



Основи генетичної та клітинної інженерії

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 – Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>162 – Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів (120 годин): лекції – 10 год; лабораторні – 8 год; СРС – 102 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, ДКР</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: канд.техн.наук, доцент Ключак Інна Рішардівна klichak.inna@iit.kpi.ua; 050-082-28-73 (Телеграм) Лабораторні: асистент Сироїд Олена Олегівна e-mail: silenceinthelibrary1@gmail.com тел.: +380977820560 (Telegram)</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/u/0/c/NTM3Mjk1MzU0NDQz</i>

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програму навчальної дисципліни «Основи генетичної та клітинної інженерії» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки Біотехнології спеціальності 162 – Біотехнології та біоінженерія першого рівня вищої освіти – бакалавр. Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки (вибіркові освітні компоненти з Ф-каталогу).

Предмет навчальної дисципліни – процеси створення нових високопродуктивних штамів мікроорганізмів, сортів рослин, порід тварин і нових технологій отримання БАР з застосуванням методологічних підходів генетичної та клітинної інженерії та нових об'єктів біотехнології – культивованих клітин та генетично модифікованих організмів.

Дисципліна «Основи генетичної та клітинної інженерії» призначена ознайомити студентів з можливостями створення нових високопродуктивних штамів мікроорганізмів, рослин, тварин і нових технологій з застосуванням методологічних підходів, що відкрились у зв'язку з виникненням генетичної інженерії та появою принципово нових об'єктів – культивованих клітин і клітин багатоклітинних організмів. Дисципліна забезпечує формування необхідних компетентностей у відповідності до стандарту ВО спеціальності Біотехнології та біоінженерія освітнього рівня бакалавр.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів **здатностей**:

- до практичної реалізації фундаментальних генетичних законів та молекулярних механізмів біологічних явищ для створення нових промислово важливих штамів мікроорганізмів, сортів рослин, порід тварин з використанням методів генетичного конструювання *in vivo*;
- до практичної реалізації фундаментальних генетичних законів та молекулярних механізмів біологічних явищ для створення нових промислово важливих штамів мікроорганізмів, сортів рослин, порід тварин з використанням методів генетичного конструювання *in vitro*;
- до практичної реалізації фундаментальних генетичних законів та молекулярних механізмів біологічних явищ для створення клітин рослин, з заданими властивостями;
- до практичної реалізації фундаментальних генетичних законів та молекулярних механізмів біологічних явищ для створення клітин тварин і людини з заданими властивостями;
- працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини; віруси; окремі їхні компоненти);
- здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- традиційних методів отримання промислових штамів мікроорганізмів;
- основних принципів, об'єктів та методологічних підходів клітинної інженерії;

- можливостей використання досягнень клітинної біології для створення технологій, які дозволяють вирішувати важливі для господарської діяльності людини завдання;
- основних методологічних підходів генетичної інженерії;
- можливостей використання методів генетичної інженерії для створення нових промислово важливих штамів мікроорганізмів, сортів рослин та порід тварин;
- основних напрямів використання генно-інженерних продуктів, їх переваг та недоліків

уміння:

- оцінити можливості даного продуценту для подальшої селекційної роботи;
- отримувати нові штами мікроорганізмів за допомогою традиційних та генноінженерних методів;
- вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології;
- вміти здійснювати базові генетичні та цитологічні дослідження з вдосконалення і підвищення біосинтетичної здатності біологічних агентів з урахуванням принципів біобезпеки, біозахисту та біоетики (індукований мутагенез з використанням фізичних і хімічних мутагенних факторів, відбір та накопичення ауксотрофних мутантів, перенесення генетичної інформації тощо);
- вміти аналізувати біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях;
- вміти використовувати знання про шляхи біосинтезу практично цінних метаболітів для вдосконалення біотехнологій їх одержання;
- підбирати та правильно застосувати на рослинних та тваринних клітинах методи клітинно-інженерної технології відповідно до поставленої кінцевої мети (отримання необхідного продуценту чи продукту);
- отримувати клітинні культури рослин та тварин і культивувати їх різними способами;
- працювати з науковою літературою;
- аналізувати результати експериментальних досліджень;
- планувати експериментальні дослідження в галузі генетичної та клітинної інженерії.

