

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології
Коломієць Ю.В.
” _____ 2021 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри екобіотехнології
та біорізноманіття
Протокол № 11 від “ 01 ” 06 2021 р.
Завідувач кафедри
Патика М.В. Патика М.В.

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «біотехнології та
біоінженерія» ОС «Бакалавр»
Кляченко О.Л. Кляченко О.Л.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БІОТЕХНОЛОГІЯ МІКРОБНОГО СИНТЕЗУ

спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

освітня програма «біотехнології та біоінженерія»

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробники: асистент, к. с.-г. н. Борко Ю.П.

Київ – 2021 р.

1. Опис навчальної дисципліни “Біотехнологія мікробного синтезу”

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	162 - Біотехнології та біоінженерія	
Освітня програма	Біотехнології та біоінженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	67	
Кількість кредитів ECTS	2,2	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	3	3
Семестр	5	6
Лекційні заняття	30 год.	4 год.
Лабораторні заняття	15 год.	-
Практичні заняття		6 год.
Самостійна робота	22 год.	54 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	3 год.	-
самостійної роботи студента –		-

2. Мета та завдання початкової дисципліни

Вивчення дисципліни «Біотехнологія мікробного синтезу» складається в пізнанні наукових основ культивування мікроорганізмів та біохімічних основ процесів їхнього метаболізму для одержання цільових метаболітів, значення впливу складу живильного середовища зовнішніх факторів на швидкість накопичення продуктів метаболізму та їх властивості.

Метою даного курсу є поглиблене оволодіння теоретичними основами мікробного синтезу, вивчення найважливіших мікробіологічних процесів, які відбуваються у природі, і зокрема, в ґрунті та при переробці сільськогосподарської сировини. Навчитися цілеспрямовано управляти функціональною активністю мікроорганізмів на користь людини; використовувати та коригувати мікробні процеси для промислового біосинтезу, практично впливати на окремі біологічні групи мікроорганізмів з метою управління мікробіологічними процесами для підвищення родючості ґрунтів та продуктивності сільськогосподарських культур.

Завдання дисципліни полягає у формуванні у здобувачів освітньо-наукового ступеня навиків цілеспрямованого регулювання мікробіологічних процесів синтезу та деструкції, знання основних методів регуляції мікробного синтезу, володіння протоколом підготовки зразків до мікробіологічних аналізів та обробки їх результатів, навиків по створенню та практичному застосуванню мікробних препаратів для землеробства, рослинництва, можливості самостійно в лабораторних та промислових умовах відтворити мікробіологічні процеси, що відбуваються у системі «середовище-мікроорганізм».

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- основні досягнення та перспективи мікробної біотехнології;
- метаболізм, фізіологічні основи регуляції мікробного синтезу та шляхи направленої регулювання обміну речовин;
- інженерні основи біотехнології та апаратне оформлення процесів вирощування мікроорганізмів з метою отримання метаболітів;
- найважливіші продукти мікробного синтезу, технології виробництва корисних речовин;
- особливості просторових і функціональних взаємовідносин мікроорганізмів і середовища.
- роль і значення мікроорганізмів у агроінженерії.

вміти:

- використовувати знання про потреби мікроорганізмів в речовинах, закономірностях росту та розвитку при різних способах культивування;
- впливати за допомогою зовнішніх факторів на направленість біосинтезу біологічно активних речовин з метою удосконалення технології виробництва харчових продуктів;
- працювати з чистими культурами мікроорганізмів, що використовуються в біотехнології;
- мати навички у методах виділення чистих культур мікроорганізмів, кінцевих продуктів метаболізму, їх мікроскопіювання;

- визначати біомасу мікробної культури та ідентифікувати продуценти біологічно-активних речовин за культуральними та морфологічними та ін. ознаками;
- застосовувати різні мікробіологічні та біохімічні методи дослідження для контролю якості та стерильності продуктів мікробного виробництва;
- керувати мікробіологічними процесами, які проходять у середовищі (грунті) і впливають на його стабільні характеристики;
- позитивно впливати на життєдіяльність корисних мікроорганізмів у посівах сільськогосподарських культур та при виробництві різних речовин, що базуються на промисловому використанні мікроорганізмів.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Наукові основи біотехнології мікробного синтезу

Тема лекційного заняття 1. Вступ. Основні поняття мікробного синтезу – 2 год./0,06 кредита.

