

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ
СТЕФАНИКА**



Факультет природничих наук

Кафедра біохімії та біотехнології

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мікробна біотехнологія

Освітня програма Біохімія, біотехнологія та методологія біологічних досліджень

Спеціальність 091 Біологія

Галузь знань 09 Біологія

Затверджено на засіданні кафедри біохімії та біотехнології
Протокол № 8 від "14" березня 2023р.

м. Івано-Франківськ – 2023 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Опис дисципліни
3. Структура курсу
4. Система оцінювання курсу
5. Ресурсне забезпечення
6. Контактна інформація
7. Політика навчальної дисципліни

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Мікробна біотехнологія
Освітня програма	Біохімія, біотехнологія та методологія біологічних досліджень
Спеціалізація (за наявності)	
Спеціальність	091 Біологія
Галузь знань	09 Біологія
Освітній рівень	бакалавр
Статус дисципліни	вибіркова
Курс / семестр	
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 24 год. Практичні заняття – 10 год. Самостійна робота – 56 год. Загальна кількість кредитів – 3
Мова викладання	Українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	

2. Опис дисципліни

Мікроорганізми можна знайти як у повсякденних місцях, таких як ґрунт, вода, продукти харчування та кишечник тварин, так і в більш незвичних місцях, таких як скелі, льодовики, гарячі джерела та глибоководні жерла. Величезний діапазон біохімічних і метаболічних характеристик, які розвинулися в результаті генетичних змін і природного відбору в мікробних популяціях, відображається в широкому розмаїтті середовищ існування мікроорганізмів. І ці властивості людство спершу емпірично, а згодом науково доказово навчилося використовувати у практичній діяльності, для вирішення багатьох питань економіки, екології та медицини.

Класична мікробна біотехнологія – це виробництва хліба, алкогольних напоїв, молочнокислих та квашених продуктів, органічних кислот, антибіотиків... Завдяки новим сучасним методам мікробна біотехнологія стала основою таких досягнень, як вдосконалені щеплення та засоби діагностики захворювань, вдосконалені мікробні агенти для біоконтролю шкідників рослин і тварин, модифікація патогенів рослин і тварин для зменшення їхньої патогенності, розробка нових каталізаторів для органічного синтезу, розробка нових мікроорганізмів-ферментаторів, а також розробка нових мікроорганізмів для біоремедіації води і ґрунту, забруднених сільськогосподарськими стоками. Все це стало можливим завдяки дослідженням геному мікроорганізмів. Секвенування мікробних геномів і біоінженерні дослідження мають важливе значення для прогресу в галузі продовольчої безпеки і харчування людини, захисту рослин і тварин. Н-д, класична сільськогосподарська техніка та практики досягають межі своєї ефективності у підвищенні продуктивності сільського господарства. Хімічні добрива, пестициди, гербіциди та інші засоби виробництва збільшили сільськогосподарське виробництво, але водночас спричиняють негативний вплив на продуктивність ґрунтів та якість навколишнього середовища. Тому зараз у сільському господарстві робиться на широке застосування мікроорганізмів та продуктів їх метаболізму як біодобрив, біопестицидів та цінних біодобавок; це значною мірою зумовлене генетичною

залежністю рослин від корисних функцій, що забезпечуються симбіотичними мікроорганізмами.

Цей курс знайомить з біотехнологічними застосуваннями мікроорганізмів та їхніх ферментів. У курсі будуть представлені різні галузі мікробної біотехнології та те, як вони сформувалися завдяки нещодавньому прогресу в мікробіології, молекулярній біології та біохімії. Буде висвітлено сучасний стан таких питань, як: мікробне різноманіття як джерело ферментів та біосполук; біопошуки, термофіли, морські мікроби та мікроводорості, біонафтопереробні заводи, ферменти, метаболічна інженерія (генна інженерія, оміка), енергетична біотехнологія, технологія культивування та ферментації. Предмет буде представлений у вигляді лекцій, і студенти будуть навчені читати оригінальні наукові роботи на вибрані теми в цій галузі; технологія вирощування дріжджів та виробництва пива будуть представлені, зокрема, на практичних заняттях.

Мета та цілі курсу

Мета: сформувати уявлення про наявні та перспективні шляхи застосування мікроорганізмів для вирішення низки практичних та екологічних проблем - від сільського господарства і фермерства до здоров'я людей і диких тварин, виробництва енергії та пом'якшення наслідків зміни клімату.

