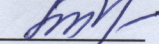


**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

На засіданні вченої ради агробіологічного  
факультету


Протокол № 9 від 10 червня 2020 р.

Декан факультету  Тонха О. Л.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

На засіданні кафедри екобіотехнології та  
біорізноманіття

Протокол № 4 від 02 червня 2020 р.

Завідувач кафедри  Патика М. В.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ПРОМИСЛОВА БІОТЕХНОЛОГІЯ»**

Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність	201 «Агрономія»
Рівень вищої освіти	Третій освітньо-науковий
Факультет	Агробіологічний

Розробники: д. с.-г. н., член-кор. НААН Патика М. В.,  
д. с.-г. н., с. н. с. Патика Т. І.

**Київ – 2020**

### 1. Опис навчальної дисципліни «Промислова біотехнологія»

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Галузь знань	20 «Аграрні науки та продовольство»	
Освітньо-науковий рівень	Третій	
Освітній ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	201 «Агрономія»	
Освітньо-наукова програма	«Агрономія»	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	-	
Форма контролю	Іспит	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	Денна форма 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, біоелектрокатализ. **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	
<b>Тема 1.</b> 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
<b>Тема 2.</b> Основні типи біопроцесів. Виробництво біомаси. Одержання спиртів, поліолів. Виробництво вторинних метаболітів.	14	2		2			10	14	2		2		10
<b>Тема 3.</b> Мікробні біотрансформації. Виробництво ферментів. Амінокислоти, органічні кислоти, вітаміни та ін. біопродукти. Біоконверсія лігноцелюлозних відходів.	14	2		2			10	14	2		2		10
<b>Тема 4.</b> Основні принципи промислових біотехнологічних процесів (стадії біотехнологічного виробництва; класифікація мікробіологічних виробництв за типом готових препаратів).	12	2					10	12	2				10
<b>Тема 5.</b> 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
<b>Тема 6.</b> Інженерна ензимологія: отримання і використання ферментів. Отримання іммобілізованих ферментів.	16	2		4			10	16	2		4		10
<b>Тема 7.</b> Біоінженерія (удосконалення біологічних об'єктів). ДНК-технології, селекція, культивування, регуляція біосинтезу та ін.	16	2		4			10	16	2		4		10
<b>Тема 8.</b> 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

<b>Тема 9.</b> Технологія отримання спирту. Біологічне отримання водню. Технологічні можливості отримання енергії із біомаси.	16	2	4	10	16	2	4	10
<b>Тема 10.</b> 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	<b>ВІДМІННО</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	<b>90–100</b>
Добре	B	<b>ДУЖЕ ДОБРЕ</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	<b>82–89</b>
	C	<b>ДОБРЕ</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	<b>74-81</b>
Задовільно	D	<b>ЗАДОВІЛЬНО</b> – непогано, але зі значною кількістю недоліків	<b>64–73</b>
	E	<b>ДОСТАТНЬО</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	<b>60-63</b>
Незадовільно	<b>FX</b>	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – потрібно працювати перед тим як отримати залік	<b>35–39</b>
	<b>F</b>	<b>НЕЗАДОВІЛЬНО</b> – необхідна серйозна подальша робота	<b>01–34</b>

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. Егорова Т.А. Основы биотехнологии: Учеб. пособие для студ. /Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. - М.: Academia, 2003. – 208 с.
2. Картель Н.А. Биотехнология в растениеводстве /Н.А. Картель, А.В. Кильчевский. – Мн.: Технология, 2005. – 310 с.
3. 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.
4. Бекер М.Е. Биотехнология / Бекер М.Е., Лиепиньш Г.К., Райпулис Е.П.– М.: Агропромиздат, 1990. – 334 с.
5. Слободян В.О. Основы біотехнології: Навч. посіб. /В.О. Слободян /Ін-т менеджменту та економіки. - Івано-Франківськ, 2002. - 188 с.
6. Промислова мікробіологія : навч. посіб. /Г. В. Яворська, С. П. Гудзь, С. О. Гнатуш; Львів. нац. ун-т ім. І.Франка. - Л., 2009. - 256 с.
7. 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.
8. Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии / Бирюков В. В. — М.: Колос, 2004. — 296 с
9. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / пер. с англ. М. : Мир, 2002. 589 с.
10. Біотехнологія мікробного синтезу /Т.І. Патика, М.В. Патика. – К., 2017. – 270 с.
11. Гадзало Я.М. Агробиологія ризосфери рослин: монографія /Я.М. Гадзало, Н.В. Патыка, А.С. Заришняк. – К.: Аграрна наука, 2015. – 386 с.
12. Мосичев М.С. Общая технология микробиологических производств /М.С. Мосичев, А.А. Складнев, В.Б. Котов. – 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 /Н.С. Егоров — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: МГУ, Наука, 2004. — 528 с.
4. Кольман Я. Наглядная биохимия: пер. с нем. /Я. Кольман, 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. — М.: Мир, 1978. — 330 с.
6. Хотянович А.В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применение препаратов на их основе (методические рекомендации) /А.В. Хотянович. — Л., 1991. — 60 с.
7. Шлегель Г. Общая микробиология /Г. Шлегель. — М.: Мир, 1987. — 566 с.