Об'єкти біотехнології та їх функціональне значення. Мікробний синтез - складова частина біотехнології. Характеристика основних продуктів біотехнології мікробного синтезу, основні напрямки їх використання. Характеристика основних продуцентів. Перспективи розвитку біотехнології мікробного синтезу.

Тема лекційного заняття 2. Критерії оцінки біотехнологічних процесів – 2 год./0,06 кредита.

Процеси технологій мікробного синтезу (за групами виробництва біомаси та інших цінних продуктів метаболізму). Розгляд стадійних мікробіотехнологічних виробництв, їх схожість і відмінність в залежності від кінцевої мети технологічного процесу. Найголовніші вимоги до біосинтезу. Основні параметри для управління мікробіологічними процесами. Екологічна чистота мікробного синтезу.

Тема лекційного заняття 3. Біохімічні основи регуляції ефективності мікробного синтезу - 2 год./0,06 кредита.

Системи транспорту субстратів. Шляхи катаболізму субстратів у бактерій. Регуляція транспорту субстратів і ферментів. Регуляція енергетичного і конструктивного метаболізму. Контроль швидкості росту клітин.

Тема лекційного заняття 4. Генетичні та фізіологічні основи регуляції бактеріального синтезу - 2 год. /0,06 кредита.

Надсинтез продуктів у мікроорганізмів зі зміненим генотипом. Отримання штамів-продуцентів, стійких до фагів і бактерицидних речовин. Стабільність генетичних властивостей мутантів і рекомбінантів. Механізми відповіді мікробної популяції на зміни середовища. Фізіологічний стан культури та зміни активності продуцента. Модифікація матеріалу за допомогою генетичної інженерії.

Тема лекційного заняття 5. Технологічні аспекти виробництва продуктів мікробного синтезу - 2 год. /0,06 кредита.

Типові схеми виробництва мікробних метаболітів. Основні прийоми контролю процесів мікробного синтезу. Апаратурне оформлення процесів мікробіологічного синтезу. Характеристика основних стадій мікробної біотехнології.

Змістовий модуль 2. Продукти мікробного синтезу: антибіотики, вітаміни, ліпіди, амінокислоти

Тема лекційного заняття 1. Продукти мікробного синтезу - 2 год. /0,06 кредита.

Підтримка чистої культури штаму-продуцента. Колекції чистих культур (штамів) мікроорганізмів. Біомаса інокулята для виробництва, доза інокулюма. Підбір поживного середовища (оптимізація). Переробка культуральної рідини та сировини: концентрати, біомаса, очищені продукти. Дотримання вимог асептики, типи стерилізації всіх потоків і біореактора.

Тема лекційного заняття 2. Технологія отримання вітамінів – 2 год. /0,06 кредита.

Значення вітамінних препаратів у медицині, харчовій промисловості, в сільському господарстві. Джерела одержання вітамінів. Водорозчинні та жиророзчинні вітаміни. Характеристика шляхів одержання вітамінів з мікроорганізмів. Синтез каротину, рибофлавіну, ергостерину: вимоги до живильних середовищ, джерела сировини, стадії біосинтезу, продуценти вітамінів. Умови культивування продуцентів, використання стимуляторів біосинтезу. Отримання та застосування вітамінів.