Цілі: розглянути різні типів мікробних біотехнологій, включаючи продукти харчування, пробіотики, пребіотики, ензібіотики, трансплантати мікробіому, антимікробні пептиди та вторинні метаболіти, в різних контекстах, включаючи здоров'я людини, сільське господарство, виробництво біопалива та біоремедіацію.

Компетентності

Після завершення цього курсу студент повинен вміти

- розрізняти різні групи мікроорганізмів: прокаріоти (бактерії, археї), еукаріоти (мікроводорості, найпростіші, гриби) та віруси
- пояснювати харчові види мікроорганізмів, їхній ріст та параметри, що на нього впливають
- описувати, як мікроорганізми та продукти їхньої життєдіяльності застосовуються в промисловості
- описати виробництво біопалива з різних ресурсів
- описувати оптимізацію штамів мікроорганізмів за допомогою модельних прогнозів та метаболічної інженерії
- пояснювати конструкцію біореактора та промислової ферментації, наприклад, у пивоварінні
- правильно поводитися з мікроорганізмами та проводити експерименти в лабораторних умовах
- аналізувати, інтерпретувати та представляти результати експериментів

Відповідно до стандарту спеціальності 091 «Біологія»

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

СК02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.

СК04. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.

СК05. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності.

СК06. Усвідомлення необхідності збереження біорізноманіття, охорони навколишнього

середовища, раціонального природокористування.

СК09. Здатність аналізувати результати взаємодії біологічних систем різних рівнів організації, їхньої ролі у біосфері та можливості використання у різних галузях господарства, біотехнологіях, медицині та охороні навколишнього середовища.

Додаткові:

СК11. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

СК13. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва.

СК14. Здатність на основі аналізу доступної інформації спланувати та/або виконати лабораторні дослідження у галузі експериментальної біології, клінічної біохімії чи окремих галузей біотехнології.

СК15. Здатність використовувати методології проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

СК16. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення

Програмні результати навчання

Відповідно до стандарту спеціальності 091 «Біологія»

ПР01. Розуміти соціальні та економічні наслідки впровадження новітніх розробок у галузі біології та біотехнології у професійній діяльності.

ПР03. Планувати, виконувати, аналізувати дані і презентувати результати експериментальних досліджень в галузі біології та біотехнологічних розробок.

ПР08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.

ПР32. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агенту, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.

ПР33. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агенту тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

ПР36. Здатність робити огляд та пошук інформації в спеціалізованій англійській літературі, використовуючи різноманітні ресурси: журнали, бази даних, онлайн ресурси.

3. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Завдання
Лекційний матеріал			
1	Різноманітність мікроорганізмів	Мати уявлення про різноманітність мікроорганізмів. Домени Бактерії та Археї охоплюють різноманіття мікроорганізмів, що відрізняються за джерелами енергії,	Тести, опрацювання лекційного матеріалу

