

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету  
захисту рослин, біотехнологій та екології  
\_\_\_\_\_ (Коломієць Ю.В.)  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри  
фізіології, біохімії рослин та біоенергетики  
Протокол № \_\_\_ від “ \_\_\_ ” \_\_\_ 20\_\_ р.  
В. о. завідувача кафедри  
\_\_\_\_\_ (Прилуцька С.В.)

**”РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОП 162 «Біотехнології та біоінженерія»  
**Кляченко О.Л.**  
Гарант ОП \_\_\_\_\_

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОБ’ЄКТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ**

спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»  
освітня програма «Біотехнології та біоінженерія»  
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології  
Розробники: доцент кафедри, канд. біол. наук Бабицький А.І., доцент  
кафедри, канд. іст. наук Дрозд П.Ю.

**1. Опис навчальної дисципліни  
«ОБ'ЄКТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»	
Освітня програма	Біотехнології та біоінженерія	
Освітній ступінь	Бакалавр	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Нормативна	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	5	
Форма контролю	Екзамен	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2	3
Семестр	3–4	6
Лекційні заняття	75 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	8 год.
Самостійна робота	45 год.	92 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента	2,5 год. 1,5 год.	

## **2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни**

«Об'єкти біотехнологічних досліджень» – це навчальний курс, метою якого є вивчення принципів біотехнологічних процесів технологій, технічних засобів, що їх забезпечують, та способів визначення основних параметрів сировини та продукту біотехнологічного процесу, а завданнями – ознайомлення студентів, що навчаються за спеціальністю «Біотехнологія та біоінженерія» з різноманітними групами організмів, котрі використовуються у біотехнологічних виробництвах, а також з тими біологічними процесами, які протікають під час біотехнологічного виробництва цільових речовин. Особлива увага під час викладання курсу звернена на біохімічні перетворення субстратів у продукти, одержання яких є ціллю біотехнолога. Курс складається з п'яти змістовних модулів.

Перший модуль присвячений ознайомленню з різноманіттям продуцентів цільових речовин й особливостями їхнього використання, а також встановленню цінності кожної групи цих організмів. Завданнями другого змістовного модуля є вивчення закономірностей протікання елементарних хіміко-біологічних процесів, що використовуються у біотехнологічних дослідженнях, а також ознайомлення з методами раціонального забезпечення та використання асиміляційних й дисиміляційних процесів для одержання цільових речовин. Третій змістовний модуль присвячений вивченню загальної морфологічної будови рослин, різноманітністю морфоструктур органів рослин і їхніх метаморфозів. Під час вивчення четвертого змістовного модуля студенти знайомляться з анатомічною організацією рослинних біосистем. П'ятий змістовний модуль ознайомлює студентів з систематичним різноманіттям рослинного світу.

Для опанування дисципліни студент повинен **знати**:

- хімічні, фізичні, фізико-хімічні, біохімічні, фізіологічні основи біотехнологічних процесів;
- різноманітність біотехнологічних об'єктів і їхні класифікації;
- принципи підбору біотехнологічних об'єктів;
- загальну організацію рослинного організму, як основного об'єкта біотехнологічних виробництв за обраною спеціальністю;
- метаболічні цикли, що використовуються для одержання цільових продуктів у біотехнології;
- методи та засоби науково-дослідної роботи, спрямованої на розвиток АПК та суміжних галузей.

**вміти**:

- планувати та організовувати технологічні процеси, обирати оптимальні умови впровадження біотехнологій та керувати ними згідно сучасних методів контролю технологічних операцій та готової продукції;
- проектувати виробництво згідно вимог техніки безпеки, охорони праці та цивільної оборони;
- виявляти неполадки біотехнологічних виробництв та забезпечувати їхнє усунення сумісно із спеціалістами суміжних галузей;

- формулювати завдання під час розробки нових та удосконаленні існуючих біотехнологій та технологічного обладнання для їхнього впровадження згідно потреб галузі з урахуванням комерційного ефекту;
- проводити наукові, теоретичні та експериментальні дослідження згідно фундаментальних основ і положень з використанням комп'ютерних технологій програмного забезпечення та моделювання;
- створювати належну творчу та психологічно сприятливу атмосферу в колективі для успішного вирішення поставленого завдання.

Набуття компетентностей:

***загальні компетентності (ЗК):***

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

***фахові (спеціальні) компетентності (ФК):***

Здатність здійснювати аналіз нормативної документації, необхідної для забезпечення інженерної діяльності в галузі біотехнології.

Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни

#### Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							Кількість годин						
	Денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
<b>Модуль 1 Різноманітність об'єктів біотехнологічних виробництв</b>														
1. Предмет, мета і завдання курсу об'єкти біотехнологічних виробництв. Історія розвитку курсу.	1	6	2				4	5	1				4	
2. Технологічна класифікація і принципи відбору продуцентів цільових речовин.	2	9	2		3		4	6			2		4	
3. Бактерії, як продуценти цільових речовин.	3	9	2		3		4	5			1		4	
4. Віруси й плазмідні як об'єкти біотехнологічних досліджень.	4	6	2				4	4					4	
5. Гриби і грибоподібні організми як об'єкти біотехнологічних виробництв.	5	8	2		2		4	4					4	
6. Рослинні і тваринні тканини, як об'єкти біотехнологічних досліджень.	6	5	2				3	5	1				4	
<b>Разом за змістовим модулем 1:</b>		<b>43</b>	<b>12</b>		<b>8</b>		<b>23</b>	<b>29</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>24</b>	
<b>Модуль 2. Фізіологічні процеси, як об'єкти біотехнологічних виробництв</b>														
7. Загальне поняття про біологічні	7	5	2		3			5	1				4	

процеси в біотехнології. Спеціалізовані ферментативні процеси.													
8. Ферментативний каталіз, синтез білка і регуляція.	8	6	2			4	4						4
9. Спиртове бродіння.	9	6	2			4	5						5
10. Молочнокисле бродіння.	10-11	8	4			4	5						5
11. Маслянокисле бродіння.	12	8	2	2		4	6			1			5
12. Пропіоновокисле бродіння.	13	6	2			4	5						5
13. Оцтовокисле, лимоннокисле та метанове бродіння.	14-15	10	4	2		4	6			1			5
<b>Разом за змістовим модулем 3:</b>		<b>49</b>	<b>18</b>		<b>7</b>		<b>24</b>	<b>36</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>33</b>
<b>Модуль 3 Морфологічна організація рослинних організмів</b>													
14. Морфологічна будова пагона.	1	6	2			3	5	1					4
15. Морфологічна будова і різноманіття бруньок і стебл.	1	5	2	3			6			2			4
16. Морфологічна будова листків. Метаморфози листків.	2	7	2	2		3	5			1			4
17. Морфологічна будова і метаморфози кореня.	3	5	2			3	4						4
18. Особливості морфологічної організації квітки.	3	5	2			3	4						4
19. Морфологічна	4	5	2			3	5	1					4

різноманітність суцвіть.													
20. Морфологічна різноманітність насіння і плодів.	5	4	2		2			7	1		1		5
<b>Разом за змістовим модулем 3:</b>		<b>37</b>	<b>14</b>		<b>7</b>		<b>15</b>	<b>36</b>	<b>3</b>		<b>4</b>		<b>29</b>
<b>Модуль 4. Анатомічна будова рослинних об'єктів біотехнологічних виробництв</b>													
21. Меристематичні й покривні тканини.	5	5	2				3	5					5
22. Основні, механічні і провідні тканини.	6	5	2				3	5					5
23. Видільні структури.	7	4	2		2			6			1		5
24. Анатомічна будова стебла	7	7	4				3	5					5
25. Анатомічна будова листка і кореня.	8	8	2				6	5					5
26. Анатомія генеративних органів.	9	7	5		2			6			1		5
<b>Разом за змістовим модулем 4:</b>		<b>36</b>	<b>17</b>		<b>4</b>		<b>15</b>	<b>32</b>			<b>2</b>		<b>30</b>
<b>Модуль 5. Систематична різноманітність рослинних об'єктів біотехнологічних виробництв</b>													
27. Мохоподібні.	9	5	2				3	5	1				4
28. Плауноподібні.	10	5	2				3	4					4
29. Хвощеподібні.	11	5	2				3	5					5
30. Папоротеподібні.	12	5	2				3	5					5
31. Голонасінні.	13	4	2		2			6			1		5
32. Покритонасінні. Клас Дводольні.	14	5	2				3	5					5
33. Покритонасінні. Клас Однодольні.	15	4	2		2			6			1		5
<b>Разом за змістовим модулем 5:</b>		<b>33</b>	<b>14</b>		<b>4</b>		<b>15</b>	<b>36</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>33</b>
<b>Усього годин:</b>	<b>30</b>	<b>150</b>	<b>75</b>		<b>30</b>		<b>92</b>	<b>114</b>	<b>4</b>		<b>8</b>		<b>92</b>

