

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

_____ 2018 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Прикладна біохімія та біотехнологія рослин

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ **перший (бакалаврський)** _____

галузь знань _____ **0401 Природничі науки** _____
(шифр і назва)

напрямок _____ **6.040102 Біологія** _____
(шифр і назва)

освітня програма _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ **за вибором** _____
обов'язкова / за вибором

факультет _____ **біологічний** _____

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

29 серпня 2018 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Авксентьева О.О., кандидат біологічних наук, доцент 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 28 серпня 2018 року, № 1

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

В.Ф. Тимошенко

(підпис)

Програму погоджено методичною комісією біологічного факультету
Протокол від 28 серпня 2018 року, № 1

Голова методичної комісії біологічного факультету

В.В. Мартиненко

(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Прикладна біохімія та біотехнологія рослин» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

_____ перший (бакалаврський) _____

(назва рівня вищої освіти)

напряму _____ 6.040102 Біологія _____

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни — розкриття теоретичних та прикладних основ сучасної біохімії та біотехнології рослин, необхідних для використання у професійній діяльності в галузі біології, біотехнології.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни — отримання студентами теоретичних знань щодо цілісного уявлення про особливості біохімії рослин; різноманітність біохімічних сполук, що є структурною основою рослинного організму; метаболічних систем, які обумовлюють фізіологічні функції; зв'язку первинного та вторинного (спеціалізованого) метаболізмів рослин та прикладних аспектів сучасної біохімії рослин.

1.3. Кількість кредитів — 4

1.4. Загальна кількість годин — 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
7-й	7-й
Лекції	
24 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
8 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
0 год.	0 год.
Самостійна робота	
88 год.	104 год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

- знати основні класи первинного (вуглеводи, азотовмісні сполуки, білки, ліпіди) та вторинного (фенольні сполуки, ізопреноїди, алкалоїди, глікозиди, мінорні сполуки) метаболізму рослин; їх загальну характеристику, класифікацію, основних представників, особливості метаболізму, їх функціональну роль у рослині та практичне використання у сучасних біотехнологіях;

- вміти застосувати теоретичні знання основ біохімії рослин при проведенні наукових досліджень та за умов виробничої діяльності.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Вступ. Предмет біохімії рослин. Особливості рослинних організмів та мікроорганізмів. Значення біохімії рослин та мікроорганізмів. Зв'язок з іншими біологічними науками. Практичне значення. Статична (структурна) та динамічна (метаболічна) біохімія. Первинний (генеральний) та вторинний (спеціалізований) метаболізм.

Розділ 1. Вуглеводи. Тема 1. Загальна характеристика та особливості рослинних вуглеводів. Класифікація та вуглеводів. Загальні властивості моноз: оптична активність, стереоізомери, циклічні форми, основні фізичні та хімічні властивості. Класифікація моноз: триози, тетрози, пентози, гексози, гептози, октози, наннози. Властивості, характеристика окремих представників, розповсюдження та роль у рослині, практичне значення. Похідні моносахаридів: дезоксисахариди, аміносахара, моносахариди з розгалуженою молекулою. Дисахариди: загальні властивості та окремі представники. Три-, тетра- і пентасахариди. Будова молекули, властивості, розповсюдження, роль у рослині. Вищі полісахариди. Загальна характеристика та властивості. Запасні та структурні полісахариди. Крохмаль, фруктозани, целюлоза, геміцелюлоза, пектини, калоза, гумі та слизи, ліхенін.

Тема 2. Обмін вуглеводів. Утворення вуглеводів в процесі фотосинтезу. Взаємоперетворення цукрів. Утворення пентоз. Роль NDP-цукрів у біосинтезі полісахаридів. Синтез та розпад сахарози та інших олігосахарів. Синтез та розпад крохмалю, целюлози. Утворення геміцелюлоз та пектинів.

