

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича  
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів  
Кафедра молекулярної генетики та біотехнології



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІБХБ

Руслан БЕСПАЛЬКО

« 29 » серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА  
навчальної дисципліни

Біотехнологія лікарських рослин  
вибіркова

Освітньо-професійна програма	<u>Біологія</u>
Спеціальність	<u>Е1 Біологія та біохімія</u>
Галузь знань	<u>Е Природничі науки, математика та статистика</u>
Рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u>
	Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Мова навчання	українська

Чернівці 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Біотехнологія лікарських рослин» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біологія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 5, від 28.04.2025).

Розробник: Шелифіст Антоніна Євгенівна, доцент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, кандидат біологічних наук, доцент

**Викладач**, що забезпечує читання даної навчальної дисципліни:  
Шелифіст Антоніна Євгенівна, доцент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, кандидат біологічних наук

Погоджено з гарантом ОП  Лідія ХУДА

**Затверджено** на засіданні кафедри молекулярної генетики та біотехнології

*Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 року*

Завідувач кафедри  Роман ВОЛКОВ

**Схвалено** методичною радою навчально-наукового інституту

*Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 року*

Голова методичної ради ННІБХБ  Галина МОСКАЛИК

**Мета навчальної дисципліни.** Біотехнологія лікарських рослин – вибіркова дисципліна циклу дисциплін професійної підготовки студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю Е1 Біологія та біохімія. Призначення дисципліни – поглибити уявлення про культуру клітин і тканин лікарських рослин *in vitro*, з'ясувати роль компонентного складу живильних середовищ у здатності тканинних культур накопичувати вторинні метаболіти, розширити знання студентів про практичне застосування основних методів біотехнології лікарських рослин.

Основна мета вивчення дисципліни – формування уявлень про фізіологічні та біохімічні особливості клітин рослин за умов їх культивування *in vitro*, про основні напрямки селекції на рівні клітин та можливості використання ізольованих клітин, а також вивчення основ біотехнології лікарських рослин.

**Пререквізити:** дисципліна вивчається у 7 семестрі 4 курсу навчання, після освітніх компонент «Хімія органічна», «Ботаніка», «Загальна біохімія», «Мікробіологія», «Генетика», «Молекулярна біологія», «Фізіологія та біохімія рослин».

### Результати навчання:

В результаті навчання у здобувачів формуються наступні компетентності:

- 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.
- ЗК09. Здатність діяти соціально відповідально і свідомо з метою збереження природного навколишнього середовища.
- ФК01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.
- ФК03. Здатність досліджувати різні рівні організації живого, біологічні явища і процеси.
- ФК06. Усвідомлення необхідності збереження біорізноманіття, охорони навколишнього середовища, раціонального природокористування.
- ФК09. 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.
- ФК11. Здатність розробляти науково обґрунтовані пропозиції щодо раціонального використання та збереження біологічних ресурсів та методів їх відтворення.

У результаті навчання формуються наступні програмні результати:

- ПР01. Розуміти соціальні та економічні наслідки впровадження новітніх розробок у галузі біології у професійній діяльності.
- ПР03. Планувати, виконувати, аналізувати дані і презентувати результати експериментальних досліджень в галузі біології.
- ПР10. Знати основи систематики, методи виявлення та ідентифікації неклітинних форм життя, прокариот і еукаріот й застосовувати їх для вирішення конкретних біологічних завдань.
- ПР20. Аргументувати вибір методів, алгоритмів планування та проведення польових, лабораторних, клініко-лабораторних досліджень, у т.ч. математичних методів та програмного забезпечення для проведення досліджень, обробки та представлення результатів.
- ПР25. Знати та розуміти основні принципи раціонального використання та збереження біологічних ресурсів та методи їх відтворення.

Студент повинен **знати:**

- основні етапи розвитку культуральних робіт із рослинними тканинами,
- роль фітогормонів у процесах диференціації та морфогенезу в природних умовах та умовах *in vitro*,

- характеристику типів калусних клітин та шляхи отримання суспензійної культури,
- механізми впливу на рослинні тканини антибіотиків, високих концентрацій амінокислот та їх аналогів, антиметаболітів синтезу нуклеїнових кислот та гербіцидів,
- вимоги до компонентного складу живильних середовищ,
- методи отримання вихідного матеріалу, що володіє здатністю до підвищеного синтезу БАР (селекція, отримання трансгенних рослин).