Тема лекційного заняття 3. Технологія отримання антибіотиків.– 2 год. /0,06 кредита

Антибіотики, що утворюються бактеріями, актиноміцетами і міцеліальними грибами. Шляхи підвищення біосинтезу антибіотиків мікроорганізмами. Втрата здатності мікроорганізмів до утворення антибіотиків в промисловості. Антибіотики – специфічні інгібітори ряду реакцій метаболізму. Промислове отримання антибіотиків. Застосування антибіотиків. Технологічна схема отримання антибіотиків для сільського господарства.

Тема лекційного заняття 4. Технологія отримання амінокислот – 2 год. /0,06 кредита.

Амінокислоти, обсяг промислового виробництва та галузі застосування. Біосинтез амінокислот (глутамінової кислоти, лізину, аспарагінової кислоти, триптофану). Шляхи одержання. Продуценти. Ключові попередники та механізм утворення. Технологічна схема. Отримання амінокислот за допомогою іммобілізованих клітин та ферментів.

Тема лекційного заняття 5. Технологія отримання полісахаридів – 2 год. /0,06 кредита.

Шляхи отримання полісахаридів, промислове отримання. Використання мікробних поліцукрів. Регуляція цитоплазми та мембранних структур. Полісахариди клітинних стінок. Внутрішньоклітинні і позаклітинні поліцукри. Біосинтез полісахаридів. Умови культивування мікроорганізмів. Фізико-хімічні фактори. Використання та біосинтез мікробних поліцукрів. Склад живильних середовищ.

Тема лекційного заняття 6. Технологія отримання гіберелінів та алкалоїдів – 2 год. /0,06 кредита.

Характеристика регуляторів росту гормональної природи. Структура гібереллінів. Технологія отримання гібереллінів у промислових умовах. Алкалоїди - азотвміщуючі речовини, які володіють фізіологічною активністю. Способи культивування продуцентів алкалоїдів. Алкалоїдпродукуючі штами мікроорганізмів.

Тема лекційного заняття 7. Технологія отримання нуклеотидів – 2 год. /0,06 кредита.

Сфери застосування мікробних нуклеотидів бактерій та мікроскопічних грибів. Вміст ДНК та РНК у клітинах бактерій та мікроскопічних грибів. Структура та утворення нуклеотидів в мікробній клітині. Регуляція біосинтезу. Шляхи одержання. Синтез АТФ. Синтез нікотинамідинуклеотиду, інозинової кислоти та гуанозінполіфосфатів.

Тема лекційного заняття 8. Технологія отримання органічних кислот – 2 год. /0,06 кредита.

Органічні кислоти: особливості одержання та шляхи застосування. Продуценти органічних кислот. Виробництво та механізм біосинтезу лимонної, ітаконової, фумарової, глюконової та ін. органічних кислот.

Тема лекційного заняття 9. Ферменти. Використання ферментних препаратів – 2 год. /0,06 кредита.

Види ферментних препаратів і галузі їх застосування. Застосування ферментів у промисловості, сільському господарстві, медицині. Особливості ферментів мікроорганізмів, їх класифікація. Різноманіття препаратів ферментів. Сировина та умови одержання. Типи регуляції біосинтезу ферментів. Продуценти ферментів (грибні та бактеріальні) та методи їх культивування. Отримання іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів, носії. Методи іммобілізації. Переваги використання іммобілізованих ферментів.

Тема лекційного заняття 10. Основні досягнення й перспективи мікробної біотехнології – 2 год. /0,06 кредита.

Досягнення мікробних біотехнологій. Перспективні технології й продуценти в мікробному синтезі.

