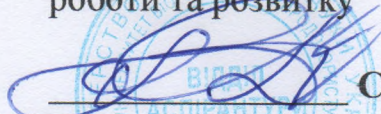


**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної
роботи та розвитку


С. М. Кваша

« 01 » 06 2021 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні вченої ради агробіологічного
факультету

Протокол № 4 від «18» 05 2021 р.

Декан  Тонха О. Л.

на засіданні кафедри екобіотехнології та
біорізноманіття

Протокол № 9 від «23» 10 2021 р.

Завідувач кафедри  Патики М. В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПРОМИСЛОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ»

1. Рівень вищої освіти – Третій освітньо-науковий
2. Галузь знань – 20 «Аграрні науки та продовольство»
3. Спеціальність – 201 «Агрономія»
4. Освітньо-наукова програма – «Агрономія»
5. Гарант ОНП: Танчик Семен Петрович
6. Розробники:

Патики М. В., завідувач кафедри екобіотехнології та біорізноманіття, д. с.-г. н.,
член-кор. НААН

Патики Т. І., професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики,
д. с.-г. н., с. н. с.

Київ – 2021

1. Опис навчальної дисципліни «Промислова біотехнологія»

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»	
Освітньо-науковий рівень	Третій	
Освітній ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	201 «Агрономія»	
Освітньо-наукова програма	«Агрономія»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	-	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни		
	Денна та вечірня форми навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	2
Семестр	2	1
Лекційні заняття	20	20
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30	30
Самостійна робота	100	100
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Промислова біотехнологія є однією з основних розділів біотехнології, інтегральною областю науки і техніки, яка спирається на теоретичні та методичні положення молекулярної біології і генетики, мікробіології, біохімії, фізіології і цитології, а також використовує прогресивні хімічні технології.

Предметом промисловій біотехнології є високопродуктивні штами мікроорганізмів – продуцентів (представники різних фізіологічних і таксономічних груп, які відрізняються як за типом метаболізму, так і за типом живлення), а також загальні принципи біотехнологічних процесів.

Незважаючи на велику різноманітність агентів, що здійснюють біотехнологічні маніпуляції, основними об'єктами біотехнології в наш час є *мікроорганізми*. Мікроорганізми використовуються для біосинтезу важливих метаболітів (амінокислот, органічних кислот, ферментів, екзополісахаридів, лектинів, поверхнево-активних речовин, вітамінів, стимуляторів росту, гормонів); одержання білкових продуктів, пробіотиків, добрив (препарати на основі біомаси); одержання біогазу; вилуговування металів із руд; трансформації речовин (синтез стероїдів, ефедрину, тощо).

Для цього використовується досить велика і різноманітна група мікроорганізмів: мікроміцети, дріжджі, бактерії – представники різних фізіологічних і таксономічних груп, які відрізняються як за типом метаболізму, так і за типом живлення. На сьогодні існують наступні основні типи біотехнологічних процесів: виробництво біомаси (наприклад, білок одноклітинних); клітинних компонентів (фермент, нуклеїнові кислоти і т.д.); метаболітів (хімічні продукти метаболічної активності), включаючи первинні метаболіти, такі як етанол, молочна кислота; вторинні метаболіти; одностратні конверсії (перетворення глюкози у фруктозу); багатостратні конверсії (обробка стічних вод, утилізація лігноцелюлозних відходів).

Метою даного курсу є формування у аспірантів сучасних знань і перспектив розвитку промислової біотехнології, ознайомлення з основними продуцентами біологічно активних речовин та принципами промислових біотехнологічних процесів (стадії біотехнологічного виробництва; класифікація мікробіологічних виробництв за типом готових препаратів тощо).

Завдання курсу: формування знання про особливості біотехнологічних процесів та біологічні властивості та функції агентів-продуцентів; високу варіабельність промислової системи через призму біологічного об'єкта (популяції); специфіку та складність біохімічних механізмів регуляції росту штамів мікроорганізмів і біосинтезу продуктів метаболізму, ферментативний характер регуляції. Важлива складова курсу – вибір або селекція культур мікроорганізмів, яка здатна з максимально можливою швидкістю синтезувати біомасу або необхідний продукт метаболізму (метаболіт); підготовка сировини, що містить речовини, необхідні для росту використовуваної культури й біосинтезу цільового продукту; підбір апаратурного оформлення (ферментерів), оснащення відповідними комунікаціями й допоміжним устаткуванням, придатним для культивування цільової культури.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну денної (заочної) форми навчання

Тема 1. Вступ, основні напрямки та предмет промислової біотехнології. Фактори впливу на розвиток промислової біотехнології **Історія та досягнення промислової біотехнології** (емпіричний, науково-практичний, біотехнічний, генотехнічний, нанобіотехнологічний періоди розвитку). **Критерії оцінки біотехнологічних процесів.** Технологічні схеми промислових виробництв.