Студент повинен *вміти*:

- аналізувати особливості розвитку ізольованих тканин і клітин у процесі культивування *in vitro*,
- залежно від вимог експерименту підбирати необхідний склад живильних середовищ,
- використовувати сучасні методи біохімічних досліджень відносно культивованих тканин на предмет аналізу їх біосинтетичних потенцій,
- впливати на біосинтетичні потенції культур клітин та тканин рослин шляхом зміни компонентного складу живильного середовища,
- очищувати цільовий продукт, який нагромаджує рослинна сировина.

### Опис навчальної дисципліни Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекцій	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	4	7	3	90	12	22	-	-	56	-	залік
Заочна	4	7	3	90	4	4	-	-	82	-	залік

### Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем навчальних занять	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	усього	у тому числі					усього	у тому числі						
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
<b>Змістовий модуль 1. Біотехнології лікарської рослинної сировини</b>														
<b>Тема 1.</b> Загальна характеристика клітинних культур рослин та особливості їх культивування <i>in vitro</i>	8	2	2			4	8						8	
<b>Тема 2.</b> Клітинні технології для отримання економічно важливих речовин рослинного походження	18	2	4			12	18	1	1				16	

<b>Тема 3.</b> Рослинна біотехнологія – спосіб раціонального використання біосинтетичного потенціалу	13	2	4			7	13	1				12
Разом за ЗМ1	39	6	10			23	39	2	1			36
<b>Змістовий модуль 2. Основи клітинної селекції лікарської рослинної сировини</b>												
<b>Тема 5.</b> Стійкість до антибіотиків та селекція мутантів стійкості	13	2	4			7	13	1	1			11
<b>Тема 6.</b> Стійкість до амінокислот та їх аналогів	14	2	4			8	14	1	1			12
<b>Тема 7.</b> Механізми дії гербіцидів та молекулярні основи стійкості до них	14	2	4			8	14		1			13
<b>Тема 8.</b> Клітинні лінії, стійкі до стресових факторів	10					10	10					10
Разом за ЗМ 2	51	6	12			33	51	2	3			46
<b>Усього годин</b>	90	12	22			56	90	4	4			82

#### Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми з основними питаннями
1	<p><i>Загальна характеристика клітинних культур рослин та особливості їх культивування in vitro</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика культивування клітин рослин в умовах <i>in vitro</i>.</li> <li>2. Типи культур клітин та тканин рослин.</li> <li>3. Культивування одиночних клітин.</li> <li>4. Властивості популяції соматичних клітин.</li> <li>5. Отримання калосу і його культивування.</li> <li>6. Суспензійні культури та способи їх культивування.</li> </ol>
2	<p><i>Клітинні технології для отримання економічно важливих речовин рослинного походження</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особливості протікання процесів вторинного метаболізму в популяціях культивованих <i>in vitro</i> рослинних клітин.</li> <li>2. Фактори, що впливають на накопичення вторинних метаболітів в культурі клітин рослин.</li> <li>3. Імобілізація.</li> </ol>
3	<p><i>Рослинна біотехнологія – спосіб раціонального використання біосинтетичного потенціалу</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Загальна характеристика широкомасштабного культивування рослинних клітин.</li> <li>2. Особливості промислового культивування.</li> <li>3. Біотехнології одержання БАР рослинного походження.</li> </ol>
4	<p><i>Стійкість до антибіотиків та селекція мутантів стійкості</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вибіркова дія антибіотиків та механізм стійкості до лікарських препаратів.</li> <li>2. Прийоми виділення мутантів, стійких до антибіотиків.</li> </ol>

	3. Використання антибіотикостійких мутантів у генетичних дослідженнях.
5	<i>Стійкість до амінокислот та їх аналогів</i> 1. Характеристика механізмів стійкості до амінокислот та їх аналогів. 2. Виділення і характеристика ліній, стійких до амінокислот. 3. Виділення і характеристика ліній, стійких до аналогів амінокислот (триптофану, метіоніну, проліну, лізину). 4. Перспективи використання варіантів стійкості до амінокислот та їх аналогів.
6	<i>Механізми дії гербіцидів та молекулярні основи стійкості до них.</i> 1. Загальна характеристика біологічної дії гербіцидів. 2. Гербіциди, що блокують фотосинтез. 3. Гербіциди – інгібітори біосинтезу амінокислот. 4. Механізми стійкості та шляхи використання мутантів стійкості.