3.Програма та 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.		го	л	п	лаб	інд
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Змістовий модуль I.													
Мікробіологія – наука про мікроорганізми													
Т. 1.	Вступ. Основні поняття мікробного синтезу	5	2		1		2	4,8	0,4		0,4		4
Т. 2.	Критерії оцінки біотехнологічних процесів	5	2		1		2	4,8	0,4		0,4		4
Т. 3.	Біохімічні основи регуляції ефективності мікробного синтезу	5	2		1		2	4,8	0,4		0,4		4
Т. 4.	Генетичні та фізіологічні основи регуляції бактеріального синтезу	5	2		1		2	4,8	0,4		0,4		4
Т. 5.	Технологічні аспекти виробництва продуктів мікробного синтезу	5	2		1		2	4,8	0,4		0,4		4
Разом за змістовим модулем 1		25	10		5		10	24	2		2		20
Змістовий модуль II.													
Розповсюдження та взаємовідносини мікроорганізмів													
Т. 1.	Продукти мікробного синтезу	5	2		1		2	4,6	0,2		0,4		4
Т. 2.	Технологія отримання вітамінів.	4	2		1		1	4,6	0,2		0,4		4
Т. 3.	Технологія отримання антибіотиків.	5	2		1		2	4,6	0,2		0,4		4
Т. 4.	Технологія отримання амінокслот.	4	2		1		1	4,6	0,2		0,4		4
Т. 5.	Технологія отримання полісахаридів.	4	2		1		1	4,6	0,2		0,4		4
Т. 6.	Технологія отримання гіберелінів та алкалоїдів.	4	2		1		1	2,6	0,2		0,4		2
Т. 7.	Технологія отримання нуклеотидів.	4	2		1		1	2,6	0,2		0,4		2
Т. 8.	Технологія отримання органічних кислот	4	2		1		1	4,6	0,2		0,4		4
Т. 9.	Ферменти. Використання ферментних препаратів.	4	2		1		1	4,6	0,2		0,4		4
Т. 10.	Основні досягнення й перспективи мікробної біотехнології.	4	2		1		1	2,6	0,2		0,4		2
Разом за змістовим модулем 2		42	20		10		12	40	2		4		34

Усього годин	67	30	15	22	64	4	6	54
--------------	----	----	----	----	----	---	---	----

5. Теми семінарських занять

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

6. Теми практичних занять

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

6. Теми лабораторних занять

	Назва теми	К-ть год.
Робота 1.	Мікроскопічні методи дослідження мікроорганізмів	1
Робота 2.	Вивчення процесу спороутворення, виявлення бактеріальних ендоспор, капсул, запасуючих речовин, нуклеоїда. Вивчення рухливості бактерій.	1
Робота 3.	Дослідження морфології бактерій	1
Робота 4.	Морфологія мікроміцетів, дріжджів і актиноміцетів	1
Робота 5.	Живильні середовища для культивування мікроорганізмів та їх види. Виготовлення основних видів живильних середовищ	1
Робота 6.	Методи стерилізації	1
Робота 7.	Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю: спиртове, молочнокисле, маслянокисле бродиння	1
Робота 8.	Перетворення мікроорганізмами сполук вуглецю: аеробна та анаеробна трансформація целюлозовмісних речовин	1
Робота 9.	Підготовка досліджуваного матеріалу до мікробіологічного посіву	1
Робота 10.	Методи культивування мікроорганізмів (на прикладі ґрунтової суспензії)	1
Робота 11.	Визначення чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів ґрунту: приготування розведень ґрунтової суспензії та техніка посіву.	1
Робота 12.	Облік чисельності мікроорганізмів ґрунту	1
Робота 13.	Вивчення якісної структури мікробного угруповання ризосфери рослин Виділення чистих культур аеробних бактерій	1
Робота 14.	Дослідження культуральних ознак мікроорганізмів	1
Робота 15.	Визначення антагоністичних та антибіотичних властивостей мікроорганізмів, фітотоксичної активності по відношенню до рослин	1