досвід: використання методів генетичного конструювання *in vivo* та *in vitro*, а також методів біотехнології рослинної та тваринної клітини для створення біологічних агентів з заданими властивостями та технологій отримання БАР з їх використанням.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

За своїм змістом дисципліна займає визначне місце в процесі підготовки фахівців з біотехнології і є продовженням дисципліни „Генетика”, що викладається в рамках бакалаврської підготовки студентів. Викладання дисципліни базується також на знаннях та навичках, отриманих студентами при вивченні навчальних дисциплін «Загальна мікробіологія та вірусологія», «Загальна імунологія», «Біологія клітини», «Загальна біохімія», «Загальна

біотехнологія», «Процеси і апарати біотехнологічних виробництв», «Методи аналізу біотехнологічних виробництв» та забезпечує викладання ряду дисциплін освітніх рівнів «бакалавр», «магістр», «доктор філософії»: «Біоінформатика», «Генетичні дослідження в біотехнології», «Медичні біотехнології», «Білкова інженерія», «Основи клітинних технологій в біології та медицині», «Проблемні питання сучасної біотехнології», «Системний аналіз молекулярних та надмолекулярних біологічних об'єктів», «Генетичні алгоритми», «Молекулярна біологія», «Молекулярні основи клонування».

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ГЕНЕТИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Тема 1. Генетичне конструювання *in vivo*

Тема 2. Генетичне конструювання *in vitro*

РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ КЛІТИННОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Тема 1. Культивування клітин вищих рослин – перспективний метод біотехнології

Тема 2. Застосування клітинних культур у біотехнології та вірусології.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Пирог Т. П., Ігнатова О. А. Загальна біотехнологія. Київ : НУХТ, 2009. – 336 с.
2. Молекулярна генетика та технології дослідження генома: навч. посібник / М.І.Гиль, О.Ю.Сметана, О.І.Юлевич та інш. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 320 с.
3. Карпов О.В., Демидов С.В., Кир'яченко С.С. Клітинна та генна інженерія: Підручник – К.: Фітосоціоцентр, 2010. – 208 с.
4. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин : підручник. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2003. – 520 с.
5. Посібник з медичної вірусології / В.М.Гирін, В.Г.Порохницький, С.Г.Вороненко та ін. – К.: Здоров'я, 1995.
6. Основи генетичної та клітинної інженерії. Ч. I. Генетичне конструювання *in vivo*: метод. вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / Уклад. : І.Р. Клечак, Т.С. Тодосійчук, В.М. Ліновицька, Л.О. Тітова. – Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2017. – 50 с.
7. Основи генетичної та клітинної інженерії. Частина II. Клітинні технології рослин. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. Р. Клечак, В. М. Ліновицька, Л. О. Тітова. – Електронні текстові дані (1 файл: 733,37 Кбайт) – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 31 с. // <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48638>
8. Основи генетичної та клітинної інженерії. Частина III. Застосування клітинних культур в біотехнології і вірусології: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 162 – Біотехнології та біоінженерія / Уклад.: Клечак І.Р., Трохименко О.П., Ліновицька В.М., Тітова Л.О. – К.: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2017. – 36 с.

Допоміжна

9. Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Мікроклональне розмноження рослин. Київ: Наукова думка, 2005. – 272 с.

