

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізіології і біохімії рослин та мікробіології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

“ _____ ” _____ 2016 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Метаболізм прокаріот

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок) _____ 09 – Біологія _____

спеціалізація _____ 091 – Біологія _____

факультет _____ Біологічний факультет _____

2016 / 2017 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету (інституту, центру)

“ 29 ” _____ серпня _____ 2016 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, канд. біол. наук Віннікова О.І.; старший викладач кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів, канд. біол. наук Джамєєв В.Ю.

Програму схвалено на засіданні кафедри
фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів _____

Протокол від “ 29 ” _____ серпня _____ 2016 року № 1

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

(підпис)

Жмурко В.В.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
біологічного факультету _____

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 29 ” _____ серпня _____ 2016 року № 1

Голова методичної комісії _____ біологічного факультету _____

(підпис)

Догадіна Т.В.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Метаболізм прокаріот” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки

перший (бакалаврський)

(назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня)

спеціальності (напрямку)

Біологія

спеціалізації

Біологія

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни — сформувати у студентів систему глибоких знань з питань метаболізму прокаріот, різноманітності способів живлення бактерій та архей, основних механізмів поглинання й перетворення енергії, а також анаболічних, у тому числі автотрофних, процесів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни — вивчення типів живлення прокаріот, енергетичного та конструктивного метаболізму, механізмів поглинення енергії прокаріотами, анаболічних процесів, у тому числі автотрофних, а також процесів синтезу перетворення біоорганічних речовин.

1.3. Кількість кредитів — 2.

1.4. Загальна кількість годин — 72.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / <u>за вибором</u>	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
8-й	8-й
Лекції	
32 год.	10 год.
Практичні, семінарські заняття	
- год.	- год.
Лабораторні заняття	
- год.	- год.
Самостійна робота	
40 год.	62 год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Заплановані результати навчання — при подальшому навчанні і професійній діяльності бути здатними осмислювати нову інформацію в контексті набутих знань про метаболізм прокаріот, способів засвоєння зовнішньої енергії та перетворення біоорганічних речовин шляхом катаболізму та анаболізму

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи харчування прокариот. Енергетичний метаболізм

Тема 1. Типи живлення та метаболізму прокариот. Катаболізм та анаболізм.

Типи живлення прокариот: гетеротрофний та автотрофний. Джерела енергії, донори електронів та джерела вуглецю у живленні прокариот. Розподіл прокариот за можливими джерелами енергії, електронів та вуглецю, які вони використовують: хемоорганогетеротрофи, хемолітогетеротрофи, фотогетеротрофи, хемоорганоавтотрофи, хемолітоавтотрофи, фотоавтотрофи. Головні та мінорні біоелементи, фактори росту та їх роль в метаболізмі прокариот. Механізми поглинання субстратів мікроорганізмами: пасивна та полегшена дифузії, активний транспорт, перенос груп.

Катаболізм та анаболізм як складові частини метаболізму, їх особливості та функції в клітині. Поняття вільної енергії. Джерела одержання енергії мікроорганізмами: органічні та неорганічні сполуки, енергія світла.

Тема 2. Основи енергетичного метаболізму. Біотрансформатори — молекулярні системи, спеціалізовані для перетворення енергії. Форми асимільованої енергії: трансмембранний електрохімічний потенціал катіонів (H^+ , Na^+) та фосфагени (нуклеозидтрифосфати, ФФ, ФЕП, О-ацилфосфати та N-ацилфосфати). Поняття окислювального (електронно-транспортного) та субстратного фосфорилування.

Тема 3. Хемоорганотрофне одержання енергії. Підготовчий метаболізм, його особливості та функції. Гідроліз целюлози, крохмалю, розщеплення амінокислот та ароматичних сполук, β -окиснення жирних кислот, деградація вуглеводнів. Катаболітичне перетворення гексоз: гліколіз (гексозобісфосфатний шлях Ембдена-Мейєргофа-Парнаса), гексозомонофосфатний шлях Варбурга-Диккенса-Хореккера (пентозофосфатний шлях) та гексозомонофосфатний шлях Ентнера-Дудорова. Бродіння. Різноманітність типів бродіння за способом використання пірувату (оцтовокисле, спиртове, молочнокисле). Дихання. Цикл трикарбонних кислот (цикл Кребса). Гліоксилатний шунт (цикл Корнберга). Пентозофосфатний цикл Варбурга-Диккенса-Хореккера.