Розділ 2. Азотвмісні сполуки та ліпіди. Тема 1. Амінокислоти, пептиди, білки рослин. Загальні властивості. Класифікація амінокислот. Протеїногенні та непротеїногенні амінокислоти. Пептиди. Їх роль у рослинах та мікроорганізмах. Загальна характеристика рослинних білків. Деякі властивості рослинних білків. Амінокислотний склад рослинних білків. Повноцінні та неповноцінні білки. Класифікація білків. Прості та складні білки. Їх характеристика та роль у рослинах. Властивості та особливості ферментів рослин.

Тема 2. Обмін азотистих речовин в рослині. Особливості азотного обміну рослин. Відновлення нітратів до аміаку. Біологічна азотфіксація – біохімія процесу. Загальні шляхи синтезу амінокислот: пряме амінування та переамінування. Шляхи знешкодження аміаку. Утворення та роль амідів. Утворення сечовини (орнітиновий цикл). Загальні шляхи розпаду та перетворення амінокислот: дезамінування та декарбоксілювання. Зв'язок обміну амінокислот і синтезом фітогормонів, вітамінів, алкалоїдів. Обмін окремих амінокислот. Обмін білків.

Тема 3. Загальна характеристика ліпідів, їх класифікація. Обмін ліпідів. Жири (олії). Загальна характеристика, вміст в рослинах, практичне значення. Склад рослинних олій. Жирні кислоти, їх особливості. Основні фізико-хімічні константи жирів. Ліпоїди: загальна характеристика та роль у рослинах. Фосфоліпіди, гліколіпіди, сфінголіпіди, стероїди, воски, кутин, суберин, розчинні в жирах пігменти.

Утворення гліцерину. Біосинтез насичених та ненасичених жирних кислот. Синтез та розпад тригліцеридів. Розпад жирних кислот: α -окислення, β -окислення, ω -окислення. Гліоксилатний цикл та глюконеогенез. Утворення сфінголіпідів, восків, кутину, суберину.

Розділ 3. Речовини вторинного (спеціалізованого) метаболізму рослин.

Тема 1. Загальна характеристика речовин вторинного метаболізму. Фенольні сполуки. Визначення речовин вторинного метаболізму: їх ознаки, класифікація, значення в рослинному організмі. Екологічна роль речовин вторинного метаболізму. Зв'язок первинного (загального) та вторинного (спеціалізованого) метаболізму. Фенольні сполуки: загальна характеристика, класифікація. Характеристика окремих груп фенолів з одним кільцем: феноли, фенольні кислоти, фенолоцтові кислоти, фенілпропаноїди (гідроксикоричні кислоти та кумарини), нафтохінони. Бензофенони та кантони, стильбени та антрхінони – фенольні сполуки с двома бензольними кільцями. Флавоноїди – найпоширеніша група фенолів. Класифікація, характеристика окремих груп – катехіни, антоціани, антохлори та ін.. Пігменти клітинного соку рослин. Фактори, що зумовлюють колір пігментів. Олігомерні фенольні сполуки. Полімери – дубильні речовини(таніни), меланіни, лігнін. Синтез фенольних сполук: шикіматний та оцтовомалонатний шляхи. Функції фенолів у рослинах, їх практичне значення.

Тема 2. Ізопреноїди. Алкалоїди. Загальна характеристика та класифікація ізопреноїдів. Компоненти ефірних олій. Характеристика окремих представників, будова, властивості, розповсюдження, значення. Бальзами та смоли. Стероїди та каротиноїди. Поліпrenoли. Каучук і гута. Біосинтез терпенів та терпеноїдів. Способи зв'язку метаболітів. Функції терпенів та терпеноїдів у рослинах. Загальна характеристика, розповсюдження, властивості алкалоїдів. Класифікація: справжні алкалоїди, протоалкалоїди, псевдоалкалоїди. Утворення: попередники та етапи біосинтезу. Функції алкалоїдів у рослині.

Тема 3. Глікозиди. Мінорні сполуки вторинного метаболізму. Загальна характеристика та класифікація глікозидів. Будова аглікону. О-глікозиди, ціаногенні глікозиди, стероїдні (серцеві та сапоніни), глікоалколоїди, N-глікозиди, S-глікозиди, C-глікозиди. Їх будова, окремі представники, значення. Роль глікозидів у рослині. Їх практичне значення. Органічні кислоти аліфатичного ряду. Мінорні сполуки серед речовин вторинного метаболізму.