10. Мельничук М.Д., Новак Т.В., Левенко Б.О. Основи біотехнології рослин. – К.: 2000.
11. Мартиненко О. І. Методи молекулярної біотехнології. Лабораторний практикум. Київ: Академперіодика, 2010. – 232 с.
12. Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
13. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. М., Мир, 2002.
14. Федоренко В.О. , Осташ Б.О., Гончар М.В., Ребець Ю.В. Великий практикум з генетики, генетичної інженерії та аналітичної біотехнології мікроорганізмів. Навчальний посібник для студентів біологічних факультетів університетів. – Львів: Видавничий центр імені Івана Франка, 2007. – 279 с.
15. Green M.R., Sambrook J. Molecular Cloning: A Laboratory Manual (Fourth Edition), Cold Spring Harbor Lab. Press, 2012.

Інформаційні ресурси

1. Інтернет-ресурс «Молекулярная биотехнология» – <http://sites.google.com/site/anogurtsov/lectures/mbt/>
2. Інтернет-ресурс «Massive Open Online Courses – BiotechU (thinkBiotech)» – <https://www.mooc-list.com/course/biotechu-thinkbiotech>
3. Інтернет-ресурс «Молекулярная биотехнология. Биоинженерия» – <http://cit.ksavm.senet.ru/biblio/Books/molekular.pdf>
<http://agbiotechnet.com/>
<http://nal.usda.gov/>
<http://www.novartis.com/>
<http://www.protocol-online.org/>
<http://biotechknowledge.com/>
<http://www.epa.gov/>
<http://natx.com/>

Базова рекомендована література знаходиться в бібліотеці НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського». Базова література є обов'язковою для підготовки до аудиторних занять, поточних, модульних контрольних робіт та семестрових контролів, а також при виконанні ДКР.

З допоміжною літературою можна ознайомитись в читальних залах бібліотеки НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», методичному кабінеті кафедри промислової біотехнології та біофармації або знайти в інтернеті. Оскільки отримана інформація значно розширює та поглиблює інформацію, отриману з базової літератури, ознайомитись з нею хоча б по деяких питаннях є бажаним.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Лекційні заняття

Лекція 1: *Методи традиційної селекції та їх використання для створення високопродуктивних штамів мікроорганізмів. Основні методологічні підходи для одержання високопродуктивних*

штамів. Регуляція метаболізму в мікробній клітині та його використання для створення промислових штамів мікроорганізмів. Регуляція метаболізму клітини: загальні питання регулювання. Регуляція активності ферментів (ретроінгібування, координована репресія, індукція, катаболітна репресія, транз'єнтна репресія, виключення індуктора, катаболітне інгібування). Використання гібридизації для конструювання штамів мікроорганізмів з заданими властивостями.

Література: 1,6,11,14

Завдання на СРС: Вибір та підготовка вихідного штаму до селекційної роботи (чистка та стабілізація культури). Отримання та відбір мутантних штамів. Переваги та недоліки методу індукваного мутагенезу. Регуляція переносу речовин через мембрани. Регуляція транскрипції та трансляції. Регуляція засвоєння азотовмісних сполук. Протеоліз та регуляція метаболізму. Вміст аденіннуклеотидів та регуляція метаболізму. Одержання і злиття протопластів мікроорганізмів.

Література: 1,6,11,14

Лекція 2: Методи генетичного конструювання in vitro. Інструменти генетичної інженерії. Рестрикційні карти: принципи побудови, застосування. Секвенування: загальні принципи. Основні методи секвенування. Основні етапи генно-інженерного дослідження. Методи отримання генів: їх переваги, недоліки та сфери застосування.

Література: 2,3,11,12,13,15

Завдання на СРС: Ферменти генетичної інженерії: класифікація та сфери застосування. Рестриктази: визначення, класифікація, номенклатура, механізм дії. Перспективи застосування рестрикційних та генних карт.