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

Контрольні питання

1. Мікробний синтез – основні поняття.
2. Характеристика основних продуктів біотехнології мікробного синтезу, основні напрямки їх використання.
3. Перспективи розвитку біотехнології мікробного синтезу.
4. Процеси технологій мікробного синтезу (за групами виробництва біомаси та інших цінних продуктів метаболізму).
5. Розгляд стадійних мікробіотехнологічних виробництв, їх схожість і відмінність в залежності від кінцевої мети технологічного процесу.
6. Основні параметри для управління мікробіологічними процесами.
7. Екологічна чистота мікробного синтезу.
8. Системи транспорту субстратів.
9. Шляхи катаболізму субстратів у бактерій.
10. Регуляція транспорту субстратів і ферментів.
11. Регуляція енергетичного і конструктивного метаболізму.
12. Контроль швидкості росту клітин.
13. Надсинтез продуктів у мікроорганізмів зі зміненим генотипом.
14. Отримання штамів-продуцентів, стійких до фагів і бактерицидних речовин.
15. Типові схеми виробництва мікробних метаболітів. О
16. Основні прийоми контролю процесів мікробного синтезу.
17. Характеристика основних стадій мікробної біотехнології.
18. Підтримка чистої культури штаму-продуцента.
19. Переробка культуральної рідини та сировини: концентрати, біомаса, очищені продукти.
20. Дотримання вимог асептики, типи стерилізації всіх потоків і біореактора.
21. Характеристика шляхів одержання вітамінів з мікроорганізмів.
22. Синтез каротину, рибофлавіну, ергостерину: вимоги до живильних середовищ, джерела сировини, стадії біосинтезу.
23. Продуценти вітамінів і умови їх культивування, використання стимуляторів біосинтезу.
24. Біосинтез амінокислот (глутамінової кислоти, лізину, аспарагінової кислоти, триптофану).
25. Шляхи одержання та продуценти амінокислот.
26. Шляхи промислового отримання полісахаридів.
27. Біосинтез мікробних полісахаридів.
28. Технологія отримання гібереллінів у промислових умовах.
29. Способи культивування продуцентів алкалоїдів.
30. Сфери застосування мікробних нуклеотидів бактерій та мікроскопічних грибів.
31. Синтез нікотинамідинуклеотиду, інозинової кислоти та гуанозінполіфосфатів.

32. Органічні кислоти: особливості одержання та шляхи застосування. Продукенти органічних кислот.
33. Виробництво та механізм біосинтезу лимонної, ітаконової, фумарової, глюконової органічних кислот.
34. Класифікація ферментів.
35. Типи регуляції біосинтезу ферментів.
36. Промислове отримання антибіотиків. підготовка засівного матеріалу.
37. Система депонування штамів продуцентів.
38. Характеристика процесу ферментації.
39. Продукенти ферментів (грибні та бактеріальні) та методи їх культивування.
40. Отримання іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів, носії.
41. Перспективні технології й продуценти в мікробному синтезі.

Форма № Н-5.05

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
<u>ОР «Бакалавр»</u> <u>«Агрономія»</u>	Кафедра <u>екобіотехнології та</u> <u>біорізноманіття</u> 2020-2021н.р	ЗАЛКОВИЙ БЛЕТ 1 Біотехнологія	Затверджую Зав кафедри (підпис) <u>Патика М.В.</u> 7травня 2020 р.
<i>Екзаменаційні запитання</i>			
1. Синтез каротину, рибофлавіну, ергостерину: вимоги до живильних середовищ, джерела сировини, стадії біосинтезу.			
2. Характеристика основних продуктів біотехнології мікробного синтезу, основні напрямки їх використання.			
Тестові завдання			

1. До технологічних етапів мікробного синтезу не належать:

- 1) підготовка поживного середовища,
- 2) проведення ферментації,
- 3) культивування мікроорганізмів-продуцентів,
- 4) виготовлення засобів захисту рослин.

2. Здатність до надлишкового утворення деяких продуктів обміну речовин, які перевищують потреби мікробної клітини називають:

- 1) мікробним синтезом,
- 2) надсинтезом,
- 3) біотехнологічним процесом,
- 4) метаболізмом.

3. До особливостей мікробного синтезу відносять:

- 1) синтез здійснюється ферментними системами самої клітини,
- 2) синтез відбувається переважно внутрішньоклітинно,
- 3) синтез здійснюється з низькомолекулярних попередників,
- 4) всі відповіді вірні.

