

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



Руслан БЕСПАЛЬКО

« 29 » серпня 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни

**Генетична інженерія**  
**вибіркова**


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

Чернівці 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни Генетична інженерія 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:** Панчук Ірина Ігорівна, професор кафедри молекулярної генетики та біотехнології, доктор біологічних наук

**Викладач,** що забезпечує читання даної навчальної дисципліни:  
Панчук Ірина Ігорівна, професор кафедри молекулярної генетики та біотехнології, доктор 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  Галина МОСКАЛИК

## Мета навчальної дисципліни

Генетична інженерія – вибіркова дисципліна для студентів першого (бакалаврського) рівня навчання за спеціальністю Біологія та біохімія.

**Мета курсу** – сформувати у студентів цілісне уявлення про технології створення, модифікації та експресії генетичного матеріалу, навчити застосовувати методи генетичної інженерії для аналізу та конструювання організмів із новими властивостями, а також розуміти ризики, обмеження та етичні аспекти таких маніпуляцій.

Призначення дисципліни – надання майбутнім фахівцям знань про класичні прийоми, що використовуються у технології отримання рекомбінантних ДНК та сучасні системи редагування геному – CRISPR-CAS; методи оптимізації експресії чужорідних генів; методи отримання генетично модифікованих мікроорганізмів, рослин, тварин. Курс також розглядає застосування генетично модифікованих мікроорганізмів у біотехнології, сільському господарстві та промисловості, біобезпеку і етичні аспекти генетичних маніпуляцій.

**Пререквізити.** До початку вивчення дисципліни студент повинен набути знань про функціонування живого організму на молекулярному рівні (Молекулярна біологія), особливості перебігу метаболічних процесів (Загальна біохімія), про закономірності спадковості та мінливості генетичного матеріалу (Генетика), функціонування тваринного організму на клітинному та організменному рівнях (Фізіологія людини і тварин).

### Результати навчання

В результаті навчання у здобувачів формуються такі компетентності:

#### *Загальні 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.
- ЗК09. Здатність діяти соціально відповідально і свідомо з метою збереження природного навколишнього середовища. В результаті навчання формуються такі програмні результати.

#### *Фахові компетентності*

- ФК02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.
- ФК04. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.
- ФК05. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності.
- ФК06. Усвідомлення необхідності збереження біорізноманіття, охорони навколишнього середовища, раціонального природокористування.
- ФК11. Здатність розробляти науково обґрунтовані пропозиції щодо раціонального використання та збереження біологічних ресурсів та методів їх відтворення.

#### *Програмні результати навчання*

- ПР01. Розуміти соціальні та економічні наслідки впровадження новітніх розробок у галузі біології у професійній діяльності.
- ПР02. Застосовувати сучасні інформаційні технології, програмні засоби та ресурси Інтернету для інформаційного забезпечення професійної діяльності.
- ПР03. Планувати, виконувати, аналізувати дані і презентувати результати експериментальних досліджень в галузі біології.
- ПР09. Дотримуватися положень біологічної етики, правил біологічної безпеки і біологічного захисту у процесі навчання та професійній діяльності.
- ПР12. Демонструвати знання будови, процесів життєдіяльності та функцій живих організмів, розуміти механізми регуляції фізіологічних функцій для підтримання гомеостазу біологічних систем.

ПР21. Аналізувати інформацію про різноманіття живих організмів.

ПР25.Знати та розуміти основні принципи раціонального використання та збереження біологічних ресурсів та методи їх відтворення.

Студент повинен **знати**:

- принципи роботи ферментів, що використовуються для створення рекомбінантних ДНК (рестриктаз, лігаз, полімераз тощо);
- типи векторів (плазмідні, вірусні, експресійні, рослинні, вектори для синтетичної біології) та їхні функціональні елементи;
- основні методи отримання рекомбінантних молекул ДНК та принципи клонування генів;
- методи трансформації бактерій, дріжджів, рослин і тварин;
- стратегії оптимізації експресії гетерологічних генів у різних системах;
- шляхи створення генетично змінених форм рослин та тварин та перспективи їх практичного використання;
- технологічні прийоми отримання генетично-модифікованих організмів;
- переваги та недоліки господарського використання ГМО;
- морально-етичні аспекти створення та використання ГМО;
- основні прийоми у редагуванні геному.