Література: 2,3,11,12,13,15

Лекція 3: Вектори для клонування. Класифікація векторів та вимоги до них. Характеристика основних типів векторів. Вектори для еукаріот. Вектори на основі дріжджів: принципи конструювання, сфери застосування. Вектори на основі вірусу SV40 (будова вірусу, принципи конструювання, типи векторів). Загальна схема трансгенезу рослин. Вектори, що використовуються в генетичній інженерії рослин: будова Ti-плазмиди та вектори на її основі. Методи створення рекомбінантних молекул ДНК. Створення та пошук генів в клонотеках. Поняття про ПЦР. Методи об'єднання фрагментів ДНК в рекомбінантні молекули. Методи збагачення суміші лігування продуктами лігування. Ідентифікація клонів, що містять рекомбінантні молекули. Основні методи визначення місцезнаходження гена, що клонується. Гібридизація нуклеїнових кислот. Методи Нозерн-, Саузерн- та Вестерн-блоттинга. Основні способи досягнення ефективної експресії генів

Література: 2,3,11,12,13,15

Завдання на СРС: Вектори на основі плазмід. Шляхи конструювання векторів на основі плазмід: переваги, недоліки та шляхи вдосконалення. Вектори на основі бак-теріофага λ . Інші вектори на основі мікроорганізмів Човникові вектори. Вектори на основі папіломовірусів, аденовірусів, вірусу осповакцини. Вектори на основі вірусів рослин та човникові вектори на основі пластидної та мітохондріальної ДНК. Методи прямого введення генетичної інформації в клітини рослин. Спеціалізовані вектори. Напрямки вдосконалення векторів. Мутагенез in vitro.

Методи молекулярного клонування. Принципи вибору методів введення чужорідного генетичного матеріалу до клітини-реципієнта. Селективні маркери у прокаріотів, дріжджів, рослин, тварин. Методи ідентифікації рекомбінантних молекул. Можливі шляхи використання методів генетичної інженерії у мікробіологічній промисловості.

Література: 2,3,11,12,13,15

Лекція 4: Завдання, проблеми та методологія клітинної інженерії. Загальні принципи методу культури клітин, тканин, органів. Культивування клітин рослин. Середовища та методи культивування клітин та тканин рослин. Клітинні технології в створенні генетичного

різноманіття. Стабільність та варіабільність геномів рослинних клітин *in vitro*. Типи морфогенезу *in vitro*. Напрямки розвитку калусної клітини після дедиференціації. Технології, що полегшують селекційний процес: запліднення *in vitro*, експериментальна гаплоїдія, клітинна селекція. Соматична гібридизація як метод біотехнології рослин. рослин. Етапи та способи мікроклонального розмноження. Використання технології *in vitro* для промислового отримання біологічно активних сполук. Синтез вторинних метаболітів культурами клітин, тканин і органів. Основні характеристики рослинних клітин – продуцентів БАР.

Література: 3,4,7,9,10,13

Завдання на СРС: Культура окремих клітин. Протопласти як об'єкт біотехнології рослин. Загальна характеристика калусних культур. Технології *in vitro*, що прискорюють традиційний селекційний процес: штучні асоціації клітин вищих рослин, протопластів та калусних тканин з мікроорганізмами. Клональне мікророзмноження, його переваги перед традиційними способами розмноження. Способи оздоровлення садильного матеріалу від вірусної інфекції. Збереження *in vitro* генофонду. Переваги кріобанків. Основні прийоми технології кріоконсервування. Фактори, що впливають на синтез вторинних метаболітів. Особливості технологічного та апаратурного оформлення технологій синтезу БАР культурами клітин і тканин рослин *in vitro*, виділення та очистка продукту. Біотрансформація органічних сполук культурами клітин і тканин рослин *in vitro* та сфери її застосування.

Література: 3,4,7,9,10,13

Лекція 5: Основні напрямки розвитку біотехнології тваринної клітини. Основні етапи в розробці методів культури тканин. Напрями використання клітин тварин в біотехнології. Класифікація культур тканин. Типи клітин, що культивують, джерела отримання клітин для культивування, їх переваги та недоліки. Первинні та перещеплювані культури, культури диплоїдних клітин: їх переваги, недоліки та сфери застосування. Системи промислового культивування тваринних клітин. Основні системи промислового культивування. Особливості промислового культивування. Вимоги до обладнання та середовищ при поверхневому і суспензійному культивуванні.