		джерелами клітинного вуглецю або азоту, шляхами метаболізму, кінцевими продуктами метаболізму та здатністю атакувати різні органічні сполуки, що зустрічаються в природі. Різні бактерії та археї пристосувалися до будь-якого клімату та мікросередовища на Землі. Галофільні мікроорганізми ростуть у соляних ставках, інкрустованих сіллю, термофільні - на тліючих вугільних купках або у вулканічних гарячих джерелах, а барофільні живуть під величезним тиском у глибинах морів. Деякі бактерії є симбіонтами рослин, інші живуть як внутрішньоклітинні паразити в клітинах ссавців або утворюють стійкі консорціуми з іншими мікроорганізмами. Безмежна різноманітність мікроорганізмів є величезним джерелом сировини для прикладної мікробіології. Морфологічне розмаїття організмів, що відносяться до грибів, конкурує з бактеріями та археями. Гриби особливо ефективно колонізують суху деревину і відповідають за більшу частину розкладання рослинних матеріалів, виділяючи потужні позаклітинні ферменти для розкладання біополімерів (білків, полісахаридів і лігніну).	
2	Мікробна біотехнологія: сфери застосування, техніки і приклади	Знайомство з галузями застосування мікроорганізмів, Мікробна біотехнологія охоплює багато видів наукової діяльності - від виробництва рекомбінантних людських гормонів до мікробних інсектицидів, від вилуговування мінералів до біоремедіації токсичних відходів. Для цих цілей використовуються як класичні методи мікробіології, біохімії, фізхімії, так і методи молекулярної біології та генної інженерії.	Тести, опрацювання лекційного матеріалу
3	Класична біотехнологія: ферментація у промисловості	Розуміння процесу ферментації (бродиння). Конструкція біореактора та промислова ферментація. Технологія виготовлення пива.	Тести, опрацювання лекційного матеріалу
5	Рослинно-мікробні взаємодії. Мікроорганізми, які посилюють ріст та продуктивність рослин	Розуміти роль мікроорганізмів у рості та розвитку рослин, формуванні врожайності. Знати основні організми, які посилюють ріст та продуктивність рослин (н-д, азотфіксуючі мікроорганізми). Мати уявлення про біодобрива та технологію їх отримання. Використання мікроорганізмів для отримання трансгенних рослин, стійких до вірусів, комах, гербіцидів та засоленості.	
6	Молекулярна біотехнологія: виробництво білків дріжджами та бактеріями. Рекombінатні та синтетичні вакцини	Мати уявлення про використання генно-модифікованих бактерій та дріжджів для виробництва людських білків, рекомбінантних вакцин. Людський організм функціонує належним чином лише тоді, коли тисячі біологічно активних пептидів і білків - гормонів,	Тести, опрацювання лекційного матеріалу

		<p>лімфокінів, інтерферонів, різних ферментів - виробляються в точно регульованих кількостях, і серйозні захворювання виникають, коли будь-якої з цих макромолекул бракує. Однак до 1982 року єдині доступні фармацевтичні препарати цих пептидів і білків для лікування таких захворювань були отримані з тваринних джерел, і вони іноді були непомірно дорогими. Біологічно активні білки і пептиди зазвичай містяться в низьких концентраціях у тваринних тканинах, тому було важко очистити значні кількості для медичного застосування. Деякі важливі білки, такі як гормон росту гіпофіза, відрізняються у тварин і людей настільки, що препарат тваринного походження марний для лікування людей. Нарешті, було надзвичайно важко виділити лабільні макромолекули з тканин людини і тварин, не наражаючись на певний ризик того, що препарати можуть бути забруднені вірусними частинками і вірусними нуклеїновими кислотами.</p> <p>Впровадження методів рекомбінантної ДНК призвело до революції у виробництві цих сполук. З'явилася можливість клонувати сегмент ДНК, що кодує білок, і ввести клонований фрагмент у відповідний мікроорганізм, наприклад, <i>Escherichia coli</i> або дріжджі <i>Saccharomyces cerevisiae</i>. Потім "сконструйований" мікроорганізм працює як жива фабрика, виробляючи дуже велику кількість рідкісних пептидів і білків з недорогих інгредієнтів живильного середовища. І з такими продуктами, отриманими таким чином з чистих культур мікроорганізмів, немає жодних шансів на забруднення шкідливими для людини вірусами.</p> <p>У країнах, що розвиваються, інфекційні захворювання все ще спричиняють від 30% до 50% усіх смертей. Ефективних хіміотерапевтичних препаратів просто не існує для багатьох хвороб, що вражають ці регіони, а багато з тих, що існують, є занадто дорогими для більшості населення, щоб їх собі дозволити. Таким чином, вакцини стали найважливішим інструментом боротьби з інфекційними захворюваннями в цих частинах світу.</p> <p>Технологія рекомбінантних ДНК також активно використовується зараз для створення вакцин проти вірусних та бактеріальних інфекцій, оскільки традиційні вакцини мають низку проблем. Приклади таких вакцин -</p>	
--	--	--	--