**вміти**:

- застосовувати на практиці знання та навички отримані при вивченні дисципліни; аргументовано пояснити вимоги до створення нових клонів, штамів та трансгенних організмів в залежності від наукової та практичної мети;
- складати логічні схеми аналізу новостворених організмів;
- використовувати практичні навички вибору моделі для дослідження та стратегії побудови експерименту в залежності від кінцевої мети;
- методи аналізу ГМО;
- вирішувати проблемні завдання з генетичної інженерії.

### Опис навчальної дисципліни Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	Годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	4	7	3	90	14	16	-		60	-	залік
Заочна	4	7	3	90	4	4			82	-	залік

### Структура змісту навчальної дисципліни

Теми лекційних занять	Кількість годин													
	Денна форма							Заочна форма						
	усього	у тому числі						усього	у тому числі					
		л	пр	лаб	інд	с.р.	л		пр	лаб	інд	с.р.		
<b>Модуль 1. Технологія рекомбінантних ДНК</b>														
Тема 1. Ферменти для створення рекомбінантних ДНК	<b>10</b>	2	2			6	<b>10</b>							10
Тема 2. Вектори	<b>12</b>	2	4			6	<b>12</b>							12

для клонування у бактеріях												
Тема 3. Конструювання гібридних молекул ДНК <i>in vitro</i>	12	2	2			8	12	2	2			8
<b>Разом за змістовим модулем</b>	<b>34</b>	<b>6</b>	<b>8</b>			<b>20</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>30</b>
<b>Теми лекційних занять</b>	<b>Модуль 2. Методи модифікації геному</b>											
Тема 4. Використання генетично модифікованих мікроорганізмів у промисловості	14	2	2			10	14					14
Тема 5. Методологія створення генетично модифікованих рослин	14	2	2			10	14					14
Тема 6. Генетичні маніпуляції тварин	14	2	2			10	14					14
Тема 7. Редагування геному для отримання організмів з новими ознаками	14	2	2			10	14	2	2			10
<b>Разом за змістовим модулем</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			<b>40</b>	<b>56</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>52</b>
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>14</b>	<b>16</b>			<b>60</b>	<b>90</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			<b>82</b>

#### Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми з основними питаннями
Тема 1	<i>Ферменти для створення рекомбінантних ДНК</i> - рестриктази та їх специфічність - лігази, полімерази, топоізомерази - ензимні системи для роботи з РНК
Тема 2	<i>Вектори для клонування у бактеріях</i> - плазмідні вектори: будова й властивості - експресійні вектори для бактерій, дріжджів і еукаріот - вектори для синтетичної біології, репортерні конструкції - селекційні маркери та регуляторні елементи
Тема 3	<i>Конструювання гібридних молекул ДНК in vitro</i> - принципи конструювання химерних днк in vitro - методи клонування: класичні та сучасні - скринінг та ідентифікація рекомбінантів - оптимізація експресії чужорідних генів (кодон-оптимізація, промотори, регулятори)
Тема 4	<i>Використання генетично модифікованих мікроорганізмів у промисловості</i> - створення трансформованих бактерій і дріжджів - експресія рекомбінантних білків