### Тематика семінарських занять з переліком питань

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

### Тематика практичних занять з переліком питань

№	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Знайомство з біотехнологічною лабораторією.</i> Структура лабораторії та її обладнання.	2
2	<i>Вимоги до живильних середовищ та особливості їх приготування</i> 1. Диференціювання та калусоутворення <i>in vitro</i> . 2. Роль макро- та мікроелементів як компонентів живильних середовищ. 3. Потреба в інших компонентах (регулятори росту, амінокислоти, вітаміни, компоненти невизначеного складу тощо). 4. Стерилізація середовищ, інструментів та матеріалу. 5. Особливості приготування живильних середовищ. 6. Фізичні фактори культивування.	4
3	<i>Роль фітогормонів при культивуванні рослинних об'єктів in vitro</i> 1. Роль фітогормонів в рослинному організмі. 2. Різноманіття фітогормонів. 3. Місце синтезу та особливості транспорту по рослині фітогормонів. 4. Біологічна активність основних груп фітогормонів.	2
4	<i>Аналіз впливу якісного і кількісного вмісту фітогормонів у живильному середовищі на розвиток рослин в культурі in vitro.</i>	2
5	<i>Особливості мутагенезу і селекція мутантів in vitro</i> 1. Характеристика вихідного матеріалу для мутагенезу і селекції. 2. Вплив мутагенів на виживання культивованих <i>in vitro</i> клітин. 3. Селекція клітинних варіантів і регенерація рослин.	2
6	<i>Аналіз впливу токсичних концентрацій амінокислот, антибіотиків та гербіцидів на рослини in vitro.</i>	2
7	<i>Особливості синтезу гінзенозидів у культурі тканин і клітин женьшеню</i> 1. Біологічно активні речовини женьшеню – гінзенозиди та їх фармакологічна дія. 2. Культура клітин і тканин женьшеню як джерело гінзенозидів. 3. Вплив екзогенних фітогормонів на ріст калусної культури женьшеню та накопичення гінзенозидів. 4. Продуктивність і генетична структура клітинних популяцій женьшеню в культурі <i>in vitro</i> .	2
8	<i>Особливості культивування раувольфії зміної</i>	2

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Культура тканин раувольфії як джерело індольних алкалоїдів.</li> <li>2. Походження та характеристика клітинної лінії А.</li> <li>3. Отримання та характеристика штаму К-27.</li> <li>4. Одержання і продуктивність суспензійних культур і клітинних клонів.</li> <li>5. Генетико-популяційні наслідки клонування штамів суперпродуцентів.</li> <li>6. Умови вирощування і продуктивність – вибрати тільки найбільш загальні положення.</li> </ol>	
9	<p><i>Використання арнебії барвної для отримання шиконіну</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Джерела отримання шиконіну.</li> <li>2. Взаємозв'язок синтезу вторинних метаболітів з іонами металів.</li> <li>3. Характер впливу іонів алюмінію на приріст біомаси та продуктивність культури клітин <i>Lithospermum erithrorhizon</i> (горобинника червонокореневого).</li> <li>4. Особливості промисловості технології підтримування культури горобинника червонокореневого.</li> <li>5. Отримання клітинної лінії АЕ-2 та її характеристика.</li> <li>6. Вплив низьких температур на продуктивність калусної культури арнебії барвної.</li> <li>7. Залежність продуктивності клітинних ліній від умов вирощування.</li> <li>8. Загальні властивості та характеристика штаму АЕ-3 арнебії барвної.</li> </ol>	4

### Тематика лабораторних занять з переліком питань

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.

### Індивідуальні науково-дослідні завдання (ІНДЗ)

Індивідуальні заняття за навчальним планом не передбачені.