		рекомбінантна вакцина проти гепатиту В. Також створюються ДНК-вакцини та РНК-вакцини. Будуть також розглянуті проблеми у розробці вакцин.	
6	Вторинні мікробні метаболіти: антибіотики та інше	<p>вторинні метаболіти виробляються лише особливими групами організмів за допомогою спеціалізованих шляхів. Їх хімічна структура, як правило, складна, і вони часто виробляються лише під час особливої фази росту, найчастіше під час стаціонарної фази. Найважливішими з цих вторинних метаболітів є антибіотики.</p> <p>Багато істориків науки стверджують, що серед багатьох наукових відкриттів ХХ століття відкриття першого антибіотика, пеніциліну (рис. 10.1), зроблене Олександром Флемінгом (повідомлення про нього з'явилося в 1928 році), має найбільший вплив на життя людини. Історія добре відома. Вважається, що Флемінг тримав досить неохайну лабораторію і, повернувшись з відпустки, виявив, що на одній з чашок Петрі, залишених на його столі, бактеріальні колонії, сусідні з колонією забруднюючої плісняви, були лізовані. Цю історію часто наводять як приклад важливості випадковості в науці. Однак ця точка зору повністю ігнорує той факт, що Флемінг присвятив усю свою кар'єру пошуку природних продуктів, які лізують бактеріальні клітини, прагнучи знайти засоби, які можна було б використовувати для лікування бактеріальних інфекцій. Насправді він відкрив фермент лізоцим кількома роками раніше, але був розчарований тим, що більшість патогенних мікроорганізмів були стійкими до його літичної дії.</p>	Тести, опрацювання лекційного матеріалу
7	Первинні метаболіти мікроорганізмів: ферменти, органічні кислоти та амінокислоти/	<p>Ферменти, очищені з мікроорганізмів активно використовуються в органічній хімії, харчовій промисловості, медицині та ін.</p> <p>Мікроорганізми можуть функціонувати як ефективні фабрики для промислового виробництва первинних метаболітів. Серед них етанол, про який йтиметься в лекції. Інші важливі первинні метаболіти, що виробляються в даний час шляхом ферментації, - лимонна кислота, вітаміни 12 та рибофлавін, амінокислоти – глу, ліз, тре, аспартат, іле. Деякі органічні кислоти та амінокислоти вважаються найбільш важливими продуктами в цій категорії</p>	Тести, опрацювання лекційного матеріалу
9	Отримання біоетанолу	<p>Розглядаються основні компоненти рослинної біомаси - целюлозу, геміцелюлози та лігнін - та їхні природні шляхи біологічного розкладу. Багато хто розглядає моносахариди, зв'язані в целюлозі та геміцелюлозах як величезне джерело відновлюваної сировини для ферментативного виробництва паливного спирту. Лекція починається з обговорення</p>	Тести, опрацювання лекційного матеріалу

		перетворення таких вуглеводів на етанол і закінчується оцінкою майбутнього впливу спирту утвореного шляхом бродіння як палива.	
10	Отримання біомаси Отримання біогазу	<p>Біомаса може мати ширше визначення, але в контексті біотехнології під нею зазвичай розуміють "всю органічну речовину, яка росте завдяки фотосинтетичному перетворенню сонячної енергії". Сонце, прямо чи опосередковано, є основним джерелом енергії на Землі, його енергія перетворюється на придатну для використання органічну форму - біомасу - зеленими рослинами, водоростями та фотосинтезуючими бактеріями.</p> <p>Біогаз — різновид біопалива — газ, який утворюється при мікробіологічному розкладанні метановим бродінням біомаси чи біовідходів, твердих і рідких органічних відходів: на звалищах, болотах, каналізації, вигрібних ямах</p>	Тести, опрацювання лекційного матеріалу
11	Мікробні токсини як потенційні інсектициди	<p>Конкуренція за врожай між людьми та комахами така ж давня, як і сільське господарство, але хімічна війна проти комах має набагато коротшу історію. Фермери почали використовувати хімічні речовини для боротьби зі шкідниками в середині 1800-х років. Не дивно, що розвиток інсектицидів йшов паралельно з розвитком хімії: перші інсектициди були в основному неорганічними та органічними сполуками миш'яку, потім з'явилися хлорорганічні сполуки, фосфорорганічні сполуки, карбамати, піретроїди та формаїдини, багато з яких використовуються і сьогодні. У 2001 році світові продажі хімічних інсектицидів включали понад 1,23 мільйона фунтів активних інгредієнтів і досягли близько 9,1 мільярда доларів на рік.</p> <p>Покладання виключно на хімічні пестициди має свої недоліки. Найголовніший з них полягає в тому, що широке використання однокліматичних сполук надає вибірково еволюційну перевагу нащадкам шкідників, які набули резистентності до цих речовин.</p>	Тести, опрацювання лекційного матеріалу
11	Мікробні полісахариди та поліестери	У цій главі розглядаються два класи біополімерів: полісахариди та поліефіри. До полісахаридів належать одні з найпоширеніших сполук вуглецю в біосфері - рослинні полісахариди, целюлоза і геміцелюлози (про них мова піде в розділі 12), а також набагато менш поширені, але корисні полімери водоростей, такі як агар і карагенан. Бактерії та гриби також виробляють багато різних типів полісахаридів, деякі з них у кількостях, що	Тести, опрацювання лекційного матеріалу