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- промислове застосування ГМО (фармація, ферменти, біопаливо, харчова промисловість)</li> <li>- біобезпека, рівні BSL та регуляції використання ГМО</li> </ul>
Тема 5	<p><i>Методологія створення генетично модифікованих рослин</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Agrobacterium</i>-опосередкована трансформація</li> <li>- біолістика та альтернативні методи трансформації</li> <li>- стратегії отримання ГМО з новими властивостями</li> <li>- маркерні системи, селекційні лінії, регенерація рослин</li> <li>- застосування ГМ-рослин у сільському господарстві</li> </ul>
Тема 6	<p><i>Генетичні маніпуляції тварин</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- трансгенні та нокаутні тварини</li> <li>- методи введення ДНК: мікроін'єкція, вірусні вектори, електропорація</li> <li>- моделі для біомедицини (миші, зебрафіш, інші)</li> <li>- етичні вимоги та біобезпека</li> </ul>
Тема 7	<p><i>Редагування геному для отримання організмів з новими ознаками</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип роботи систем CRISPR/Cas</li> <li>- нокаут, нокін, точкове редагування</li> <li>- prime editing, base editing, gene drive</li> <li>- порівняння CRISPR із ZFN і TALEN</li> </ul>

### Тематика семінарських занять з переліком питань

Семінарські заняття не передбачені

### Тематика практичних занять з переліком питань

№	Назва теми з основними питаннями
1	<p><i>Рестриктне картування послідовностей плазмідних векторів</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Аналіз плазмідного вектора, визначення полілінкера</li> <li>- Вибір рестриктаз</li> <li>- Побудова таблиці: фермент – кількість сайтів – розмір фрагментів</li> </ul>
2	<p><i>Аналіз послідовності рекомбінантної плазмідної ДНК</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ознайомлення зі структурою плазмідного вектора (ORI, MCS, селективні маркери).</li> <li>- Визначення сайтів рестрикції та їх кількості.</li> <li>- Ідентифікація вставки: межі, довжина, орієнтація.</li> <li>- Перевірка наявності промоторів, термінаторів, сигнальних пептидів.</li> <li>- Виявлення можливих мутацій або рамки зчитування (ORF analysis).</li> </ul>
3	<p><i>Дизайн праймерів для ПЛР-ампліфікації</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вихідні дані: послідовність гена/фрагмента, який потрібно ампліфікувати.</li> <li>- Визначення параметрів праймера: довжина, GC%, температура плавлення, відсутність димерів/шпильок.</li> <li>- Використання програм (Primer3, NCBI Primer-BLAST).</li> <li>- Дизайн forward та reverse праймера.</li> <li>- Додавання рестрикційних сайтів або тегів (за необхідності).</li> </ul>
4	<p><i>CRISPR-Cas9 опосередкована трансформація клітинних ліній тварин</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вибір мішені (target site) у гені.</li> <li>- Дизайн sgRNA (мінімізація off-target ефектів).</li> <li>- Огляд векторів доставки (плазмідний, вірусний, RNP-комплекс).</li> <li>- Методи доставки CRISPR у клітини (ліпофекція, електропорація).</li> <li>- Верифікація модифікації: T7 endonuclease assay, секвенування, PCR-screening.</li> </ul>
5	<p><i>Порівняння різних методів трансформації бактеріальних клітин</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Огляд класичних способів трансформації: хімічна (CaCl<sub>2</sub>), електропорація,</li> <li>- Методи підготовки компетентних клітин.</li> <li>- Порівняння: ефективність, витрати часу, вимоги до ДНК.</li> <li>- Нанесення культур на селективні середовища.</li> <li>- Розрахунок ефективності трансформації.</li> <li>- Обмеження та переваги кожного методу.</li> </ul>
6	<p><i>Методи розрахунку ефективності лігування фрагментів ДНК у плазмідні вектори та ефективності трансформації бактеріальних клітин</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Поняття про молярне співвідношення insert:vector.</li> <li>- Розрахунок кількості ДНК для лігування .</li> <li>- Вибір оптимальної пропорції 1:1, 3:1, 5:1.</li> <li>- Оцінка ефективності лігування за електрофореграмами.</li> <li>- Фактори, що впливають на ефективність</li> </ul>
7	<p><i>Особливості отримання та використання генетично-модифікованих рослин</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Промотори CaMV35S, селективні маркери, репортерні гени (GFP, GUS)</li> <li>- Підготовка експлантів та відбір трансформантів</li> <li>- Методи підтвердження трансформантів</li> <li>- приклади створення ГМ рослин</li> <li>- Огляд нормативно-правових вимог щодо ГМО</li> </ul>
8	<p><i>Особливості отримання та використання генетично-модифікованих тварин</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отримання трансгенних ліній</li> <li>- Підтвердження модифікації: генотипування, PCR, FISH.</li> <li>- Особливості утримання та розведення ГМ тварин.</li> <li>- Приклади застосувань: моделі захворювань, біофармацевтика, трансплантологія (редаговані свині).</li> <li>- Етичні та біобезпекові обмеження.</li> </ul>