Теми 2-3. Основні типи біопроектів. Виробництво біомаси. Одержання спиртів, поліолів. Виробництво вторинних метаболітів. Мікробні біотрансформації. Виробництво ферментів. Амінокислоти, органічні кислоти, вітаміни та ін. біопродукти. Біоконверсія лігноцелюлозних відходів.

Теми 4. Основні принципи промислових біотехнологічних процесів (стадії біотехнологічного виробництва; класифікація мікробіологічних виробництв за типом готових препаратів).

Тема 5. Технологія приготування поживних середовищ для біосинтезу. **Процеси виробництва корисних речовин.** Білок одноклітинних. Амінокислоти. Органічні кислоти. Вітаміни. Біополімери.

Тема 6. Інженерна ензимологія: отримання і використання ферментів. Отримання іммобілізованих ферментів.

Тема 7. Біоінженерія (удосконалення біологічних об'єктів). ДНК-технології, селекція, культивування, регуляція біосинтезу та ін.

Тема 8-9. Технологічна біоенергетика. Біогазова технологія утилізації органічних відходів і виробництва енергії. Біологічні технології перетворення біомаси в енергоносії в процесах біометаногенезу і виробництва спирту, а також принципово нові розробки, орієнтовані на модифікацію і підвищення ефективності самого процесу фотосинтезу, створення біопаливних елементів, отримання фотоводню, біоелектрокаталіз. **Технологія отримання спирту. Біологічне отримання водню. Технологічні можливості отримання енергії із біомаси.**

Тема 10. Біотехнологічні альтернативи в сільському господарстві: мікробні (бактеріальні) препарати для рослинництва, землеробства (біодобрива, біоінсектициди, біофунгіциди, біородентициди).

Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усь- го	у тому числі				с. р.	усь- го	у тому числі					
л		п	лаб	інд	л			п	лаб	інд	с. р.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Тема 1. Вступ, основні напрямки та предмет промислової біотехнології. Фактори впливу на розвиток промислової біотехнології Історія та досягнення промислової біотехнології (емпіричний, науково-практичний, біотехнічний, генотехнічний, нанобіотехнологічний періоди розвитку). Критерії оцінки біотехнологічних процесів. Технологічні схеми промислових виробництв.	14	2		2			10	14	2		2		10
Тема 2. Основні типи біопроцесів. Виробництво біомаси. Одержання спиртів, поліолів. Виробництво вторинних метаболітів.	14	2		2			10	14	2		2		10
Тема 3. Мікробні біотрансформації. Виробництво ферментів. Амінокислоти, органічні кислоти, вітаміни та ін. біопродукти. Біоконверсія лігноцелюлозних відходів.	14	2		2			10	14	2		2		10
Тема 4. Основні принципи промислових біотехнологічних процесів (стадії біотехнологічного виробництва; класифікація мікробіологічних виробництв за типом готових препаратів).	12	2					10	12	2				10
Тема 5. Технологія приготування поживних середовищ для біосинтезу. Процеси виробництва корисних речовин. Білок одноклітинних. Амінокислоти. Органічні кислоти. Вітаміни. Біополімери.	16	2		4			10	16	2		4		10
Тема 6. Інженерна ензимологія: отримання і використання ферментів. Отримання іммобілізованих ферментів.	16	2		4			10	16	2		4		10
Тема 7. Біоінженерія (удосконалення біологічних об'єктів). ДНК-технології, селекція, культивування, регуляція біосинтезу та ін.	16	2		4			10	16	2		4		10
Тема 8. Технологічна біоенергетика. Біогазова технологія утилізації органічних відходів і виробництва енергії. Біологічні технології перетворення біомаси в енергоносії в процесах біометаногенезу і виробництва спирту, принципово нові розробки, орієнтовані на модифікацію і підвищення ефективності самого процесу фотосинтезу, створення біопаливних елементів, отримання фотоводню, біоелектрокаталіз.	14	2		2			10	14	2		2		10

Тема 9. Технологія отримання спирту. Біологічне отримання водню. Технологічні можливості отримання енергії із біомаси.	16	2	4	10	16	2	4	10
Тема 10. Біотехнологічні альтернативи в сільському господарстві: мікробні (бактеріальні) препарати для рослинництва, землеробства (біодобрива, біоінсектициди, біофунгіциди, біородентициди).	18	2	6	10	18	2	6	10
Усього годин	150	20	30	100	150	20	30	100