		<p>значно перевищують 50% сухої ваги клітини. Високомолекулярні полієфіри виробляються виключно прокаріотами і довгий час представляли інтерес лише для студентів, які вивчають мікробну фізіологію.</p> <p>Полісахариди використовуються для модифікації характеристик течії рідин, стабілізації суспензій, флокуляції частинок, інкапсуляції матеріалів та виробництва емульсій. Серед багатьох інших прикладів - використання полісахаридів як іонообмінних агентів, молекулярних сит і, у водних розчинах, як носіїв гідрофобних молекул. Полісахариди використовуються для підвищення нафтовіддачі пластів і як агенти, що зменшують опір на суднах.</p> <p>Значний інтерес викликало відкриття того, що багато бактерій синтезують велику кількість біологічно розкладних полієфірних полімерів з високою молекулярною масою, які можуть бути використані для виробництва пластмас. Існують сотні різновидів синтетичних пластмас, а сфер їхнього застосування надто багато, щоб їх перелічити. Сучасне щорічне виробництво цих матеріалів лише у Сполучених Штатах перевищує 30 мільярдів фунтів стерлінгів.</p>	
12	Використання мікроорганізмів для біоремедіації та деградації токсичних речовин	<p>Мікроорганізми, в першу чергу хемолітотрофні прокаріоти, ефективні при біологічному вилугованні низькосортних руд та у вилученні токсичних важких металів з навколишнього середовища</p> <p>Мікроорганізми чудово використовують органічні речовини, природні чи синтетичні, як джерела поживних речовин та енергії. До них належать деякі синтетичні сполуки - миючі засоби, розчинники (трихлоретан, толуол, ксилоли) і трансформаторні рідини (поліхлорбіфеніли) - які, здається, дуже відрізняються від будь-яких природних сполук, з якими такий організм може зіткнутися. Поясненням цього дивовижного діапазону деградаційних здібностей є те, що до появи людини мікроорганізми вже мільярди років співіснували з величезним розмаїттям органічних сполук.</p>	Тести, опрацювання лекційного матеріалу
Практичні заняття			
1	Класична біотехнологія: виробництво хліба та алкогольних напоїв. Загальні уявлення. Культивування дріжджів	Спиртове бродіння то його практичне застосування. Характеристика мікроорганізмів, які здійснюють ферментацію. Культивування дріжджів у лабораторії та промисловості.	Повторення матеріалу з курсу мікробіології «Типи бродіння» Опрацювання лаб.протоколу по культивуванню дріжджів

2	Технологія виготовлення ферментованих напоїв	Технологія виробництва пива та вина та інших ферментованих напоїв.	Опрацювання лекційного матеріалу, створення макет-схеми – «Технологія виготовлення пива» Дискусія « Типи вин і процедура їх виготовлення»
3	Класична біотехнологія: виробництво молочнокислих продуктів	Молочнокисле бродіння, його типи та характеристика молочнокислих бактерій. Технологія виробництва молочнокислих продуктів – кефіру, сиру, йогурту і т.д. і квашених продуктів.	Повторення матеріалу з курсу мікробіології «Типи бродіння» Підготовка презентацій по виробництву різних продуктів на основі молочно-кислого бродіння. Дискусія
4	Технологія біологічного очищення вод	Мати уявлення про використання мікробіодоростей та бактерій для очистки води, етапи очистки води.	Самостійне опрацювання матеріалу «Методи очистки води», «Методи біологічної очистки води»
5	Нові перспективні напрямки мікробних технологій	Орієнтація у сучасних напрямках мікробної біотехнології.	Індивідуальні Презентації

4. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання навчальної дисципліни	Форма контролю – залік: поточний контроль – 50 балів; підсумковий контроль (залік) – 50 балів.
---	--