### Тематика лабораторних занять з переліком питань

Лабораторні заняття не передбачені

### Індивідуальні науково-дослідні завдання (ІНДЗ)

Індивідуальні завдання не передбачені

### Завдання для самостійної роботи студентів

№	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	К-ть год
1	Ферменти для створення рекомбінантних ДНК	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Високоточні ("high-fidelity") полімерази: механізми корекції помилок.</li> <li>- Роль топоізомераз у клонуванні та реплікації ДНК.</li> <li>- Ферменти для маніпуляцій з РНК: вимоги до чистоти зразків і запобігання деградації.</li> <li>- Біотехнологічна інженерія ферментів: створення мутантних варіантів із покращеними властивостями.</li> </ul>	6
2	Вектори для клонування у бактеріях	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Механізм контролю числа копій плазмід.</li> <li>- Порівняння експресійних систем у бактерій: T7, tac, araBAD.</li> <li>- Особливості експресійних векторів для дріжджів (pYES, pPICZ) – будова, регуляція.</li> <li>- Еукаріотичні вектори: промотори SV40, CMV, EF1<math>\alpha</math> — коли і для чого застосовуються.</li> <li>- Роль маркерів селекції (антибіотики, метаболічні маркери) у різних типах векторів.</li> <li>- Репортерні гени та принцип їх роботи (luciferase, <math>\beta</math>-</li> </ul>	6

		gal, GFP) у функціональних дослідженнях.	
3	Конструювання гібридних молекул ДНК <i>in vitro</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Сучасні методи клонування –Gibson, In-Fusion, Golden Gate.</li> <li>- Методи контролю правильності складання конструкцій: аналітична рестрикція, секвенування.</li> <li>- Роль хімічної модифікації олігонуклеотидів у конструюванні ДНК.</li> <li>- Джерела помилок під час клонування і способи їх запобігання.</li> <li>- Характеристика shuttle-векторів: принцип подвійної реплікації.</li> </ul>	8
4	Використання генетично модифікованих мікроорганізмів у промисловості	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Методи оптимізації продуктивності рекомбінантних штамів.</li> <li>- Біопроекти у виробництві ферментів (амілази, протеази, целюлази).</li> <li>- Особливості виробництва біопалива з використанням ГМО.</li> <li>- Міжнародні рівні біобезпеки (BSL1–BSL4): порівняння та приклади організмів.</li> </ul>	10
5	Методологія створення генетично модифікованих рослин	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ефективність різних промоторів у рослинах - CaMV35S, Ubiquitin.</li> <li>- Роль індуковані (inducible) промоторів у рослинній біотехнології.</li> <li>- Використання репортерних генів у рослин (GUS, LUC, GFP) — практичні приклади.</li> <li>- Соціальні та правові аспекти вирощування ГМ-рослин у різних країнах.</li> </ul>	10
6	Генетичні маніпуляції тварин	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Порівняння методів отримання нокаутних і нокінних тварин.</li> <li>- Технології створення умовних нокаутів (Cre/LoxP, Flp/FRT).</li> <li>- Роль ембріональних стовбурових клітин у генетичній інженерії мишей.</li> <li>- Особливості генетичних модифікацій у зебрафіш (CRISPR, Tol2).</li> <li>- Етичні кодекси щодо роботи з лабораторними тваринами у різних країнах.</li> <li>- Специфіка догляду за ГМ тваринами та контроль їхнього здоров'я.</li> </ul>	10
7	Редагування геному для отримання організмів з новими ознаками	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Порівняння систем редагування CRISPR/Cas9, Cas12a, Cas13.</li> <li>- Молекулярні механізми роботи base editing та prime editing.</li> <li>- Gene drive: еволюційні наслідки та екологічні ризики.</li> <li>- Методи доставки CRISPR у різні типи клітин і організмів.</li> <li>- Етичні питання редагування зародкових ліній людини.</li> <li>- Перспективи використання CRISPR у сільському господарстві, медицині, біоенергетиці.</li> </ul>	10