#### 4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

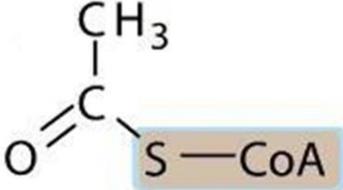
#### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Правила роботи в лабораторії та біотехнологічні об'єкти, що зумовлюють спиртове бродіння.	3
2	Біотехнологічні об'єкти, що зумовлюють молочнокисле бродіння.	2
3	Морфологічні особливості і різноманіття пагонів і їхніх складових органів.	2
4	Морфологічні особливості і різноманіття коренів, їхніх метаморфозів і видозмінених пагонів.	2
5	Морфологічні особливості генеративних органів рослин.	2
6	Особливості протікання маслянокислого бродіння та біотехнологічні об'єкти, що його зумовлюють.	2
7	Особливості протікання оцтовокислого бродіння та біотехнологічні об'єкти, що його зумовлюють.	2
8	Морфологічні особливості і різноманіття пагонів і їхніх складових органів.	3
9	Морфологічні особливості і різноманіття коренів, їхніх метаморфозів і видозмінених пагонів.	2
10	Морфологічні особливості і генеративних органів рослин.	2
11	Особливості анатомічної організації рослинних тканин і видільних структур.	2
12	Анатомічна структура вегетативних органів рослин	2
13	Різнманітність спорів рослин.	2
14	Різнманітність насінних рослин.	2

**7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС <u>Бакалавр</u> спеціальність <u>Біотехнологія та</u> <u>біоінженерія</u>	Кафедра <u>Фізіології,</u> <u>біохімії</u> <u>рослин та</u> <u>біоенергетики</u> 2021-2022 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1 з дисципліни <u>Об'єкти</u> <u>біотехнологічних</u> <u>виробництв</u>	Затверджую Зав. кафедри  (підпис) <u>Прилуцька С.В.</u> (ПІБ) 10 травня 2021 р.
<b>Екзаменаційні запитання</b>			
1. Загальне поняття про об'єкти біотехнологічних досліджень. Предмет, мета і завдання курсу.			
2. Метаболічний шлях пропіонового бродіння, що призводять до утворення оцтової кислоти. Умови протікання, хімізм та енергетика, застосування.			
<b>Тестові завдання різних типів</b>			
1. Формула якої сполуки зображена на рисунку?			
1. Бутирил-КоА			
2. Сукциніл-КоА			
3. Ацетил-КоА			
4. Ацил-КоА			
<b>2. Які мікроорганізми називають промисловими?</b>			
1	Такі, що знайшли застосування в промисловості.		
2	Групу добре вивчених мікроорганізмів, які слугують модельними об'єктами для дослідження фундаментальних біологічних процесів.		
3	Ті, що визначені як безпечні.		
4	Широко залучені у біотехнологічне виробництво.		
<b>3. Скільки молекул АТФ утворюється з однієї молекули глюкози в результаті гомоферментативного молочнокислого бродіння?</b>			
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
<b>4. Скільки молекул АТФ утворюється з однієї молекули глюкози в результаті оцтовокислого бродіння?</b>			
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
<b>5. Скільки реакцій субстратного фосфоритування у спиртовому бродінні?</b>			
1	1		

2	2
3	3
4	4
<b>6. Який з наведених циклів може починатись пентозофосфатно?</b>	
1	Молочнокисле гомоферментативне бродіння
2	Молочнокисле гетероферментативне бродіння
3	Маслянокисле бродіння
4	Пропіоновокисле бродіння
<b>7. Як називається реакція, внаслідок якої відбувається стереоскопічне переміщення груп всередині сполуки, що стосується двох атомів карбону у структурі її вуглецевого скелету?</b>	
1	Епімеризації
2	Лігації
3	Рестрикції
4	Ізомеризації
<b>8. Які ферменти забезпечують процес ретроінгібування?</b>	
1	Активні
2	Алостеричні
3	Конститутивні
4	Індуцибельні
<b>9. У чому полягає повільний спосіб регуляції біохімічних реакцій у клітині?</b>	
1	У зміні каталітичної активності молекул ферментів.
2	У зміні швидкості синтезу ферментів.
3	В екстенсифікації метаболізму
4	У зниженні температури середовища.
<b>10. Оберіть коректне для метанового бродіння твердження.</b>	
1	Це метаболічний шлях дисиміляційного спрямування
2	Це метаболічний шлях асиміляційного спрямування
3	Це анаболічний цикл метаболізму бактерій
4	Це біотехнологічний метод