Електрон-транспортні дихальні ланцюги. Поняття окиснювально-відновленого потенціалу. Донори та акцептори електронів в метаболізмі прокариот. Внутрішні та термінальні акцептори електронів. Структура та особливості дихального апарату бактерій. Транслокація протонів у дихальному ланцюгу. Пункти фосфорилування в дихальних ланцюгах бактерій. Хеміо-осмотична теорія Мітчела. Будова АТФ-ази. Кисень як термінальний акцептор електронів, його позитивна та негативна дія на клітині. Роль АТФ, НАД, НАДФ, ФАД в метаболізмі.

Тема 4. Хемолітотрофне одержання енергії. Загальні особливості хемолітотрофії, типи хемолітотрофії. Джерела енергії хемолітотрофних прокариот. Особливості дихального ланцюга у літотрофних прокариот. Роль зворотного переносу електронів у метаболізмі літотрофів. Вуглецева хемолітотрофія. Метанотрофія. Метилотрофія. Карбоксидотрофія. Біохімія окислення одновуглецевих донорів електронів. Воднева хемолітотрофія. Два типи гідрогеназ водневих бактерій. Азотна хемолітотрофія. Біохімія окиснення аміаку: перша та друга фаза нітрифікації (нітробактерії, нітробактерії). Анаеробне окиснення аміаку. Сіркова хемолітотрофія. Біохімія окиснення елементарної сірки та сульфідів.

Тема 5. Фототрофне одержання енергії. Оксигенна та аноксигенна фототрофія.

Два способи асиміляції світлової енергії. Мономолекулярна протоніформна система (каротинопротеїн). Мультипептидні фотосинтетичні апарати. Оксигенна та аноксигенна фототрофія. Фотосинтетичні пігменти. Компоненти фотосинтетичних електрон-транспортних ланцюгів. Реакційні центри, світлозбираючі комплекси (антени), фотосистеми. Принцип функціонування фотосистем.

Розділ 2. Конструктивний метаболізм

Тема 6. Анаболізм. Вуглецева автотрофія. Шляхи синтезу вуглеводів мікроорганізмами. Структура анаболізму, його зв'язок з катаболізмом. Метаболічні петлі. Ключові проміжні продукти (централіти). Амфіболічні шляхи. Анаплеротичні реакції. Шляхи гідролізу АТФ при біосинтезі. Зв'язок між НАДН₂ та НАДФН₂. Потіки

вуглецю в метаболізмі гетеротрофів та автотрофів. Асиміляція неорганічного вуглецю мікроорганізмами. Вуглецева автотрофія. Відновлюючий пентозо-фосфатний цикл (цикл Кальвіна-Бенсона-Бессема): фіксація CO₂, відновлення зафіксованого CO₂, регенерація акцептора CO₂. Стехіометрія циклу Кальвіна. Альтернативи циклу Кальвіна: відновлююче карбоксилювання органічних кислот (цикл Івенса-Б'юкенена-Арнона). Серинний шлях (цикл О'Коннора-Хенсона): асиміляція CO₂ і формальдегіду. Синтез вуглеводів: глюконеогенез, його порівняння з гліколізом, синтез пентоз, роль уридиндифосфоглюкози у синтезі полісахаридів, синтез пептидоглікану.

Тема 7. Асиміляція азоту мікроорганізмами. Асиміляторна нітрат редукція та азотфіксація. Метаболізм низькомолекулярних азотних сполук. Джерела азоту, що використовуються мікроорганізмами. Асиміляторна нітратредукція. Азотфіксація. Будова та функціонування нітрогеназного комплексу. Механізми захисту нітрогенази від кисню. Регуляція активності нітрогенази. Шляхи включення амонію в біосинтез: глутаматний та глутаміновий шляхи. Регуляція активності глутамінсинтетази. Аденілізація глутамінсинтетази. Роль глутамінсинтетази в активації азотфіксації. Синтез амінокислот. Розподіл амінокислот на 5 груп за походженням вуглецевого скелету: група глутамінової кислоти, група аспарагінової кислоти, група серину, група ароматичних амінокислот, група піровиноградної кислоти. Реакція трансамінування амінокислот. Синтез нуклеотидів. Особливості та механізм синтезу пуринів. Особливості та механізм синтезу піримідинів.

Тема 8. Метаболізм ацильних та ізопреноїдних ліпідів. Ацильні та ізопреноїдні ліпідні сполуки. Структурні особливості гліцероліпідів бактерій та архей. Синтез насичених і ненасичених жирних кислот. Синтез гліцероліпідів бактерій. Синтез гліцероліпідів архей. Два способи утворення активного ізопрену: мевалонатний та MEP-шлях. Синтез поліізопреноїдів.