### Завдання для самостійної роботи студентів

№	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	К-сть год
1	Загальна характеристика клітинних культур рослин та особливості їх культивування <i>in vitro</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гормонезалежність та стійкість до регуляторів росту.</li> <li>2. Цілющі рослини, що використовуються для профілактики та лікування різних захворювань.</li> <li>3. Фармакопейні статті та їх використання при аналізі лікарської сировини.</li> <li>4. Особливості нагромадження БАР за умови культивування рослин <i>in vitro</i>.</li> </ol>	4
2	Клітинні технології для отримання економічно важливих речовин рослинного походження	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хлорофілдефектні мутанти – генетичні основи та шляхи отримання.</li> <li>2. Особливості поведінки рослинної клітини при культивуванні в умовах <i>in vitro</i>.</li> <li>3. Використання фітогормонів різних груп у сільському господарстві.</li> <li>4. Використання рослинних екстрактів як компонентів поживних середовищ.</li> </ol>	12
3	Рослинна біотехнологія – спосіб раціонального використання біосинтетичного потенціалу	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика промислових умов культивування лікарської рослинної сировини.</li> <li>2. Методи синхронізація клітинної маси рослинних суспензійних культур: характеристика, порівняльний аналіз та значення.</li> <li>3. Промислове виробництво біологічно активних</li> </ol>	7

		препаратів за допомогою методів біотехнології.	
4	Геномна мінливість та добір в клітинних популяціях <i>in vitro</i>	1. Мінливість числа хромосом. 2. Структурні перебудови хромосом. 3. Мінливість морфології хромосом. 4. Структурно-функціональні зміни ДНК. 5. Вплив умов вирощування на геномну мінливість. 6. Головні чинники регуляції мінливості та добору в клітинних популяціях.	7
5	Стійкість до амінокислот та їх аналогів	1. Використання мутантів стійкості до амінокислот при селекції на стійкість до хвороб. 2. Шикіматний шлях біосинтезу у рослин. Його значення у біосинтезі вторинних метаболітів.	8
6	Характеристика клітинних ліній, стійких до антиметаболітів синтезу й утилізації нуклеїнових кислот	1. Біохімічні основи дії антиметаболітів і механізми стійкості до них. 2. Виділення і характеристика варіантів, стійких до аналогів піримідинових основ. 3. Виділення і характеристика варіантів, стійких до аналогів пуринових основ. 4. Значення маркерних ліній для реконструкції клітини (організму).	8
7	Клітинні ліній, стійкі до стресових факторів	1. Виділення солестійких мутантів та характеристика механізмів стійкості. 2. Біохімічні основи стійкості рослин до іонного стресу. Виділення і характеристика варіантів, стійких до іонного стресу. 3. Використання клітинних культур при селекції на посухостійкість. 4. Отримання клітинних ліній, стійких до екстремальних температур та радіаційного стресу. 5. Виведення клітинних ліній, стійких до хвороб. 6. Ауксотрофні та температурочутливі мутанти. 7. Отримання мутантних ліній, дефектних по нітратредуктазі.	10

### Методи навчання

**Методи навчання:** словесні (лекція, розповідь, пояснення, інструктаж, бесіда), наочні (демонстрація, спостереження, лабораторна робота), тренувальні вправи.

**Форми організації навчання:** лекція, лабораторна робота, самостійна робота, індивідуальне навчальне заняття, консультація.

### Система контролю та оцінювання

#### Методи контролю

- стандартизовані тести;
- есе;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- контрольні роботи;
- ефективність роботи під ламінар-боксом;
- розв'язування ситуативних задач.

### Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі усного опитування, тестового контролю, письмового опитування з використанням елементів порівняльного аналізу, перевірки протоколів лабораторних робіт, аналізу дотримання стерильності експлантів.

Підсумковий контроль (залік) проводиться у письмовій формі, яка охоплює відповідь на теоретичні питання і розв'язок практичного та тестових завдань.

#### Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

##### *Критерії підсумкового оцінювання*

- 40 балів** – вичерпна відповідь на всі теоретичні питання, правильний розв'язок запропонованої задачі та тестових завдань;
- 30 балів** – допущення окремих неточностей та наявність незначних помилок у відповідях;
- 20 балів** – відповідь неповна, наявність суттєвих помилок при розв'язанні задачі і тестових завдань;
- 10 балів** – надання окремих правильних положень з теоретичних питань, допущення грубих помилок при розв'язанні запропонованих задачі і тестів.
- 0 балів** – відсутність будь-яких правильних відповідей на запропоновані теоретичні і практичні завдання.

#### Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

##### *Критерії оцінювання виконання практичної роботи*

- 4 бали** – студент самостійно виконав всі завдання практичної роботи і зробив коректні висновки, чітко та вільно відповідає на контрольні запитання,
- 3 бали** – студент самостійно виконав всі завдання практичної роботи і зробив коректні висновки, проте припускається помилок при відповіді на контрольні запитання,
- 2 бали** – студент самостійно виконав всі завдання практичної роботи і зробив коректні висновки, проте завдання виконане невчасно, а також припустився помилок при відповіді на контрольні запитання,
- 1 бал** – студент виконав практичну роботу, проте припустився помилок при його аналізі, показує значні прогалини у знанні теоретичного матеріалу та у його використанні при обґрунтуванні результатів практичного завдання,
- 0 балів** – студент не виконав практичне завдання.

##### *Критерії оцінювання усної відповіді*

- 4 бали** – вичерпна відповідь на питання, повне володіння матеріалом,
- 3 бали** – у відповіді допущені деякі помилки, що не стосуються основної суті питання,
- 2 бали** – наявність у відповіді грубих помилок, що стосуються основоположних питань матеріалу,
- 1 бал** – наявність у відповіді лише окремих правильних тверджень,
- 0 балів** – неправильна відповідь або відсутність відповіді.

##### *Критерії оцінювання тестових завдань*

- 4 бали** – правильний розв'язок тестового завдання,
- 3 бали** – наявність третини неправильних відповідей (правильні та неповні відповіді),
- 2 бали** – наявність половини правильних відповідей,
- 1 бал** – переважання неправильних відповідей,
- 0 балів** – завдання розв'язано неправильно.

Максимальна кількість балів, яку студент може отримати під час поточного опитування перераховується через відповідний коефіцієнт і становить 6 балів.

### Критерії оцінювання модульних контрольних робіт

Проміжний модульний контроль включає відповідь на одне теоретичне питання, аналіз запропонованого складу живильного середовища на предмет його коректності та розв'язок 4 тестових завдань. Максимальна кількість балів за кожне із завдань – 4 бали. У разі допущення помилок чи надання неповної відповіді оцінка знижується на 1 бал відповідно до допущеного ступеня неточності.

### Критерії оцінювання самостійної роботи

Питання самостійної роботи включені у перелік запитань до змістового та підсумкового модулів.

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота; модульні контрольні роботи)								Кількість балів (залікова робота)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	M1	T4	T5	T6	M2	40	100
6	6	6	12	6	6	6	12		

T1, T2... T6 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Зараховано	A (90-100)	відмінно
Зараховано	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Зараховано	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Не зараховано	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компоненту до перескладання

### Перелік питань для самоконтролю та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

1. Шляхи використання методів культивування ізольованих клітин і тканин.
2. Різновиди та загальна характеристика клітинних культур, що культивуються *in vitro*.
3. Особливості калусних клітин та характеристика їх циклу розвитку.
4. Шляхи направленості процесу регенерації. Значення соматоклональної мінливості.
5. Основні властивості та загальна характеристика суспензійних культур.
6. Порівняльний аналіз методів культивування одиночних клітин та їх особливості.
7. Фізіологічна асинхронність як одна з основних характеристик калусних культур.
8. Генетична гетерогенність як одна з основних характеристик калусних культур.
9. Роль калусної тканини в природних умовах та особливості його отримання *in vitro*.
10. Особливості отримання вирощування суспензійних культур та їх переваги над калусними.