Література: 5,8,13

Завдання на СРС: Розчини, що використовуються для культур тваринних клітин. Етапи отримання культури клітин. Обладнання та лабораторний посуд, що використовується для культивування клітинних культур. Середовища для культивування, вимоги до них та їх класифікація. Ріст клітинної культури та основні фактори, що впливають на швидкість розмноження. Паспорт культури. Властивості трансформованих культур. Методи культивування клітин тварин та людини. Важливі характеристики клітин, що враховуються при конструюванні систем культивування і отримання продуктів *in vitro*. Отримання гібридом. Моноклональні антитіла – продукт гібридомної технології. Основні етапи отримання МКА. Сфери застосування МКА, їх переваги та недоліки.

Література: 5,8,13

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять – сформувані у студентів вміння оцінити можливості даного продуценту для подальшої селекційної роботи, отримувати нові штами за допомогою традиційних та генно-інженерних методів, підбирати та правильно застосувати на рослинних та тваринних клітинах методи клітинно-інженерної технології відповідно до поставленої кінцевої мети (отримання необхідного продуценту чи продукту), отримувати клітинні культури рослин та тварин і культивувати їх різними способами.

Це дозволить у подальшому виробити навички роботи традиційними методами селекції мікроорганізмів, а також методами генетичної та клітинної інженерії, навички отримання мутантних або модифікованих організмів та аналізу їх властивостей.

Лабораторна робота №1: Використання хімічного (фізичного) мутагенезу для створення нових високопродуктивних штамів мікроорганізмів.

Література: 6,14

Лабораторна робота №2: Аналіз штамів, отриманих в результаті генетичного конструювання *in vivo* (тест на синтрофізм, аналіз наявності та послідовності генетичних блоків, аналіз стабільності мутацій).

Література: 6,14

Лабораторна робота №3: Приготування живильних середовищ, призначених для культивування. Стерилізація експлантів та вирощування асептичних рослин.

Література: 4,8, методичні вказівки, ч.2

Лабораторна робота №4: Культивування перещеплюваних культур клітин людини і тварин. МКР

Література: 5,8.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота передбачає підготовку лабораторних занять, опрацювання експериментальних результатів, отриманих на лабораторному практикумі, опрацювання теоретичного матеріалу, що виноситься та самостійне вивчення та самоконтроль набутих знань, опрацювання джерел із списку літератури, виконання домашньої контрольної роботи (МКР), індивідуального семестрового завдання (ДКР), підготовка до складання екзамену, тощо.

Перелік завдань у ДКР наведено у додатку А

Перелік питань для підготовки до МКР наведено у додатку Б.

Перелік питань для підготовки до екзамену наведено у додатку Д

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни

Політика щодо відвідування: Відвідування лекцій, лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За форс-мажорних обставин (наприклад, карантин, аварійні ситуації) навчання може відбуватися в он-лайн формі за наказом ректору університету або розпорядженням декану факультету.

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.

Докладно політика щодо заохочувальних, штрафних балів та пропущених занять визначено в РСО (Додаток В).

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків. У разі виявлення академічної недоброчесності під час виконання екзаменаційної роботи результати контрольного заходу не враховуються, а студент усувається з контрольного заходу.