3. 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
Розділ 1. Основи харчування прокариот. Енергетичний метаболізм												
Разом за модулем 1	39	14	2			22	39	5			34	
Розділ 2. Конструктивний метаболізм												
Разом за модулем 2	33	12	2			18	33	5			28	
Усього годин	72	26	6			40	72	10			62	

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Програмою не передбачені.

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Ден.від.	Заоч.від.
1	2	3	4
1	Типи живлення прокариот. Розподіл прокариот за можливими джерелами енергії, електронів та вуглецю, які вони використовують (матриця Львова)	1	1
2	Катаболізм та анаболізм як складові частини метаболізму.	1	1
3	Біотрансформатори. Форми асимільованої енергії.	2	2

4	Катаболітичне перетворення гексоз: різновиди гліколізів.	1	1
1	2	3	4
5	Різноманітність типів бродіння за способом використання пірувата.	2	2
6	Механізми дихання.	0	2
7	Електрон-транспортні дихальні ланцюги. Принципова структура і механізм функціонування.	0	2
8	Загальні особливості хемолітотрофії. Типи хемолітотрофії.	0	1
9	Джерела енергії хемолітотрофних прокаріот. Особливості дихального ланцюга у літотрофних прокаріот.	1	1
10	Вуглецева хемолітотрофія. Метанотрофія. Метилотрофія. Карбоксидотрофія.	0	2
11	Воднева хемолітотрофія. Два типи гідрогеназ водневих бактерій.	1	1
12	Азотна хемолітотрофія. Біохімія окиснення аміаку. Перша та друга фаза нітрифікації (нітробактерії, нітробактерії).	0	1
13	Анаеробне окиснення аміаку. Анаммоксосоми.	1	1
14	Сіркова хемолітотрофія. Біохімія окиснення елементної сірки та сульфідів.	1	1
15	Загальна характеристика фототрофії.	1	1
16	Мономолекулярна протоніофорна система (каротинопротеїн). Квазіфототрофія.	0	1
17	Мультипептидні фотосинтетичні апарати. Оксигенна та аноксигенна фототрофія. Структура і принцип функціонування фотосистем.	2	2
18	Механізми вуглецевої автотрофії. Відновлюючий пентозо-фосфатний цикл (цикл Кальвіна-Бенсона-Бессема) і відновлююче карбоксилювання органічних кислот (цикл Івенса-Б'юкенена-Арнона).	2	2
19	Механізми вуглецевої автотрофії. Сериновий шлях (цикл О'Коннора-Хенсона).	2	2
20	Глюконеогенез. Синтез пентоз, полісахаридів і пептидоглікану.	0	1
21	Механізм синтезу насичених і ненасичених жирних кислот в аеробних та анаеробних умовах.	2	2
22	Асиміляторна нітратредукція.	2	2
23	Азотфіксація. Будова та функціонування нітрогеназного комплексу.	2	2
24	Синтез амінокислот. 5 груп амінокислот за походженням вуглецевого скелету.	2	2
25	Синтез нуклеотидів. Особливості та механізм синтезу пуринів і піримідинів.	2	2
26	Структурні особливості та синтез гліцероліпідів бактерій та архей.	2	2
27	Підготовка до семестрового та підсумкового контролю	10	12
	Разом	40	62

6. Індивідуальні завдання

Програмою не передбачені.

7. Методи контролю

Самоконтроль. Методичні матеріали містять перелік питань для самопідготовки і самоконтролю, який студенти можуть здійснювати, використовуючи базову та допоміжну літературу.

Поточний контроль. Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

— *усне опитування*: здійснюється перед та під час семінарських занять 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.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль та самостійна робота								Підсум. контр. (іспит)	Сума
Розділ 1 (мін. 15, макс.30)				Розділ 2 (мін. 15, макс.30)					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	40	100
О	О	К	О	К	О	О	К		

Примітка: О – опитування, К – контрольна робота.

T1, T2 ... – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти: Навч.посібник / І.П. Козлова, О.С. Радченко, Л.Г. Степура, Т.О. Кондратюк.- К.: Наук.думка, 2008.- 528 с.
2. Кондратьєва Е.Н. Автотрофные прокариоты. М. МГУ. 1996. 312 с.
3. Пиневиц А.В. Микробиология. Биология прокариотов: Учебник. В 3-х т. Том 2. — С.-Пб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2007. — 331 с.