\_\_\_\_\_ (Бабицький А.І.)  
(підпис) (прізвище та ініціали НПП)

## **8. Методи навчання**

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам - в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, – перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

## **9. Форми контролю**

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обгрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обгрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає необгрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

### 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371).

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	

<b>0-59</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>Не зараховано</b>
-------------	---------------------	----------------------

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{НР}}$  (до 70 балів):

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$$

### **11. Методичне забезпечення**

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, виробничої та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

### **12. Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Ніколайчук В.І. Генетична інженерія / В.І. Ніколайчук, І.Ю. Горбатенко. - Ужгород, 1999.- 101 с.
2. Рудишин С.Д. Основи біотехнології рослин. Підручник для вищих аграрних закладів. – Вінниця, 1998. – 234 с.
3. Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології / Векірчик К. М. –К. : Либідь, 2001. – 312с.
4. Дикий И. Л. Мікробіологія / Дикий И. Л. – К. : Видавничий дім “Професіонал”, 2007. – 624с.
5. Ситник І. О. Мікробіологія, вірусологія, імунологія / І. О. Ситник, С. І.Климнюк., М. С. Творко. – Тернопіль : ТДМУ, 2009. – 392 с.
6. Каплін, М. М. Практикум до практичних занять з мікробіології, вірусології та імунології / Ч.1 : Загальна бактеріологія та імунологія / М.М. Каплін, В. М. Голубнича, Т. В. Івахнюк. – Суми : СумДУ, 2013. – 157с. – 79-85.
7. Ткачук О. О. Основи мікробіології та інфекційних хвороб / О. О. Ткачук, О. Л. Завальнюк. – Вінниця. – 2013. – 152 с.
8. Molecular biology of plant viruses/ Ed. by С.L.Mandahar. – Kluwer Academic Rublisher, USA. – 28 1р.
9. Гудзь С.П., Перетятко Т.Б., Павлова Ю.О. Загальна вірусологія. Л.: Видавництво: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 264 с.
10. Ткаченко Н.М., Сербін А.Г. Ботаніка. - Харків: Основа, 1997. – С. 40-70.
11. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – С. 41-57.
12. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. - К.: Фітосоціо-центр. - 2000. – С. 10-21, 27-36.

13. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Ботаніка. - К.: Вища школа, 1985. – С. 10-35, 47-61.

### Допоміжна

1. Векірчик К. М. Практикум з мікробіології / К. М. Векірчик – К. : Либідь, 2001. – 144с.
2. Громов Б. В. Екологія бактерій / Б. В. Громов, Г. В. Павленко. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1989.– 248с.
3. Люта В. А. Практикум з мікробіології: навчальний посібник / В. А. Люта, О. В. Кононов. – К. : Медицина, 2008. – 184 с.
4. Словник по мікробіології, вірусології, імунології та інфекційних хвороб / [Під ред. Палія Т. К.]. – Вінниця: Б.в. 1995. – 109 с.
5. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка: анатомія і морфологія рослин. - К.: Вища школа, 1995. – 384 с.
6. Липа О.Л., Добровольський І.А. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1985. – 375 с.
7. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин: Підручник. - К.: Вища школа, 1992. – 272 с.

### 15. Інформаційні ресурси

1. Спиртове бродіння <https://cutt.ly/ytW8Gx9>
2. Молочнокисле бродіння <https://cutt.ly/NtW8H4o>
3. Метанове бродіння <https://cutt.ly/BtW8KEL>
4. Пропіоновокисле бродіння <https://cutt.ly/XtW8KHH>
5. Маслянокисле бродіння <https://cutt.ly/TtW8Zgo>
6. Лимоннокисле бродіння <https://cutt.ly/AtW8XLq>

### Змістовий модуль 1. Різноманітність об'єктів біотехнологічних виробництв

**Тема лекційного заняття 1. Предмет, мета і завдання курсу об'єкти біотехнологічних виробництв.**

Об'єкт і предмет, мета і завдання курсу об'єкти біотехнологічних виробництв. Значення курсу в підготовці спеціалістів-біотехнологів. Зв'язок курсу з іншими біологічними науками та навчальними дисциплінами.

Методи досліджень об'єктів біотехнологічних виробництв.

Історія розвитку курсу об'єкти біотехнологічних виробництв, як самостійної галузі знань. Історичні етапи становлення курсу. Вклад зарубіжних і вітчизняних вчених у розвиток вчення про об'єкти біотехнологічних виробництв. Дослідження Л. Пастера, Ф. Кріка і Д. Уотсона тощо.