Норми етичної поведінки: Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів оцінювання. Студент має право аргументовано оскаржити результати контрольних заходів, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

Консультації. Підготовка до лабораторних занять, контрольних заходів та індивідуальних семестрових завдань здійснюється під час самостійної роботи студентів з можливістю консультування з викладачем у визначений час за допомогою електронного листування (електронна пошта, гугл-клас, телеграм).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Вивчення дисципліни «Основи генетичної та клітинної інженерії» пропонується проводити за модульно-рейтинговою системою (MPC). Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за: виконання та захист лабораторного практикуму (40 балів); написання модульної контрольної роботи (40 балів); виконання домашньої контрольної роботи (20 балів). Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає: $RD = RC = 40 + 40 + 20 = 100$ балів. Студенти, які отримали на протязі семестру 60 балів і вище, мають можливість отримати залік «автоматом» у відповідності до таблиці. Студенти, які отримали незадовільну оцінку, зобов'язані складати залік, який включає в себе оцінку за залікову роботу (80 балів) та оцінку за ДКР (20 балів). Залікова робота складається з: відповіді на 3 питання білету (3 x 20 балів) – 60 балів; розв'язання 4 задач (4 x 5 балів) – 20 балів. Необхідною умовою допуску до заліку є обов'язкове виконання лабораторного практикуму, ДКР та семестровий рейтинг 40 балів і вище.

$R_D = R_C$	Традиційна оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
$40 < R_C < 60$	незадовільно
$R_C < 40$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	не допущений

Крім того, за несвоєчасне виконання завдання, запізнення на лабораторну роботу без поважних причин, невідповідність до лабораторних та контрольних робіт, переписування контрольних заходів, у студента з рейтингу знімаються бали.

Докладні умови та критерії оцінювання наводяться в положенні про РСО з дисципліни, що є додатком до робочої навчальної програми (Додаток В).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри промислової біотехнології та біофармації, к.т.н. Клечак І.Р.

Ухвалено кафедрою промислової біотехнології ФБТ (протокол № 12 від 24.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 9 від 30.06.2022 р.)

Домашня контрольна робота (зразок)

ПРИКЛАД ЗАВДАНЬ

1. Відрізняються чи ні між собою 2 штами-продуценти за біосинтезом стрептоміцину:

$$x_1 = 2145 \pm 26 \text{ од/мл};$$

$$x_2 = 2130 \pm 36 \text{ од/мл}.$$

Вивчалось 100 клонів кожного штаму.

Чим відрізняються ці штами? Який би з них ви взяли для подальшої селекційної роботи? Обґрунтуйте. Зобразіть графічно ці два розподілення за умови, що частоти x однакові в обох випадках.

2. Яким може бути найбільше значення рівня продукування оцтової кислоти, якщо при вивченні цього показника у 100 клонів встановлено, що $x = 7,5\%$; $\sigma \pm 0,5\%$.

3. Частина гену має наступну послідовність нуклеотидів:

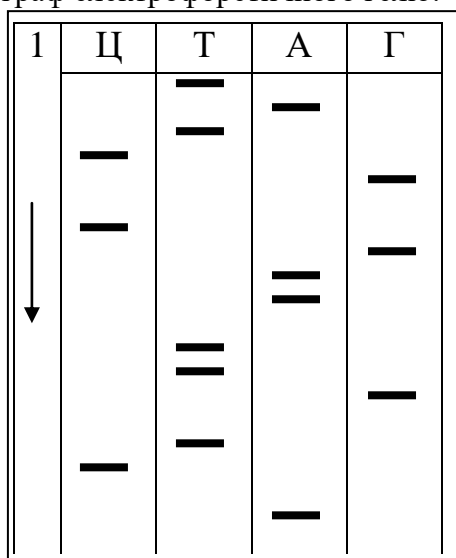
5'-AAATЦГЦГЦТЦА-3'.

Наведіть амінокислотний склад частини білку, що кодується цим геном.

Як зміниться будова білку, якщо в гені відбудеться дуплікація ділянки з другого по шостий нуклеотид?

4. Фрагмент ДНК людини довжиною 3 тисячі нуклеотидних пар (3 кб) має один сайт рестрикції для ферменту EcoR I. Скільки фракцій ДНК будуть присутні на електрофореграмі, пофарбованій етидіум бромідом, після електрофорезу в агарозном гелі зразка цієї ДНК, обробленої EcoI? Запропонуйте можливі варіанти розрізання. Розшифруйте назви використаних рестриктаз.