Накопичування балів під час вивчення дисципліни

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Поточний контроль	50
Лекція	12
Практичні заняття	58
Індивідуальне завдання	10
Самостійна робота	10
Підсумкова контрольна робота	10
Додаткові заохочувальні бали, які можуть доповнити оцінку до 100 балів	(40)
Разом	100

Розподіл кількості балів за видами занять

Вид навчальної роботи	Кількість балів
Лекція 1	1
Лекція 2	1
Лекція 3	1
Лекція 4	1
Лекція 5	1
Лекція 6	1
Лекція 7	1

Лекція 8	1
Лекція 9	1
Лекція 10	1
Лекція 11	1
Лекція 12	1
Практичне заняття 1	11
Практичне заняття 2	12
Практичне заняття 3	11
Практичне заняття 4	12
Практичне заняття 5	12
Індивідуальне завдання	10
Самостійна робота	10

Поточний контроль

Методи поточного контролю:

- Усний контроль (в ході опитування, бесіди, доповіді, читання тексту, повідомлення на задану тему та ін.);
- • Командне завдання
- Тестовий контроль;
- Презентації
- Проект

Заохочувальні бали

1. Підготовка публікації до друку та/або виступу на конференції за тематикою дисципліни (до 5 балів)
2. Участь у вебінарі чи прослуховування курсу за тематикою дисципліни (до 30 балів)
3. Участь у студентських наукових конкурсах та олімпіадах (до 5 балів)

4. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	Мультимедіа, комп'ютери, реактиви та лабораторне обладнання мікробіологічної лабораторії
Навчальні аудиторії ПНУ, зокрема корпусу факультету природничих наук	Для проведення лекцій необхідна аудиторія з мультимедійним проектором Для проведення практичних будуть використовуватися лабораторії кафедри біохімії та біотехнології
Література:	
1	Байляк М.М. Підвищення адаптаційного потенціалу дріжджів <i>Saccharomyces cerevisiae</i> та плодової мушки <i>Drosophila melanogaster</i> рослинними екстрактами, кетокислотами та аргініном. Автореф. дис... д-ра біол. наук: 03.00.04, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Чернівці, 2019, 38 с.
2	Bayliak M.M., Burdyliuk N.I., Izers'ka L.I., Lushchak V.I. Concentration-dependent effects of <i>Rhodiola rosea</i> on long-term survival and stress resistance of yeast <i>Saccharomyces cerevisiae</i> : the involvement of YAP 1 and MSN2/4 regulatory proteins. <i>Dose Response</i> . 2014. Vol. 12(1). P. 93-109.
3	Chen X., Pan S., Li F., Xu X., Xing H. Plant-derived bioactive compounds and potential health benefits: involvement of the gut microbiota and its metabolic activity. <i>Biomolecules</i> . 2022. Vol. 12(12), 1871.
4	Cragg G.M., Newman D.J. Natural products: a continuing source of novel drug leads. <i>Biochimica et biophysica acta</i> . 2013, Vol. 1830(6). P. 3670-3695.
5	Gong H., He P., Lan X., Zeng L., Liao Z. Biotechnological approaches on engineering medicinal