Структура курсу і загальне поняття про об'єкти біотехнологічних виробництв: біологічні системи різних рівнів організації та метаболічні

процеси, що використовуються для одержання цільових речовин у біотехнології.

## **Тема лекційного заняття 2. Технологічна класифікація і принципи відбору продуцентів цільових речовин.**

Поняття про об'єкти біотехнологічного виробництва. Одержання чистої культури мікроорганізмів та мікробіологічний синтез. Промислові, непромислові та GRAS-мікроорганізми. Критерії відбору мікроорганізмів для біотехнологічного виробництва. Групи, на які поділяються об'єкти біотехнологічних виробництв.

Селекція мікроорганізмів. Методи відбору і подальшого культивування найпродуктивніших штамів мікроорганізмів. Створення високоефективних штамів методом індукованого мутагенезу.

## **Тема лекційного заняття 3. Бактерії, як продуценти цільових речовин.**

Принципи класифікації бактерій і їхні біотехнологічно перспективні групи. Найпоширеніші в біотехнології представники бактерій – відділи Gracilicutes, Firmicutes, Tenericutes та Mendosicutes. Кишкова паличка (*Escherichia coli* T. Escherich, 1885), Болгарська паличка *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Orla-Jensen 1919) Weiss et al. 1984, *Lactobacillus casei* (Orla-Jensen 1916) Hansen & Lessel 1971, *Lactobacillus fermentum* Beijerinck 1901, Ацидофільна паличка *Lactobacillus acidophilus* (Moro 1900) Hansen & Mocquot 1970, Молочнокислий стрептокок *Streptococcus salivarius* Andrewes & Horder 1906, Золотистий стафілокок (*Staphylococcus aureus* Rosenbach 1884) та інші.

## **Тема лекційного заняття 4. Віруси й плазмідні як об'єкти біотехнологічних досліджень.**

Загальне поняття про трансдукцію і її значення для біотехнологічного використання вірусів і плазмід. Біотехнологічні об'єкти, що використовують у якості векторів – віруси, плазмідні і фазмідні. Типи плазмід. Найпоширеніші у біотехнології віруси – Аденовіруси, Герпесвіруси, Ретровіруси, Аденоасоційований вірус, Вірус SV40, Бактеріофаги.

## **Тема лекційного заняття 5. Гриби і грибоподібні організми як об'єкти біотехнологічних виробництв.**

Представники грибів і грибоподібних організмів у біотехнології. Пеніциллум золотистий. Пеніциллум рокфоровий. Пеніциллум камамберті. Аспергіл чорний. *Aspergillus oryzae*. Пивні або пекарські дріжджі. *Torulaspora delbrueckii*. *Brettanomyces bruxellensise*. *Candida stellata*. *Schizosaccharomyces pombe*. *Zygosaccharomyces bailii*. Поверхневе культивування цвілевих грибів. Отримання міцелію для культивування макроміцетів.

## **Тема лекційного заняття 6. Рослинні і тваринні тканини, як об'єкти біотехнологічних досліджень.**

Рослинні біосистеми у біотехнологічних виробництвах. Молекулярний рівень організації рослинних біосистем. Клітинний рівень організації рослинних біосистем. Тканинний рівень організації рослинних біосистем. Органний рівень організації рослинних біосистем. Організмний рівень організації рослинних біосистем. Тваринні організми в біотехнології. Злиття статевих клітин й одержання ембріонів *in vitro*. Клонування організмів за допомогою пересаджування ядер соматичних клітин. Одержання моноклональних антитіл. Культивування тваринних клітин для одержання інших цільових продуктів. Особливості культивування тваринних клітин.

## **Змістовий модуль 2. Фізіологічні процеси, як об'єкти біотехнологічних виробництв.**

### **Тема лекційного заняття 1. Загальне поняття про біологічні процеси в біотехнології. Спеціалізовані ферментативні процеси.**

Загальне поняття про біологічний процес. Види процесів. Спеціалізовані ферментативні процеси. Анаеробні процеси. Спиртове, молочнокисле, пропіоновокисле та маслянокисле бродіння. Твердофазні процеси. Поверхневі та глибинні процеси, процеси з перемішуванням. Газофазні процеси.