11. Порівняльний аналіз способів культивування клітинних суспензій.
12. Особливості протікання процесів вторинного метаболізму в культурі *in vitro*.
13. Фактори, що впливають на накопичення вторинних метаболітів в культурі клітин рослин.
14. Порівняльний аналіз промислових біореакторів. Сутність двостадійного культивування культури клітин рослин.
15. Загальна характеристика лікарських рослин та різноманіття лікарської рослинної сировини.
16. Класифікація лікарських рослин за ступенем вивченості та практичного використання та переваги їх застосування у медицині.
17. Діючі та супутні речовини: їх різноманіття та властивості.
18. Особливості промислового культивування рослинних клітинних культур та вимоги до апаратури.
19. Переваги біотехнологічного отримання БАР та етапи роботи з культурою, пов'язані з цим.
20. Причини повільного розвитку біотехнологій та шляхи їх подолання.
21. Характеристика основних умов культивування у біореакторах та особливості поведінки рослинних клітинних популяцій.
22. Характеристика клітинних культур щодо здатності виділяти БАР у середовище росту, різноманіття процедур їх виділення та очистки у промислових масштабах.
23. Суть метаболічної інженерії та її місце серед біотехнологій напрацювання БАР та причини гальмування впровадження досягнень генетичної інженерії у практику.
24. Загальна характеристика механізмів дії антибіотиків на рослинну клітину та механізмів стійкості до них.
25. Прийоми виділення мутантів, стійких до антибіотиків.
26. Характеристика стійкості хлоропластів і мітохондрій до антибіотиків та використання антибіотикостійких мутантів у генетичних дослідженнях.
27. Стійкість до амінокислот та їх аналогів: доцільність отримання, особливість регуляції синтезу у чутливих та стійких форм.
28. Причини токсичної дії аналогів амінокислот та механізми стійкості до них.
29. Різноманіття стійких рослинних клітинних ліній до амінокислот і їх аналогів та шляхи їх використання.
30. Загальна характеристика біологічної дії гербіцидів.
31. Порівняльний аналіз гербіцидів, що блокують фотосинтез.
32. Гербіциди – інгібітори біосинтезу амінокислот. Механізми стійкості до гербіцидів.
33. Умови придатності стійких до гербіцидів клітинних ліній напрямки їх використання.
34. Стійкість до нуклеотидів та їх аналогів: доцільність отримання, особливість регуляції синтезу у чутливих форм та суть токсичної дії аналогів азотистих основ.
35. Механізм токсичної дії аналогів пуринових основ.
36. Механізм токсичної дії піримідинових основ.
37. Механізми стійкості до антиметаболітів синтезу нуклеїнових кислот та шляхи їх використання.
38. Роль макро- та мікроелементів як компонентів живильних середовищ.
39. Регулятори росту.
40. Потреба в інших компонентах (амінокислоти, вітаміни, компоненти невизначеного складу тощо).
41. Стерилізація середовищ, інструментів та матеріал.
42. Особливості приготування живильних середовищ.
43. Фізичні фактори культивування.
44. Роль фітогормонів в рослинному організмі.
45. Різноманіття фітогормонів.
46. Місце синтезу та особливості транспорту по рослині фітогормонів.
47. Біологічна активність основних груп фітогормонів.
48. Речовини спеціалізованого обміну: гідроароматичні, фенольні сполуки, глікозиди, ефірні олії, алкалоїди (тільки загальна характеристика, без формул) – різноманіття, особливості

нагромадження та спектр біологічної дії.

49. Практичне значення соматональної мінливості.
50. Головні чинники регуляції мінливості та добору в клітинних популяціях *in vitro*.
51. Популяційно-генетичні регуляції мінливості та добору в клітинних популяціях *in vitro*.
52. Характеристика вихідного матеріалу для мутагенезу і селекції.
53. Вплив мутагенів на виживання культивованих *in vitro* клітин.
54. Селекція клітинних варіантів і регенерація рослин.
55. Особливості формування ембріодів у суспензійному середовищі клітин полину.
56. Характеристика агрегатів клітин суспензійної культури полину. Зв'язок появи деградуючих клітин із секреторними властивостями полину.
57. Залежність між нагромадженням арглабіну та кривими росту суспензійних культур.
58. Культура тканин раувольфії як джерело індольних алкалоїдів.
59. Походження та характеристика клітинної лінії А.
60. Отримання та характеристика штаму К-27.
61. Одержання і продуктивність суспензійних культур і клітинних клонів.
62. Генетико-популяційні наслідки клонування штамів суперпродуцентів.
63. Умови вирощування і продуктивність – вибрати тільки найбільш загальні положення.