Розділ 4. Прикладні аспекти сучасної біохімії та біотехнології рослин

Тема 1. Використання знань з біохімії рослин у сучасних біотехнологіях. Метаболоміка рослин - новий напрямок сучасної біохімії рослин. Методи аналізу рослинного матеріалу. Використання методів генетичної трансформації для створення нових ГМ-рослин зі зміненим біохімічним складом речовин первинного обміну. Солодкість цукрів і цукрозамінники. Стевія - натуральна заміна цукру Білкове голодування - глобальна проблема сучасності Дефіцит харчового білка та шляхи його вирішення. Пальмова олія - користь і шкода. Біотехнологія лікарських рослин: метаболіти, культура тканин, функціональна геноміка. ГМ-рослини - біофабрики і «їстівні вакцини». Ефірні олії - склад, синтез, функції, шляхи отримання. Ароматерапія. Біотехнологічні шляхи отримання алкалоїдної сировини.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		лек	пр	лаб	інд	ср		лек	пр	лаб	інд	ср
Розділ 1. Вуглеводи												
Тема 1. Загальна характеристика та особливості рослинних вуглеводів.	12	2	0	-	-	10	13	1	-	-	-	12
Тема 2. Обмін вуглеводів.	14	4	0	-	-	10	13	1	-	-	-	12
Разом за розділом 1	26	6	0	-	-	20	26	2	-	-	-	24
Розділ 2. Азотвмісні сполуки та ліпіди												
Тема 1. Амінокислоти, пептиди, білки рослин.	8	2	0	-	-	6	11	1	-	-	-	10
Тема 2. Обмін азотистих речовин в рослині.	8	2	0	-	-	6	11	1	-	-	-	10
Тема 3. Загальна характеристика ліпідів, їх класифікація. Обмін ліпідів.	8	2	0	-	-	6	11	1	-	-	-	10
Разом за розділом 2	24	6	0	-	-	18	33	3	-	-	-	30
Розділ 3. Речовини вторинного (спеціалізованого) метаболізму рослин												
Тема 1. Загальна характеристика речовин вторинного метаболізму. Фенольні сполуки.	14	4	0	-	-	10	14	2	-	-	-	12
Тема 2. Ізопреноїди. Алкалоїди.	14	4	0	-	-	10	12	2	-	-	-	10

Тема 3. Глікозиди. Мінорні сполуки вторинного метаболізму.	14	4	0	-	-	10	9	1	-	-	-	8
Разом за розділом 3	42	12	3	-	-	30	35	5	-	-	-	30
Розділ 4. Прикладні аспекти сучасної біохімії рослин												
Тема 1. Використання знань з біохімії рослин у сучасних технологіях.	28	0	8	-	-	20	26	0	6	-	-	20
Разом за розділом 4	28	0	8	-	-	20	26	0	6	-	-	20
Усього годин	120	24	8	-	-	88	120	10	6	-	-	104

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Солодкість цукрів та цукрозамінники. Стевія – натуральний заміник цукру.	1	0,5
2.	Білкове голодування – глобальна проблема людства. Дефіцит істивного білку та шляхи вирішення проблеми.	1	0,5
3.	Використання рослинних ліпідів у харчовій промисловості. Пальмова олія – користь та шкідливість.	1	1
4.	ГМ-рослини – біофабрики вторинних сполук та «істивні вакцини».	1	1
5.	Ефірні олії – склад, синтез, функції, методи отримання. Аромотерапія	1	0,5
6.	Поліфункціональність та різноманітність ізопреноїдів та їх похідних. Практичне використання.	1	0,5
7.	Біотехнологічні шляхи отримання алкалоїдної сировини.	1	1
8.	Глікозиди та їх практичне використання.	1	1
	Разом	8	6

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Опрацювання навчального матеріалу, складання опорного конспекту, складання загальних схем класифікацій сполук	20	32
3	Підготовка до практичних робіт (робота з інтернет-ресурсами, виконання домашніх завдань, підготовка коротких доповідей-виступів)	28	32
4	Підготовка до поточного контролю (тестові завдання для самоконтролю, відкриті питання з розділів)	20	20
5	Підготовка до екзамену	20	20
	Разом	88	104

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені навчальним планом.