### **Тема лекційного заняття 2. Ферментативний каталіз, синтез білка і регуляція.**

Білки. Їхня будова, структура та синтез. Рівні структурної організації білків: первинна, вторинна, третинна і четвертинна структури. Денатурація та ренатурація білкових молекул. Поділ білків за будовою та фізичними і хімічними властивостями. Будова рибосом, їхня роль у синтезі поліпептидних ланцюгів. Поняття про трансляцію і її етапи: ініціація, елонгація, термінація. Поняття про ферменти. Поділ ферментів на класи. Етапи ферментативного каталізу. Модель «рука-рукавичка». Регуляція матричних синтезів. Репресія та індукція, модель оперона. Ретроінгібування та алостеричні ферменти. Механізми регуляції активності метаболізму мікроорганізмів. Ретроінгібування.

### **Тема лекційного заняття 3. Спиртове бродіння.**

Загальне поняття про спиртове бродіння. Історія відкриття. Збудники. Особливості метаболізму. Хімізм спиртового бродіння. Гліколітичне розщеплення молекули глюкози до пірвіноградної кислоти та шлях її перетворення в етиловий спирт. Енергетичний вихід спиртового бродіння. Використання спиртового бродіння. Виробництво алкогольних напоїв. Хлібопекарство. Виробництво біопалива. Виробництво гліцеролу.

### **Тема лекційного заняття 4. Молочнокисле бродіння.**

Загальне поняття про молочнокисле бродіння. Історія відкриття. Збудники. Особливості метаболізму. Типи молочнокислого бродіння. Гомоферментативне молочнокисле бродіння. Збудники. Особливості метаболізму. Хімізм гомоферментативного молочнокислого бродіння. Гліколітичне розщеплення молекули глюкози до піровиноградної кислоти. Перетворення пірувату на молочну кислоту. Енергетичний вихід гомоферментативного молочнокислого бродіння. Гетероферментативне молочнокисле бродіння. Збудники. Особливості метаболізму. Хімізм гетероферментативного молочнокислого бродіння. Шляхи перетворення ацетил-КоА, енергетика та продукти цього типу молочнокислого бродіння. Застосування молочнокислого бродіння в біотехнологічних виробництвах.

### **Тема лекційного заняття 5. Маслянокисле бродіння.**

Загальне поняття про маслянокисле бродіння. Історія відкриття. Збудники. Особливості метаболізму. Хімізм маслянокислого бродіння. Гліколітичне розщеплення молекули глюкози до піровиноградної кислоти. Перший метаболічний шлях маслянокислого бродіння, що веде до утворення оцтової кислоти. Його хімізм і енергетика. Другий метаболічний шлях маслянокислого бродіння, що призводить до утворення масляної кислоти. Його хімізм і енергетика. Альтернативні шляхи перетворення піровиноградної кислоти в маслянокислому бродінні, що не утворюють кислот: ацетоно-бутиловий, етиловий та ізопропановий. Їхній хімізм і енергетика. Застосування маслянокислого бродіння в біотехнологічних виробництвах. Відкриття Хаїма Вейцмана. Негативне значення маслянокислого бродіння.

### **Тема лекційного заняття 6. Пропіоновокисле бродіння.**

Загальне поняття про пропіоновокисле бродіння. Історія відкриття. Збудники. Особливості метаболізму. Хімізм пропіоновокислого бродіння. Перетворення молочної кислоти у піровиноградну та синтез пропіонату. Декарбоксілювання пірувату й синтез ацетату. Енергетика та продукти пропіоновокислого бродіння. Застосування пропіоновокислого бродіння в біотехнологічних виробництвах, зокрема для виготовлення швейцарських сортів сиру та промислового отримання вітаміну вітаміну В<sub>12</sub>.

### **Тема лекційного заняття 7. Оцтовокисле, лимоннокисле та метанове бродіння.**

Особливості протікання оцтовокислого бродіння та його значення для біотехнологічних виробництв. Історія відкриття. Збудники. Особливості метаболізму. Промислове отримання оцту. Особливості протікання лимоннокислого бродіння та його значення для біотехнологічних виробництв. Історія відкриття. Збудники. Особливості метаболізму. Промислове отримання лимонної кислоти. Особливості протікання метанового бродіння та його значення для біотехнологічних виробництв. Історія відкриття. Збудники. Особливості метаболізму. Гідролізні

(ацетогенні), гомоацетатні та метаногенні бактерії. Етапи метанового бродіння. Гідроліз. Ацидогенез. Ацетогенез. Метаногенез. Біотехнологічне отримання біогазу та утилізація органічних відходів.