**Методи навчання:** словесні (розповідь, пояснення, лекція), наочні (демонстрація, ілюстрація, спостереження), робота у групах  
**Форми організації навчання:** лекція, практичні заняття, консультація.

## Система контролю та оцінювання

### Методи контролю

1. Усне опитування на практичних заняттях.
2. Письмове опитування.
3. Тестові завдання.
4. Розв'язування ситуативних завдань різного рівня складності.

### Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є:

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- проекти (наскрізні проекти; індивідуальні та командні проекти; дослідницько-творчі та ін.).

### Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі усного опитування, тестового контролю, розв'язуванні індивідуальних і групових тестових завдань, аналізу ефективності групової роботи, письмового опитування з використанням елементів порівняльного аналізу.

Підсумковий контроль (залік) проводиться у письмовій формі, яка охоплює відповідь на теоретичне питання та тестових завдань.

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

#### Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

##### *Критерії оцінювання практичних занять:*

5б – студент виконав всі практичні завдання, акуратно оформив і вчасно здав, чітко, вільно відповідає на контрольні запитання,

4б – студент виконав всі практичні завдання, акуратно оформив і вчасно здав, проте припускається помилок при відповіді на контрольні запитання,

3б – студент виконав всі практичні завдання, акуратно оформив, проте невчасно здав, припустився помилок при відповіді на контрольні запитання,

2б – студент виконав всі практичні завдання, проте припустився помилок при оформленні, не зміг дати відповіді на контрольні питання,

0б – студент не підготував практичні завдання.

##### *Критерії оцінювання тестування:*

На письмовому тестуванні студент отримує по 10 завдань по термінології курсу. Максимальну кількість балів за кожне завдання (0,5) студент отримує в разі повного і вірного висвітлення даного питання.

##### *Критерії оцінювання модульних контрольних робіт:*

На 1-й та 2-й проміжній модульній контрольній роботі студент розкриває 2 питання, серед яких 1 теоретичного, 1 – практичного характеру. Максимальну кількість балів за кожне теоретичне завдання (5) та за практичне завдання (5) студент отримує в разі повного і вірного висвітлення даного питання із зазначенням конкретних прикладів. В разі подання неповної або неточної відповіді максимальна оцінка даного завдання знижується на бал, кратний 0,5, залежно ступеня неточності.

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумковий контроль (залік)	сума
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	40	100
8	6	8	8	10	10	10		

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
<b>Відмінно</b>	A (90-100)	відмінно
<b>Добре</b>	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
<b>Задовільно</b>	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
<b>Незадовільно</b>	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. Які основні відмінності між рестриктазами різних типів (I, II, III)?
2. Чому sticky-end фрагменти ефективніші для клонування порівняно з blunt-end?
3. Які властивості визначають точність і вірність ДНК-полімераза?
4. У чому полягає біологічна функція топоізомераз і чому вони необхідні для маніпуляцій із плазмідами?
5. Які фактори впливають на активність РНК-залежних ферментів (РНКаз, РНК-полімераза) у лабораторних умовах?
6. Як обирають оптимальні умови для лігування ДНК?
7. Які структурні елементи є обов'язковими для плазмідного вектора?
8. Що таке ORI і як він визначає число копій вектора?
9. У чому відмінність між клонувальними та експресійними векторами?
10. Для чого потрібні селекційні маркери і чому їх інколи комбінують?
11. Які функції виконують репортерні гени та коли їх застосовують?
12. Які етапи містить класичне клонування за допомогою рестрикції та лігування?
13. Які методи дозволяють перевірити правильність збирання рекомбінантної ДНК?
14. Чому кодон-оптимізація може значно підвищити рівень експресії гена в гетерологічній системі?
15. Які причини можуть спричинити невдачу у клонуванні вставки в плазмідний вектор?
16. Чим відрізняються коректні та некоректні рамки зчитування при створенні химерних генів?
17. Які особливості експресії рекомбінантних білків у бактерій і чим вони відрізняються від дріжджів?
18. Чому інколи потрібна секреція білка в середовище, а не накопичення в цитоплазмі?

