. Resolving Form–Structure–Function Relationships in Plants with MRI for Biomimetic Transfer, *Integrative and Comparative Biology*, Volume 59, Issue 6, December 2019, Pages 1713–1726, https://doi.org/10.1093/icb/icz051

20. Hetherington AM, Woodward FI. 2003.The role of stomata in sensing and driving environmental change. Nature 424: 901 – 908.

21. Metcalfe, C.R. and Chalk, L. 1957. Anatomy of the Dicotyledons (Leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses). Vol. 1.Oxford University Press, Amen House, London, pp. 79–87.

22. Michael J. What do we mean when we talk about “structure/function” relationships? Advances in physiology education. 2021. Vol. 45, Iss. 4. P. 880-885.

23. Rogers H. J. 2006. Programmed cell death in floral organs: how and why do flowers die? *Annals of botany*, *97*(3), 309–315. https://doi.org/10.1093/aob/mcj051.

24. Rudal Paula J. Anatomy of flowering plants. An introduction to Plant Strucvture and Development Cambridge University Press. 4th edition. 2020.

25. dos Santos, T.B.; Ribas, A.F.; de Souza, S.G.H.; Budzinski, I.G.F.; Domingues, D.S. Physiological Responses to Drought, Salinity, and Heat Stress in Plants: A Review. Stresses 2022, 2, 113 –135. https://doi.org/10.3390/stresses2010009.

26. Patricia Segado, Eva Domínguez, Antonio Heredia, Ultrastructure of the Epidermal Cell Wall and Cuticle of Tomato Fruit (*Solanum lycopersicum* L.) during Development , *Plant Physiology*, Vol. 170, Iss. 2, Pages 935–946, https://doi.org/10.1104/pp.15.01725

27. Zhu Y, Wagner D. Plant Inflorescence Architecture: The Formation, Activity, and Fate of Axillary Meristems. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2020 Jan 2; 12(1):a034652. doi: 10.1101/cshperspect.a034652. PMID: 31308142; PMCID: PMC6942122.

13. Питання для підготовки до заліку

1. Загальнобіологічне значення взаємозв'язку "структура/функція".
2. Структура (морфологія/анатомія) та функції (розвиток, фізіологія, самовідновлення, адаптація, захист від ушкоджень, контроль, кінематика як наслідок "сидячого способу життя") рослинного організму.
3. Основні ієрархічні рівні структурної організації рослинного організму.
4. Структурні та фізіологічні реакції рослинного організму на стрес, індукований водним дефіцитом.
5. Прояви водного дефіциту у рослин.
6. Структурно-функціональні особливості будови поверхні листка представників різних систематичних та біоморфологічних груп (деревні, трав’яні рослини; епіфіти/літофіти/наземні рослини; гігрофіти/мезофіти/сукуленти).
7. Методи дослідження структури рослини.
8. Основні типи "запилювальних синдромів" у рослин.

9. Теорія стресу. Історія дослідження. Основні концепції.
10. Типи структури насінної оболонки; зв'язок з типами дисперсії насінин. Типи спокою: екофізіологічні та морфологічні аспекти.
11. Типи продихового апарату. Визначення основних типів клітин продихового апарату, їх функції.
12. Рослинні гормони, вторинні метаболіти, неорганічні кислоти, вуглеводи, амінокислоти, поліаміни: роль у розвитку механізмів толерантності рослин до стресу.
13. Тенденції змін продихового апарату на зміну температури, рівня зволоження, вмісту CO_2 у повітрі.
14. Мікроморфологія поверхні листка як поліфункціональної поверхні розподілу між рослиною та середовищем.
15. Основні типи фіксації вуглецю у судинних рослин ("трахеофітів").
16. Системи схрещування (рекомбінаційні системи) у рослин. Автогамія, алогамія, гейтоногамія, ксеногамія.
17. Фенотипова пластичність різних органів рослинного організму.
18. Експресія статі у рослин залежно від впливу зовнішніх чинників.
19. Структурно-функціональна організація поверхні надземних органів рослин. Епідерміс. Основні типи та спеціалізація клітин епідермісу.