### **Змістовий модуль 3. Морфологічна організація рослинних організмів**

#### **Тема лекційного заняття 1. Морфологічна будова пагона.**

Загальне поняття про пагін. Метамерність пагона. Класифікація пагонів. Головний і бічний пагін. Вегетативний, генеративний, репродуктивний і змішаний пагін. Ортотропний, плагіотропний і гетеротропний пагін. Типи галуження пагонів. Дихотомічне, моноподіальне і симподіальне галуження. Ріст і розвиток пагона.

#### **Тема лекційного заняття 2. Морфологічна будова і різноманіття бруньок і стебла.**

Загальне поняття про бруньку. Класифікація бруньок. Загальна характеристика стебла та його функції. Метаморфози стебла. Колючки. Ареоли. Вусики. Філокладії (кладофіли). Кладодії. Філодії. Пагони сукулентів. Качан. Надземні столони (батоги). Вуса. Здерев'янілі стебла. Каудекс (стеблокорінь). Кореневище. Цибулина. Бульбоцибулина. Бульба. Підземні столони.

#### **Тема лекційного заняття 3. Морфологічна будова листків. Метаморфози листків.**

Загальне поняття про листок і його будову. Абаксіальна та адаксіальна поверхні листка. Листкова пластинка, черешок і прилистки. Жилкування листків: просте, дихотомічне, сітчасте, паралельне і дугове. Типи листків. Прості і складні листки. Листкові серії і формації. Листкорозміщення. Функції листків.

#### **Тема лекційного заняття 4. Морфологічна будова і метаморфози кореня.**

Загальне поняття про корінь і його функції. Морфолого-генетичні зони молодого кореня. Типи коренів і кореневих систем. Метаморфози коренів. Запасаючі корені. Ходульні корені. Повітряні корені. Дошкоподібні корені. Дихальні корені, або пневматофори. Втягуючі або контрактильні (скоротливі) корені. Корені-причіпки. Асиміляційні корені. Корені-присоски або гаусторії. Кореневі паростки. Мікориза. Бактеріориза.

#### **Тема лекційного заняття 5. Особливості морфологічної організації квітки.**

Загальне поняття про квітку та її будова. Оцвітина. Чашечка і підчаша. Віночок. Генеративна частина квітки. Андроцей. Гінецей. Синкарпний, апокарпний, ценокарпний, паракарпний і лізикарпний гінецей. Типи квіток. Актиноморфні, зигоморфні і асиметричні квітки. Формули і діаграми квіток.

### **Тема лекційного заняття 6. Морфологічна різноманітність суцвіть.**

Загальне поняття про квіткорозміщення. Типи квіток за положенням на пагонах. Типи суцвіть. Моноподіальні і симподіальні. Прості і складні суцвіття. Китиця. Колос. Початок. Окружок (зонтик). Щиток. Головка. Кошик. Монохазій. Дихазій. Плейохазій. Змішані тирсоїдні суцвіття.

### **Тема лекційного заняття 7. Морфологічна різноманітність насіння і плодів.**

Загальне поняття і будова насінини. Загальне поняття і будова плоду. Партенокарпія. Класифікація плодів. Сухі і соковиті плоди. Листянка. Біб. Стручок. Стручечок. Коробочка. Горіх. Горішок. Сім'янка. Зернівка. Крилатка. Ягода. Кістянка Яблуко. Гарбузина. Помаранець (гесперидій). Гранат. Банан. Шляхи поширення плодів. Анемохорія Зоохорія. Гідрохорія. Автохорія.

## **Змістовий модуль 4. Анатомічна будова рослинних об'єктів біотехнологічних виробництв**

### **Тема лекційного заняття 1. Меристематичні й покривні тканини.**

Загальне поняття і класифікація рослинних тканин. Меристематичні тканини. Первинні і вторинні меристеми. Апікальні, латеральні, інтеркалярні і раневі меристеми. Покривні тканини. Зовнішні і внутрішні. Епідерміс. Епіблема. Ендодерма і екзодерма. Перидерма. Кірка.

### **Тема лекційного заняття 2. Основні, механічні і провідні тканини.**

Основні тканини. Серцевинна паренхіма. Мезофіл. Запасаюча паренхіма. Гідропаренхіма. Аеренхіма. Поглинальна паренхіма. Механічні (арматурні) тканини. Склеренхіма. Коленхіма. Луб'яні волокна і лібриформ. Склереїди. Провідні тканини. Ксилема. Флоема.