7. Методи контролю

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

Поточний контроль. Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

— *усне опитування*: здійснюється під час практичних занять (семінарів) з метою контролю засвоєння теоретичних положень;

— *тестування*: проводиться у формі експрес-контролю за тестовими завданнями, обраними випадковим чином з тестових завдань для самопідготовки, що містяться у відповідних навчальних посібниках, слугує для контролю за самостійною роботою студентів;

— *теоретична контрольна робота*: передбачає письмову відповідь на поставлене теоретичне питання.

Підсумковий контроль. Екзамен у письмовій формі.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота, індивідуальні завдання									Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2			Розділ 3			Розділ 4					
T1	T2	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1					
5	5	5	5	5	5	5	5	5	15	-	60	40	100

Примітка: 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

Основна література:

1. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. В 2 т. – М.: Мир, 1986.
2. Красильникова Л.О., Авксентьева О.О., Жмурко В.В. Биохимия растений. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2011. – 200 с.
3. Кретович В. Л. Биохимия растений. – М.: Высшая школа, 1986. — 503с.
4. Филипцова Г.Г., Смолич И.И. Основы биохимии растений. – Из-во БГУ, 2004. – 136 с.
5. Хелдт Г.В. Биохимия растений: пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 471с.
6. Bowsher C., Sterr M.W., Tobin A.K. Plant Biochemistry. – Garland Science, 2008. – 446 p.
7. Buchanan B.B., Gruissem W., Jones R.L. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. 2nd Edition. – Wiley, 2015. – 1283 p.
8. Gleason F., Chollet R. Plant biochemistry. – Jones & Bartlett Publishers, 2011. – 248 p.

Додаткова література:

Розділ 1. «Вуглеводи».

1. Горшкова Т.А. Растительная клеточная стенка как динамическая система. – М.: Наука, 2007. – 442 с.
2. Фотосинтез / Под ред. Говинджи. В 2 т. – М.: Мир, 1987.
3. Шарова Е.И. Клеточная стенка растений. — СПб: Изд-во СПбУ, 2004. — 152 с.
4. Чиков В.И. Клеточная стенка растений и окружающая стенку среда // Соросовский образовательный журнал. – 1998, №2. – С.66-72.

5. Lalonde S., Wipf D., Frommer W.B. Transport mechanism for organic forms of carbon and nitrogen between source and sink // *Annual Review of Plant Biology*. – 2004, Vol. 55. – P. 341-372.
6. Nakamura Y. (Ed.) *Starch: Metabolism and Structure*. – Springer, 2015. – 449 p.
7. Popper Z., Michel G., Hervé C. and at. Evolution and Diversity of Plant Cell Walls: From Algae to Flowering Plants // *Annual Review of Plant Biology*. – 2011, Vol. 62. – P. 567-590.
8. Samuel C. Zeeman, Jens Kossmann, and Alison M. Smith Starch: Its Metabolism, Evolution, and Biotechnological Modification in Plants // *Annual Review of Plant Biology*. – 2010, Vol. 61. – P. 209-234.

Розділ 2. «Азотвмісні сполуки та ліпіди рослин».