### Зарахування результатів неформальної освіти

Зарахування результатів неформальної освіти проводиться згідно «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти у системі формальної освіти)» <https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

### Рекомендована література

#### основна

1. Аннамухаммедова, О.О., & Аннамухаммедов, А.О. (2014). *Лікарські рослини: навч. посібник*. ЖДУ ім. І. Франка.
2. Кунах В.А. (2005). Біотехнологія лікарських рослин. *Генетичні та фізіолого-біохімічні основи*, Логос.
3. Кушнір Г.П., & Сарнацька В.В. (2005) *Мікрональне розмноження рослин*, Наукова думка.
4. Мельничук М.Д., Новак Т.В., & Кунах В.А. (2003). *Біотехнологія рослин: Підручник*, ПоліграфКонсалтинг.
5. Юрченко О.Г., & Родіонов В.М. (2008). *Методичні вказівки до вивчення курсу «Хроматографічні методи розділення органічних сполук» для студентів спеціальності «Хімічна технологія органічних речовин»*, Видавництво «Політехніка».
6. Мусієнко М.М., & Панюта О.О. (2005). *Біотехнологія рослин. Навчальний посібник*, Київський університет.
7. Пороннік, О. О., Шаблій, В. А., & Кунах, В. А. (2008). Одержання культури тканин синяка подорожникового (*Echium plantagineum* L.). *Біотехнологія*, 1(3), 56-63.
8. Bieda, O.A., Konvaliuk, I.I., Mozhylevska, L.P., Lukashov, S.S., Kunakh, V.A., & Yarmoluk, S.M. (2021). Determination of content of indole alkaloids in cell biomass of *Rauwolfia serpentina* Benth. ex Kurz tissue culture. *Current Issues in Pharmacy and Medicine: Science and Practice*, 14(1), 73–78. <https://doi.org/10.14739/2409-2932.2021.1.226810>
9. Malik, S., Bhushan, S., Sharma, M., & Ahuja, P.S. (2016). Biotechnological approaches to the production of shikonins: a critical review with recent updates. *Crit Rev Biotechnol*, 36(2), 327-40. doi: 10.3109/07388551.2014.961003.

#### допоміжна

1. Кунах, В. А. (2008). Біотехнологія рослин для поліпшення умов життя людини. *Biotechnologia Acta*, 1(1), 028-039.
2. Федорченко С.В., Курта С.А. (2012). *Хроматографічні методи аналізу: навч. посіб.*, Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника.

3. Ковальов В.М., Павлій О.І., Ісакова Т.І. (2004). *Фармакогнозія з основами біохімії рослин: Підруч для студ вищ фармац навч закл та фармац ф-тів вищих мед навч закл III—IV рівнів*. НФаУ, МТК-книга.
4. Бублик О.М., Андрєєв І.О., Спірідінова К.В., Можилевська Л.П., & Кунах В.А. (2021). Живильні середовища для культивування *in vitro* тканин *Ungernia victoris* Vved. ex Artjushenko. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*, 14(1): 73-78.
5. Ahmed AL-Oqab, M., Zaid, S., & Al-Ammouri, Y. (2023). Effects of basic media and plant growth regulators on Direct-somatic embryogenesis induction in vegetative strains obtained from the tissue culture of *digitalis purpurea*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35(2). <https://doi.org/10.9755/ejfa.2023.v35.i2.3008>.
6. Steingroewer, J., Bley, T., Georgiev, V., Ivanov, I.G., Lenk, F., Marchev, A.S., & Pavlov, A. (2013). Bioprocessing of differentiated plant in vitro systems. *Engineering in Life Sciences*, 13(1), 26–38.

### Інформаційні ресурси

1. Дубровна О.В., & Бавол А.В. (2011). Мінливість геному пшениці в культурі *in vitro*. *Цитологія і генетика*, 45(5), 76-84. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/CLG\\_2011\\_45\\_5\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/CLG_2011_45_5_12)
2. Мельничук М.Д., & Кляченко О.Л. (2014). *Біотехнологія в агрофермі: Навчальний посібник* – Режим доступу: <http://www.nubip.edu.ua/sites/default/files>

### Політика академічної доброчесності

Впродовж семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою застосовують письмові роботи та тестовий контроль. При виконанні різних форм робіт студенти повинні дотримуватися принципів академічної доброчесності.

Питання плагіату та академічної доброчесності регламентуються ЗУ «Про вищу освіту» та локально-правовими актами ЗВО: Правила академічної доброчесності у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/lnojdab4/pravya-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>

Положення про виявлення та запобігання плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича [https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwwb/po\\_lozhennia-chnu-pro-plahiat-2023plusdotatky-31102023.pdf](https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwwb/po_lozhennia-chnu-pro-plahiat-2023plusdotatky-31102023.pdf)

та Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>