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості організації, проведення та техніка безпеки в біолабораторіях. Методи стерилізації приміщення, посуду, поживних середовищ. Методи культивування чистих культур, етапи пасажування, тривале зберігання чистих культур (штамів). Скринінг клонів.	6
2	Основи регуляції ефективності біологічного (мікробного) синтезу. Над синтез продуктів. Відповіді культури-продуцента (популяції) на зміни середовища.	6
3	Динаміка росту і розвитку штамів-продуцентів та зміна їх активності за дією технологічних і фізіологічних факторів. Модифікація біоматеріалу для культивування.	6
4	Біотехнології отримання препаратів на основі азотфіксувальних, фосфатмобілізівних мікроорганізмів.	6
5	Інгібітори мікробного синтезу для сільського господарства. Препарати поліфункціональної дії.	6

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Біотехнологія виробництва корисних речовин: антибіотики.	20
2.	Переробка культуральної рідини та сировини: концентрати, біомаса, очищені продукти.	20
3.	Інтенсифікація біотехнологічних процесів за рахунок підвищення потенціалу біоагентів і їх систем, за рахунок удосконалення обладнання, застосування біокатализаторів (імобілізованих ферментів, клітин) в промисловості.	20
4.	Біоінженерія. Агробіотехнології. Техніка створення рекомбінантних молекул ДНК. Порівняльна геноміка.	20
5.	Управління процесом фіксації атмосферного азоту і перенесення відповідних генів з клітин мікроорганізмів в геном рослинної клітини.	20

6. Методи навчання

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

Пояснювально-ілюстративний метод. Аспіранта 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.

7. Форми контролю

Контроль знань і умінь (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 аспірант з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – аспірант 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 аспірант володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтуються і знаходять правильні відповіді,

був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли аспірант 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 засвоювання 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.

8. Розподіл балів

Оцінювання здобувачів відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 25.09.2019 р. протокол № 2

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг здобувача, бали
Відмінно	A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90–100
Добре	B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82–89
	C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74-81
Задовільно	D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64–73
	E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-63
Незадовільно	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим як отримати залік	35–39
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01–34

Для визначення рейтингу здобувача із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 10 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів):

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

9. 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 аспірантів.

10. Рекомендована література

Базова:

1. Яворська Г. В., Гудзь С. П., Гнатуш С. О. Промислова мікробіологія : навч. посіб. Львів. нац. ун-т ім. І.Франка. Л., 2009. 256 с.
2. Егорова Т. А., Клунова С. М., Живухина Е. А. Основы биотехнологии: Учеб. пособие для студ. М.: Academia, 2003. 208 с.
3. Картель Н.А., Кильчевский А. В. Биотехнология в растениеводстве. Мн.: Технология, 2005. 310 с.
4. Биотехнология биологически активных веществ: учеб. пособие / под ред. И. М. Грачевой, Л. А. Ивановой. М.: Из-во НПО «Элевар», 2006. 453 с.
5. Промышленная микробиология: учеб. пособие для вузов / [З. А. Аркадьева, А. М. Безбородов, И. Н. Блохина и др.]. /под ред. Н. С. Егорова. М.: Висш. шк., 1989. 688 с.
6. Бекер М. Е., Лиепиньш Г. К., Райпулис Е. П. Биотехнология. М.: Агропромиздат, 1990. 334 с.
7. Слободян В. О. Основы біотехнології: Навч. посіб. Івано-Франківськ, 2002. 188 с.
8. Яворська Г. В., Гудзь С. П., Гнатуш С. О. Промислова мікробіологія. Львів, вид. центр Львів. нац. ун-ту ім. ІФранка, 2008. 256 с.
9. Сельскохозяйственная биотехнология [Шевелуха В. С., Калашникова Е. А., Кочиева Е. З. и др.]; под ред. В. С. Шевелухи. [3-е изд., перераб. и доп.]. М.: Высшая школа, 2008. 710 с.
10. Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии. М.: Колос, 2004. 296 с.
11. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / пер. с англ. М. : Мир, 2002. 589 с.
12. Патика Т. І., Патика М. В. Біотехнологія мікробного синтезу. К., 2017. 270 с.
13. Гадзало Я. М., Патыка Н. В., Заришняк А. С. Агробиология ризосферы растений: монография. К.: Аграрна наука, 2015. 386 с.
14. Мосичев М. С., Складнев А. А., Котов В. Б. Общая технология микробиологических производств. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 264 с.

Додаткова:

1. Егоров Н. С. Промышленная микробиология. М.: Высш. шк., 1989. 680 с.
2. Schloss P.D., Handelsman J. Biotechnological prospects from metagenomics. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2003. №14. P. 303–310.
3. Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках: учебник. 6-е изд., перераб. и доп. М.: МГУ, Наука, 2004. 528 с.
4. Кольман Я. Наглядная биохимия: пер. с нем. К. Г. Рем. М., 2000. 469 с.
5. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток /пер. с англ. Петровой Т. А., Позмоговой И. Н.; Ред. Работнова И. Л. .: Мир, 1978. 330 с.
6. Хотянович А. В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применение препаратов на их основе (методические рекомендации). Л., 1991. 60 с.
7. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987. 566 с.