1. Брей С. Азотный обмен в растениях. — М.: Наука, 1986. — 240с.
2. Игнатов В.В. Углеводузнающие белки – лектины // *Соросовский образовательных журнал*. – 1997, №2. – С.14-20.
3. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях. — М.: Наука, 1986. — 240с.
4. Кузнецов Вл. В., Радюкина Н.Л., Шевякова Н.И Полиамины при стрессе: биологическая роль, метаболизм и регуляция // *Физиология растений*. – 2006. – Т.55, №5. – С. 658-683.
5. Ніжко В.П. Проблема рослинного білка і деякі шляхи її вирішення // *Физиология и биохимия культ. растений*. – 1997. – Т.29, №1. – С.15–23.
6. Стаценко А. П. О криозащитной роли аминокислот в растениях // *Там же*. – 1992. – Т.24, №6. – С.560–571.
7. Сучасні дослідження якості зерна пшениці у світі: біосинтез та накопичення запасних білків, структура, агрегація і реологія у зв'язку з технологією зернопродуктів // *Там же*. – 2011. – Т.43, №6. – С.463-477.
8. Luan S. Protein phosphatases in plants // *Annual Review of Plant Biology*. – 2003, Vol. 54. – P. 63-92.
9. Xu G., Fan X., and Miller A.J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency // *Annual Review of Plant Biology*. – 2012, Vol. 63. – P. 137-151.
10. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. – М.: Мир, 1986. – 422с.
11. Оканенко О.А., Таран Н.Ю. Гліколіпіди рослин. – Київ: Ленвіт, 2005. –111 с.
12. Тарчевский И.А. Процессы деградации у растений // *Соросовский образовательных журнал*. – 1996, №6. – С.13-19.
13. Тютюнников Б.Н. Химия жиров. – М.: Колос, 1992. – 448 с.
14. D'Mello J.P.F. (Ed.) *Amino Acids in Higher Plants*. – CAB International, 2015. — 633 p.
15. Benning C. Mechanisms of lipid transport involved in organelle biogenesis in plant cells // *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. – 2009, Vol. 25. – P. 71-91.
16. Wang X. Plant phospholipases // *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. - 2001, Vol. 52. – P. 211-231.

Розділ 3. «Речовини вторинного (спеціалізованого) метаболізму рослин».

1. Барабой В.А. Катехины чайного растения: структура, активность, применение // *Биотехнология*. – 2008. – Т.1, №3. – С. 25-36.
2. Барабой В.А. Изофлавоны сои: биологическая активность и применение // *Биотехнология*. – 2009. – Т.2, №3. – С. 44- 54.
3. Вигера С. М. Фітонцидологія з основами вирощування та застосування фітонцидно-лікарських рослин. – К.: Вирій, 2001. – 160 с.
4. Вольнец А.П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 283 с.
5. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
6. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и их роль в жизни растения. 56-е Тимирязевское чтение. – М.: Наука, 1996. – 56 с.
7. Едрева А.М., Великова В.Б., Цонев Т.Д. Фениламины в растениях // *Физиология растений*. – 2007. – Т. 54, №3. – С. 325-341.
8. Ковальов В. М., Павлій О. І., Ісакова Т. І.. Фармакогнозія з основами біохімії рослин. – Х.: Прапор, 2000. — 706 с.
9. Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. – К.: Логос, 2005. – 730 с.

10. Лебедева Т. С., Сытник К. М. Пигменты растительного мира. – К.: Наукова думка, 1986.
11. Ловкова М. Я. Биосинтез и метаболизм алкалоидов в растениях. – М.: Наука, 1981. – 171с.
12. Носов А. М. Вторичный метаболизм // Физиология растений. –М.: Издательский центр «Академия», 2007. – С. 588-620.
13. Пасешниченко В.А. Растения продуценты биологически активных веществ // Соросовский образовательный журнал – 2001. - №8. – С.27-35.
14. Рощина В.Д., Рощин В.В. Выделительная функция высших растений. – М.: Наука, 1989. – 173 с.
15. Танасиенко Ф. С., Касимовская Н. Н., Шляпников В. А., Шляпникова А. П. Эволюция представлений об изменении содержания и состава эфирных масел // Физиология и биохимия культ. растений. – 1995. – Т.27, №3. – С.123–129.
16. Amthor J. S. Efficiency of lignin biosynthesis: a quantitative analysis // Annals of botany. – 2003, Vol. 91. – P. 673-695.
17. Blande J.D., Glinwood R. Deciphering Chemical Language of Plant Communication. – Springer, 2016. — 325 p.
18. Facchini P.J. Alkaloid biosynthesis in plants: biochemistry, cell biology, molecular regulation, and metabolic engineering applications // Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. – 2001. – Vol. 52. – P. 29-66.
19. Kirby J., Keasling D. J. Biosynthesis of plant isoprenoids: perspectives for microbial engineering // Annual Review of Plant Biology. – 2009. – Vol. 60. – P. 335-35.
20. Lepiniec L., Debeaujon I., Routaboul J.-M. and at. Genetics and biochemistry of seeds flavanoids // Annual Review of Plant Biology. – 2006. – Vol. 57. – P. 405-430.
21. Mercader A.G., Pomilio A.B. (Eds.) Biflavonoids: Occurrence, Structural Features and Bioactivity. – Nova Science Publishers, 2012. – 251 p.
22. Mérillon J.-M., Ramawat K.G. (Eds). Glucosinolates. – Springer, 2017. – 473 p.