5. Визначити послідовність нуклеотидів у фрагменті ДНК. Визначення проводили методом Максама-Гілберта. Радиоавтограф електрофоретичного гелю:



6. Препарат кільцевої плазмідної ДНК піддавали дії вказаних ферментів, а потім аналізували фрагменти при електрофорезі в гелі. Побудуйте карту рестрикції цієї плазмідної ДНК.

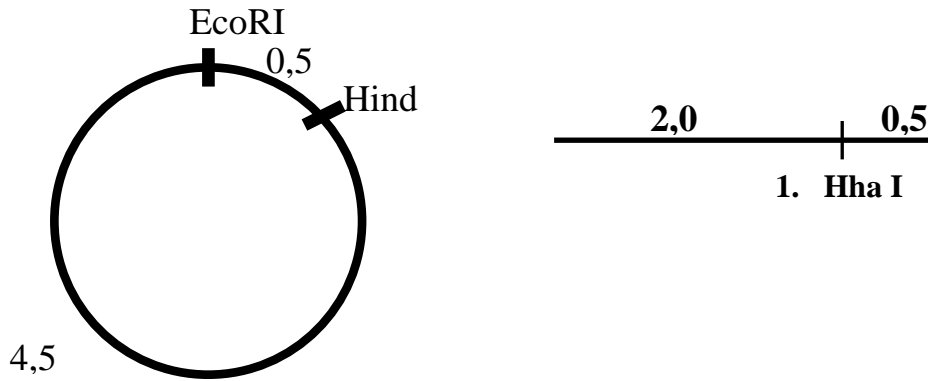
Фермент	Розміри фрагмента, т.п.н.
Xma I	20

Mbo I	10
Xma I та Mbo I	3; 7; 10

7. Препарат вірусної ДНК піддають дії рестриктази Sma I до повного розщеплення. Електрофорез у гелі виявляє присутність фрагментів таких розмірів (т.п.н.): 10; 7; 6; 3; 2. Паралельно вірусну ДНК розщеплюють цією ж ендонуклеазою неповністю. Отримано 5 фрагментів, що означені буквами від А до Е. Побудуйте рестрикційну карту Sma I вірусної ДНК:

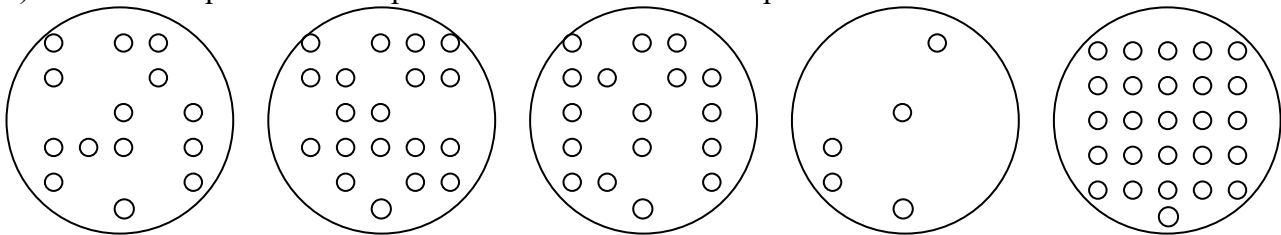
Фрагменти неповної рестрикції	Розміри фрагментів після повної рестрикції
A	10; 6; 2
B	7; 6; 2
C	10; 3
D	7; 2
E	6; 2

8. Лінійні фрагменти ДНК Eco RI довжиною 2,5 т.п.н. з єдиним сайтом рестрикції Nha I клонуються в сайт Eco RI плазміди розміром 5,0 т.п.н. Карта рестрикції цієї плазміди: Яким чином вбудовані фрагменти, що клонуються, якщо після одночасної дії рестриктаз Hind III та Nha I утворюються фрагменти довжиною 2,5 та 5 т.п.н.?