### **Тема лекційного заняття 3. Видільні структури.**

Зовнішні секреторні структури. Трихоми (видільні волоски). Сольові волоски. Сольові залози. Нектарники (флоральні, екстрафлоральні, септальні). Осмофори. Гідатоци (водні продири). Внутрішні секреторні структури. Ідіобласти. Секреторні вмістилища. Молочні судини (молочники).

### **Тема лекційного заняття 4. Анатомічна будова стебла.**

Будова апекса і ріст стебла. Первинна будова стебла. Типи провідних пучків. Стелярна теорія. Вторинна будова стебла.

### **Тема лекційного заняття 5. Анатомічна будова листка і кореня.**

Гістологічні елементи листків. Типи анатомічної організації листків. Структура апекса кореня і первинна будова кореня однодольних і дводольних рослин. Вторинна будова кореня дводольних рослин.

## **Тема лекційного заняття 6. Анатомія генеративних органів.**

Сучасні погляди на еволюцію квітки. Поняття про гаметофіт і спорофіт. Статеве розмноження голонасінних рослин. Подвійне запліднення і статевий процес у покритонасінних. Розвиток зародка покритонасінних рослин. Форми запилення рослин.

## **Змістовий модуль 5. Систематична різноманітність рослинних об'єктів біотехнологічних виробництв.**

### **Тема лекційного заняття 1. Мохоподібні.**

Загальна характеристика мохоподібних. Відділ Антоцеротофіти (Anthocerotophyta). Відділ Маршанціофіти (Marchantiophyta). Відділ Листостеблові мохи, або Мохи (Bryophyta).

### **Тема лекційного заняття 2. Плауноподібні.**

Загальна характеристика відділу Риніофіти (Rhyniophyta). Порядок Ринієві (Rhyniales). Порядок Псилофітові (Psilophytales). Загальна характеристика відділу Риніофіти (Rhyniophyta), систематика і представники. Загальна характеристика відділу Зостерофілофти (Zosterophyllophyta), систематика і представники. Загальна характеристика плауноподібних (Lycopodiophyta). Клас Плауновидні, або Лікоподіопсиди (Lycopodiopsida). Клас Молодильниковидні, або Ізоетопсиди (Isoetopsida).

### **Тема лекційного заняття 3. Хвощеподібні.**

Загальна характеристика відділу Псилотоподібні (Psilotophyta). Загальна характеристика відділу Хвощеподібні (Equisetophyta). Гієнієвидні (Hypnopsida). Клинолистовидні (Sphenophyllopsida). Хвощевидні (Equisetopsida). Порядок Каламітові (Calamitales). Хвощевидні (Equisetopsida). Порядок Хвощові (Equisetales).

### **Тема лекційного заняття 4. Папоротеподібні.**

Загальна характеристика відділу Папоротеподібні (Polypodiophyta). Клас Аневрофітопсиди (Aneurophytopsida). Клас Археоптеридопсиди (Archaeopteridopsida). Клас Кладоксилопсиди (Cladoxylopsida). Клас Зигоптеридопсиди (Zygopteridopsida). Клас Вужачковидні (Ophioglossopsida). Клас Маратієвидні (Maratiopsida). Клас Папоротеvidні (Polypodiopsida). Підклас Поліподіиди (Polypodiidae). Підклас Марсиліиди (Marsileidae). Підклас Сальвініиди (Salviniidae).

### **Тема лекційного заняття 5. Голонасінні.**

Загальна характеристика відділу Голонасінні (Pinophyta). Клас Насінні Папороті, або Ліпноптеридопсиди (Lycopteridopsida). Клас Саговниковидні (Cycadopsida). Клас Бенетитовидні (Bennettitopsida). Клас Гнетовидні (Gnetopsida). Клас Гінкговидні (Ginkgopsida). Клас Хвойні (Pinopsida).

**Тема лекційного заняття 6. Покритонасінні. Клас Дводольні.**

Відділ Покритонасінні (Magnoliophyta). Клас Дводольні (Magnoliopsida). Підклас Магноліїди (Magnoliidae). Підклас Ранункуліди (Ranunculidae). Підклас Гамамеліди (Hamamelididae). Підклас Каріофіліди (Caryophyllidae). Підклас Діленієві (Dilleniidae). Підклас Розиди (Rosidae). Підклас Ламіїди (Lamiidae). Підклас Астериди (Asteridae).

**Тема лекційного заняття 7. Покритонасінні. Клас Однодольні.**

Відділ Покритонасінні (Magnoliophyta). Клас Однодольні (Liliopsida). Підклас Ліліїди (Liliaceae). Порядок Лілієцвіті (Liliales). Родина Лілійні (Liliaceae).