Розділ 4. «Прикладні аспекти сучасної біохімії рослин».

1. Войткевич С. А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.: Пищевая промышленность, 1999.
2. Городній М.М. (ред.) Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва. Підручник / М.М. Городній, С.Д. Мельничук, О.М. Гончар та ін. – Київ: Арістей, 2006. – 484 с.
3. Ковальов В. М. Фармакогнозія з основами біохімії рослин / В. М. Ковальов, О. І. Павлій, Т. І. Ісакова. – Х.: Прапор, 2000. – 706 с.
4. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи / В. А. Кунах. – К.: Логос, 2005. – 730 с.
5. Левчик Н.Я., Рахметов Д.Б. Класифікація, особливості ультраструктури та функціонування терпеноїдогенних структур ефіроолійних рослин // Физиология растений и генетика. – 2013. – Т.45, №5. – С.371-381.
6. Пасешниченко В. А. Растения продуценты биологически активных веществ / В. А. Пасешниченко // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – №8. – С.27-35.
7. Юрина Н.П., Осипенко О.В., Одинцова М.С. Тетрапироллы высших растений : биосинтез, его регуляция и их роль в передаче ретроградных сигналов // Физиология растений. – 2012. – Т.59, №1. – С.3-16.
8. Facchini P. J. Alkaloid biosynthesis in plants: biochemistry, cell biology, molecular regulation and metabolic engineering applications / P. J. Facchini // Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. – 2001. – Vol. 52. – P.29-66.
9. Gutzeit O.H., Müller J.L. Plant Natural Products: Synthesis, Biological Functions and Practical Applications. 2 edition – Wiley-Blackwell, 2014. – 436 p.

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

1. <http://www.biotechnolog.ru/pcell>
2. www.gmo.ru/files/glazkogmo.pdf.
3. Навчально-методичний посібник «Біотехнологія вищих рослин: культура in vitro».
4. Електронні презентації матеріалів лекцій
5. Бібліотечний фонд кафедри.

Додадок 1. Приклад завдань для контрольної роботи

1. На які групи та за яким критерієм класифікують вуглеводи. Наведіть приклади.
2. Охарактеризуйте полісахариди, які входять до складу клітинної оболонки рослин.
3. Опишіть шляхи біосинтезу АМК, які утворюються в процесі фотосинтезу.
4. Найдіть відповідність:

проламіни	глутатфон, аманитин, ріцин
хромопротеїди	гліадін, гордеїн, зеїн
пептиди	фітохром, цитохроми, фередоскин
аміни	лізин, пролін, орнітин
амиди	гліцинбетаїн, аланінбетаїн, серинбетаїн
АМК	аспарагін, глютамін
бетаїни	спермін, путресцин
5. Які хімічні процеси визначають прогоркання рослинних олій. Напишіть реакції.
6. Дайте загальну характеристику (перерахуйте ознаки) вторинних метаболітів (речовин вторинного походження) рослинного організму.
7. Напишіть формули най розповсюджених антоціанидинів. Які фактори впливають на колір антоціанів?
8. Наведіть приклади ациклічних, моноциклічних і бициклічних компонентів ефирних олій. Напишіть їх формули.
9. На які групи та за яким критерієм поділяють алкалоїди? Наведіть приклади.
10. Чому глікозиди можна овіднести і до первинного, і до вторинного обміну рослин ?