4. Характерною особливістю мікроорганізмів є їх здатність до над синтезу (так/ні).

5. Знайдіть відповідність:

- | | |
|--|--|
| 1. Промислове виробництво продуктів біосинтезу | а) єдина біотехнологічна система, яка складається з послідовних стадій і операцій. |
| 2. Біотехнологія | б) інтегроване використання біохімії, мікробіології та інженерних наук з метою технологічного застосування властивостей мікроорганізмів. |
| 3. Мікробіологічний синтез | в) синтез структурних компонентів мікробних клітин або продуктів їх метаболізму з низькомолекулярних сполук. |
| 4. Біотехнологічні продукти | г) це речовини, що утворюються внаслідок життєдіяльності живих клітин, тканин біооб'єктів у штучних умовах. |

6. Об'єктами біотехнології мікробного синтезу є:

- 1) організм,
- 2) угруповання організмів,
- 3) таксономічні групи мікроорганізмів,
- 4) всі відповіді вірні.

7. До препаратів на основі біомаси мікроорганізмів не належать:

- 1) вакцини,
- 2) екзополісахариди,
- 3) пробіотики,
- 4) білкові продукти.

8. Знайдіть відповідність:

- | | |
|---------------------|--|
| 1) Ферментація | а) утилізація речовин-забруднювачів за участю мікроорганізмів або асоціації мікроорганізмів в аеробних умовах. |
| 2) Біотрансформація | в) хімічне перетворення речовини з використанням ферментів-біокатализаторів, |
| 3) Біокатализ | г) культивування мікроорганізмів, |
| 4) Біоокиснення | б) перетворення хімічної структури речовини під впливом ферментативної активності клітин мікроорганізмів або готових ферментів, при якому не виникає нагромадження клітин мікроорганізмів, а здійснюється хімічна модифікація речовин субстрату шляхом додавання чи вилучення радикалів, гідроксильних іонів або дегідрування. |

9. До процесів ферментації відносять:

- 1) виробництво кефіру,
- 2) виробництво антибіотиків,
- 3) виробництво біогазу,
- 4) виробництво алкалоїдів.

За допомогою якого методу гени не отримують:

- 1) виділенням із природного джерела;
- 2) отриманням ДНК-реплік шляхом копіювання мРНК за допомогою зворотної транскриптази;
- 3) хімічним синтезом,
- 4) культивуванням при низьких швидкостях потоку середовища.

8. Методи навчання

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, тому 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 заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: "відмінно" – студент дає вичерпні, обґрунтовані, 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 обґрунтовані, 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 необґрунтовані, 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 екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результат складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

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. Рекомендована література

Основна:

1. Безбородов А.М. Биотехнология продуктов микробного синтеза. – М.: Агропромиздат, 1991. – 238 с.
2. Безбородов А.М. Биохимические основы микробиологического синтеза. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 304 с.
3. Буценко Л.М. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: навч. посібн./ Л.М. Буценко, Ю.М. Пенчук, Т.П. Пирог. – К: НУХТ, 2010. – 323с.
4. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. – М.:Элевар. – 2000. – С.10-106.
5. Микробные ферменты и биотехнология / под ред. В.М. Фогарти. – М.: Агропромиздат, 1986. – 318 с.
6. Мікробіологія біологічних агентів: лабораторний практикум/ Е.М. Попова, О.А. Васильченко, А.В.Дражнікова, В.В. Хробуст. – К.: НАУ, 2014. – 88с.
7. Низкомолекулярные РНК: получение, гидролиз, применение в медицине/под. ред. Земскова В.И. и др.- Рига:Зинатне, 1985.- 191 с.
8. Никитин Г.А. Биохимические основы микробиологических производств. Киев: Вища школа, 1994.- 319с.
9. Петров Л.Н. Бактериальные пробиотики: биотехнология, клиника, алгоритмы выбора / Л.Н. Петров, Н.Б. Вербицкая, В.П. Добрица, Г.Н. Галкин, Н.Л. Петров.- СПб.: ФГУП Гос. НИИ ОЧБ, 2008.-136 с.
10. Промышленная микробиология / Под ред. М.С. Егорова – М: Высшая школа, 1989 – 565 с.
11. Руклиш М.А. Биотехнология бактериального синтеза.- Рига: Зинатне, 1992.- 367 с. Кантере В.Н.
12. Теоретические основы технологии микробиологических производств. - М.: Агропромиздат, 1990.-272 с.
13. Теоретические основы биотехнологии. Биохимические основы синтеза биологически активных веществ / под ред. И.М.Грачевой. – М.: Элевар, 2003. – 554 с.
14. Технологія пробіотиків: Підруч. / С.О. Старовойтова, О.І. Скроцька, Ю.М. Пенчук, Т.П. Пирог. – К.: НУХТ, 2012. – 318 с.
15. Яворська Г.В. Промислова мікробіологія [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Г.В. Яворська, С.П.Гудзь, С.О. Гнатуш. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. – 256 с
16. Мосичев М.С., Складьев А.А., Котов В.Б. Общая технология микробиологических производств. – М., 1982 – 264 с.
17. Экологическая биотехнология: Пер. с англ. (Под. ред. К.Р. Форстера, Д.А. Дж. Вейза) – Л.: Химия, 1990 – 384 с.
18. Глик Г., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение – М: Мир.2002 – 589 с.
19. Звягинцев Д.Г., Асеева И.В., Бабьева И.П., Мирчинг Т.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. - М.: МГУ. – 1980.

20. Клещев Н.Ф., Бенько М.П. Общая промышленная биотехнология: Технология бродильных производств: учеб. Пособие. Х.: Национальный технический ун-т "Харьковский политехнический ин-т", 2007. – 200 с.
21. Лещинская И.Б. Микробная биотехнология / Казанский гос. ун-т; АН Республики Татарстан. – Казань: Унипресс: ДАС, 2000. – 368 с.
22. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості: навчальний посібник. – Львів: Інтелект-Захід, 2007. – 736 с.
23. Чуешов В.И. Промышленная биотехнология: учеб. пособие для студ. Вузов. – Х.: Издательство НФаУ "Золотые страницы", 2004. – 112 с.
24. Аркадьева З.А. Промышленная микробиология. – М.: Наука, 1989
25. Голштак Г. Метаболизм бактерий. М.: «Мир», 1982. - 310с.
26. Пищевая биотехнология. – М.: Дели Принт, 2001. – 123 с.

Додаткова:

1. Crueger and A Crueger, Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology, Sinauer Associates, 1990.
2. Бондар І.В. Промислова мікробіологія. Харчова і агробіотехнологія: навч. посібник / І.В. Бондар, В.М. Гуляєв. – Дніпродзержинськ: Дніпродзержинський держ. технічний ун-т. – ДДТУ, 2004. – 280 с.
3. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Л. М. Токмакова та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія. К.: Аграрна наука, 2010- 465 с.
4. Климнюк С.І., Ситник І.О., Творко М.С., Широбоков В.П. Практична мікробіологія: Посібник Тернопіль: Укрмедкнига, 2004.-77 с.
5. Микробиология с техникой микробиологических исследований М.: «Медицина», 1978
6. Нетрусов А. П., Егорова М. А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии: Учебное пособие М.: «Академия», 2005. - 608 с.
7. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Агропромиздат, 1987.239 с.
8. Биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. (Под. ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса) – М.: Мир, 1988 – 480 с.
9. Харченко С.М. Мікробіологія.: Підручник. - К.: Сільгоспосвіта, 1994. - 352 с

12. Інформаційні ресурси

1. [http:// www. eknigi.org/](http://www.eknigi.org/)
2. <http://www.twirpx.com/>
3. www.ncbi.nlm.nih.gov,
4. www.highwire.edu