Допоміжна література

1. Брюханов А.Л., Рыбак К.В., Нетрусов А.И. Молекулярная микробиология. Учебник для вузов. М.: Изд-во МГУ.2012 480с.
2. Готшалк.Г. Метаболизм бактерий. — М: Мир, 1982. — 310 с.

3. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 1–3. — М.: Мир, 1985.
4. Gunsalus I.C., Ornston L.N., Sokatch J.R., Stanier R.Y. The Bacteria.- V.1-12.- New York Academic Press.-1990.
5. Davey M.E., O'toole G.A. Microbial Biofilms: from Ecology to Molecular Genetics // Microbiology and Molecular Biology Reviews.-2000.- V.64, N4.- P.847-867.
5. Moat A.G., Foster J.W., Spector M.P. Microbial physiology. — Fourth Edition. — New York: Wiley-Liss, Inc., 2002. — 714 p.
6. Palmer T., Berks B.C. Moving folder proteins across the bacterial cell membrane // Microbiology.-2003.-V.149.-P.547-556.
7. Richardson D.J. Bacterial respiration: a flexible process for a changing environment // Microbiology.-2000.-v. 146.-P. 551-571.
8. The diversity of metabolism in procariotes.- Todar's Online Textbook of Bacteriology. - 2004.- Kenneth Todar University of Wisconsin-Madison Department of Bacteriology.

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

1. <http://www.rae.ru/ru/publishing/mono07.html>
2. <http://www.window.edu.ru>
3. <http://www.freepatent.ru>
4. <http://www.elementy.ru>

Перелік питань для семестрового та підсумкового контролю

1. Типи живлення прокариот: гетеротрофний та автотрофний.
2. Джерела енергії, донори електронів та джерела вуглецю у живленні прокариот — загальна характеристика.
3. Головні та мінорні біоеlementи, фактори росту та їх роль в метаболізмі прокариот.
4. Пасивна та полегшена дифузії, активний транспорт, перенос груп.
5. Катаболізм та анаболізм як складові частини метаболізму.
6. Визначення поняття “біотрансформатори”.
7. Форми асимільованої енергії.
8. Роль окиснювального (електронно-транспортного) фосфорилування в метаболізмі прокариот.
9. Роль субстратного фосфорилування в метаболізмі прокариот.
10. Підготовчий метаболізм, його особливості та функції.
11. Гідроліз целюлози, крохмалю.
12. Розщеплення амінокислот та ароматичних сполук.
13. β -окиснення жирних кислот, деградація вуглеводнів.
14. Катаболітичне перетворення гексоз.
15. Роль бродіння для прокариотів і типи бродіння за способом використання пірувату.
16. Цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса) прокариотної клітини.
17. Пентозофосфатний цикл Варбурга-Диккенса-Хореккера, який здійснюють прокариоти.
18. Електрон-транспортні дихальні ланцюги прокариотної клітини.
19. Донори та акцептори електронів в метаболізмі прокариот.
20. Хеміо-осмотична теорія Мітчела.
21. Роль АТФ, НАД, НАДФ, ФАД в метаболізмі прокариот.
22. Особливості дихального ланцюга у літотрофних прокариот.
23. Вуглецева хемолітотрофія.
24. Біохімія окислення одновуглецевих донорів електронів.
25. Воднева хемолітотрофія.
26. Азотна хемолітотрофія.
27. Анаеробне окиснення аміаку.
28. Сіркова хемолітотрофія.
29. Оксигенна та аноксигенна фототрофія — загальне та відмінності.
30. Компоненти фотосинтетичних електрон-транспортних ланцюгів.
31. Структура анаболізму, його зв'язок з катаболізмом.
32. Метаболічні петлі.
33. Ключові проміжні продукти (центраболіти).
34. Амфіболічні шляхи.
35. Шляхи гідролізу АТФ при біосинтезі.
36. Потоки вуглецю в метаболізмі гетеротрофів та автотрофів.
37. Відновлюючий пентозо-фосфатний цикл (цикл Кальвіна-Бенсона-Бессема).
38. Альтернативи циклу Кальвіна.
39. Сериновий шлях (цикл О'Коннора-Хенсона).
40. Джерела азоту, які використовують мікроорганізми.
41. Біохімізм азотфіксації.
42. Синтез амінокислот.
43. Синтез нуклеотидів.
44. Синтез насичених и ненасичених жирних кислот.
45. Синтез гліцероліпідів бактерій і архей.
46. Способи утворення активного ізопрену та синтез поліізопреноїдів.