- tropane alkaloid production in plants. *Front. Plant. Sci.* 2022 Vol. 13, 924413
- 6 Newman D.J., Cragg G.M. Natural products as sources of new drugs from 1981 to 2014. *J Nat Prod.* 2016. Vol. 79(3). P. 629-661.
 - 7 Stambulska U.Y., Bayliak M.M. Legume-Rhizobium Symbiosis: Secondary Metabolites, Free Radical Processes, and Effects of Heavy Metals. In: Merillon JM., Ramawat K. (eds) *Co-Evolution of Secondary Metabolites. Reference Series in Phytochemistry.* Springer, Cham, 2020. P. 291-322. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_43
 - 8 Buchholz, K., & Collins, J. (2013). The roots--a short history of industrial microbiology and biotechnology. *Applied microbiology and biotechnology*, 97(9), 3747–3762. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-4768-2>
 - 9 Buchholz, K., & Collins, J. (2013). The roots--a short history of industrial microbiology and biotechnology. *Applied microbiology and biotechnology*, 97(9), 3747–3762. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-4768-2>
 - 10 Snijder, H. J., & Hakulinen, J. (2016). Membrane Protein Production in *E. coli* for Applications in Drug Discovery. *Advances in experimental medicine and biology*, 896, 59–77. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27216-0_5
 - 11 Reetika Singh, Chapter 8 - Microbial Biotechnology: A Promising Implement for Sustainable Agriculture, Editor(s): Jay Shankar Singh, D.P. Singh, New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, Elsevier, 2019, Pages 107-114, ISBN 9780444641915, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64191-5.00008-0>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444641915000080>)
 - 12 Stambulska U., Bayliak M.M., Lushchak V.I. Chromium(VI) toxicity in legume plants: modulation effects of rhizobial symbiosis. *BioMed Research International.* 2018. Vol. 2018, Article ID 8031213, 13 pages. doi:10.1155/2018/8031213
 - 13 Glazer, A., & Nikaido, H. (2007). *Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511811227
 - 14 Bušić, A., Marđetko, N., Kundas, S., Morzak, G., Belskaya, H., Ivančić Šantek, M., Komes, D., Novak, S., & Šantek, B. (2018). Bioethanol Production from Renewable Raw Materials and Its Separation and Purification: A Review. *Food technology and biotechnology*, 56(3), 289–311. <https://doi.org/10.17113/ftb.56.03.18.5546>

6. Контактна інформація

Кафедра	Кафедра біохімії та біотехнології Адреса: ауд. 606, 6-тий поверх, корпус факультету природних наук ПНУ ім. Василя Стефаника, вул. Галицька, 201, м. Івано-Франківськ kbh@pnu.edu.ua 0342596171 (роб.)
Викладач (і) Гостьові лектори	Байляк Марія Михайлівна, доктор біологічних наук, професор
Контактна інформація викладача	maria.bayliak@pnu.edu.ua

7. Політика навчальної дисципліни

Академічна доброчесність	Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Кодекс честі ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» ➤ Положення про запобігання академічному плагіату та іншим порушенням академічної доброчесності у
--------------------------	--

	<p>навчальній та науково-дослідній роботі студентів ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника». ➤ Положення про запобігання академічному плагіату у ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”. ➤ Склад комісії з питань етики та академічної доброчесності ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”. ➤ Лист МОН України “До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності”. <p>Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням: https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/</p>
Пропуски занять (відпрацювання)	<p>Можливість і порядок відпрацювання пропущених студентом занять регламентується «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) (див. стор. 4.).</p>
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	<p>У разі виконання завдання студентом пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка за завдання може бути або «незадовільно» або знизитися на половину встановлених балів (деталі вказуються перед видачою завдання), відповідно до «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 4-5.</p> <p>Ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p>
Невідповідна поведінка під час заняття	<p>Невідповідна поведінка під час заняття регламентується рядом положень про академічну доброчесність (див. вище) та може призвести до відрахування здобувача вищої освіти (студента) «за порушення навчальної дисципліни і правил внутрішнього розпорядку вищого закладу освіти», відповідно до п.14 «Відрахування студентів» «Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти» - ознайомитися із положенням можна за посиланням: https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p> <p>Спізнання на заняття небажані (максимально дозволене спізнання -10 хв). На заняттях не дозволяється користуватися мобільними телефонами та чи іншими мобільними пристроями під час заняття (крім випадків, передбачених навчальним планом та методичними</p>

	<p>рекомендаціями викладача). Забороняється списування. Забороняється займатися сторонніми справами на занятті (н-д, готуватись до інших занять).</p>
Додаткові бали	<p>Отримання додаткових балів за дисципліною можливе в разі виконання індивідуальних завдань, попередньо узгоджених з викладачем.</p> <p>Також за рішенням кафедри біохімії та біотехнології студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі (роботі конференцій, студентських наукових гуртків та проблемних груп, підготовці публікацій), а також були учасниками олімпіад, конкурсів відповідно до «Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 3.</p>
Неформальна освіта	<p>Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується «Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора №819 від 29.11.2019) - https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</p> <p>Як додаткові бали можуть зараховуватися курси пройдені на Coursera, Prometheus, EdEra та ін. Сумарна кількість додаткових балів за пройдені курси не перевищує 30 балів від загальної кількості балів.</p>

Викладач _____ Байляк Марія Михайлівна