19. Які основні вимоги до штамів-продуцентів для промислових біопроектів?
20. Які ризики пов'язані з використанням ГМО у харчовій промисловості?
21. Чому *Agrobacterium tumefaciens* ефективно переносить ДНК у рослини?
22. Коли доцільно використовувати метод біолистики?
23. Які властивості повинні мати промотори для високої експресії в рослинних клітинах?
24. У чому різниця між селективними маркерами і репортерними генами?
25. Які етапи регенерації рослин після трансформації?
26. Які ризики та переваги мають ГМ-рослини для агросфери?
27. У чому полягає принцип створення трансгенних тварин методом мікроін'єкції?
28. Чим відрізняються knock-out та knock-in модифікації?
29. Які обмеження має використання вірусних векторів у генетичних модифікаціях?
30. Які основні етичні вимоги висуваються до роботи з ГМ тваринами?
31. Які документи регулюють біобезпеку під час роботи з генетично модифікованими тваринами?
32. Які основні компоненти системи CRISPR/Cas9 і яку роль виконує кожен?
33. У чому полягає різниця між покаутом і точковим редагуванням?
34. Які біологічні наслідки може мати gene drive у природних популяціях?
35. У чому переваги CRISPR порівняно з ZFN і TALEN?
36. Чи можливе безпечне редагування зародкових ліній людини? Які аргументи «за» і «проти»?

### 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

1. Brown, T. A. (2020). *Gene cloning and DNA analysis: An introduction* (8th ed.). Wiley-Blackwell.
2. Khan M.S., Khan I.A., Barh D. Applied molecular biotechnology. The next generation of genetic engineering. CRC Press, 2016. – 622 p.
3. Rout G.R., Peter K.V. Genetic Engineering of horticultural crops. Academiv Press, 2018. – 468 p.
4. Nicholl D.S.T. An introduction to genetic engineering. Cambridge University Press, 2008. – 350 p.
5. Primrose S.B. and Twyman R.M. Principles of gene manipulation and genomics. Blackwell Publishing, 2006. – 644 p.
6. Setlow J.K. Genetic engineering. Springer, 2006. – 278 p.
7. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В.А. Біотехнологія рослин. – Київ: Поліграфконсалтинг, 2003. – 516с.
8. Medical Biotechnology, Biopharmaceutics, Forensic Science and Bioinformatics/ Eds. von Inuwa H.M., Ezeonu I.M., Adetunji C.O., Ekundayo E.O., CRC Press – 2022 - 460 p.

### Онлайн та інформаційні ресурси

1. Addgene. (n.d.). *Addgene learning center*. <https://www.addgene.org/education/>
2. Protocols.io. (n.d.). *Open access laboratory protocols*. <https://www.protocols.io/>
3. NEB. (n.d.). *NEB protocols database*. <https://www.neb.com/protocols>
4. Ensembl. (n.d.). *Genome browser*. <https://www.ensembl.org/>
5. UniProt. (n.d.). *Universal protein resource*. <https://www.uniprot.org/>
6. ATCC. (n.d.). *Cell culture guides*. <https://www.atcc.org/resources/culture-guides>
7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>
8. <https://www.ebi.ac.uk>

9. <https://www.rcsb.org>
10. <https://www.snapgene.com/snapgene-viewer>
11. <https://chopchop.cbu.uib.no>

### **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 плагиату 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/pravy-la-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>
- Положення про виявлення та запобігання плагиату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwwb/polozhennia-chnu-pro-plahiat-2023plusdodatky-31102023.pdf>
- Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>