9. В досліді по конструюванню суперпродуцента було отримано 26 різних клонів. Визначте за представленими результатами:

- скільки векторів було використано в досліді?
- скільки і які маркери ніс кожний з використаних векторів?
- які клони отримані з використанням кожного з векторів?



a b c d e

a, b, c, d, e – речовини, що додаються до мінімального середовища.

10. Існує послідовність з 27 нуклеотидних пар дволанцюгової ДНК наступного складу:

5'-ЦТГААТТАГГАТЦЦАГГЦААТАГТГТГ-3'

3'-ГАЦТТААТЦЦТАГГТЦЦГТТАТЦАЦАЦ-5'

Яким способом і на скільки частин можна розрізати цю ДНК?

Питання до МКР за змістовним модулем «Генетичне конструювання *in vitro*»

1. Основні ферменти генної інженерії та сфери їх застосування.
2. Ендонуклеази рестрикції. Класифікація, номенклатура, сфери застосування.
3. Рестрикційне картування. Принципи картування. Перспективи застосування рестрикційних карт.
4. Секвенування. Принципи секвенування. Основні методи. Сфери застосування та можливості використання фізичних карт.
5. Етапи генно-інженерного дослідження та особливості реалізації кожного з них.
6. Основні методи отримання генів, їх переваги та недоліки.
7. Вектори: визначення, класифікація, основні вимоги до них та напрямки вдосконалення.
8. Вектори на основі плазмід та фагів *E.coli*. Особливості конструювання, сфери застосування, можливості вдосконалення.
9. Поняття про гібридні та човникові вектори.
10. Вектори для клонування в еукаріотичних клітинах: особливості конструювання векторів на основі дріжджів.
11. Особливості конструювання векторів на основі вірусу SV-40. Типи векторів на основі вірусу SV-40 та сфери їх застосування.
12. Використання вірусів для клонування в клітинах тварин: віруси, що використовуються для конструювання, особливості будови та можливості їх використання в генетичній інженерії.
13. Особливості трансгенезу у рослин.
14. Використання векторів для введення генетичної інформації у рослини. Типи векторів, особливості конструювання, переваги, недоліки, можливості застосування.
15. Методи створення рекомбінантних ДНК (поєднання фрагментів, отриманих різними методами, з різними кінцями).
16. Методи створення рекомбінантних ДНК (поєднання фрагментів, отриманих різними методами, з різними кінцями).
17. Методи збагачення реакційної суміші продуктами лігування.

Питання до МКР за змістовним модулем «Біотехнологія тваринної клітини»

1. Напрями використання тваринних клітин в біотехнології.
2. Клітинні системи, що використовуються в біотехнології, їх переваги та недоліки (ембріональні, пухлинні, клітини органів).
3. Джерела отримання первинних та перещеплених культур.
4. Основні етапи отримання первинних та перещеплених культур. Трипсинізація. Типи контролю тваринних культур.
5. Матеріали та посуд, що використовується для культивування тваринних клітин.
6. Середовища та розчини для культивування тваринних клітин. Класифікація, вимоги до них, основні компоненти та їх призначення. Переваги та недоліки різних типів середовищ. Фактори, що впливають на їх якість.
7. Класифікація клітинних культур по відношенню до субстрату.
8. Типи клітинних культур. Переваги, недоліки, сфери застосування.
9. Поняття про штам тваринних клітин, клітинні лінії (диплоїдних, гетероплоїдних клітин)
10. Трансформовані клітини. Причини виникнення, методи отримання, властивості та сфери застосування.
11. Особливості росту та культивування тваринних клітин. Основні фази росту тваринних клітин в культурі. Оптимальна концентрація клітин, що забезпечує швидке формування моношару. Переваги та недоліки різних методів культивування.

12. Промислове культивування тваринних культур. Особливості апаратурного забезпечення процесу культивування.
13. Моноклональні антитіла. Етапи отримання. Культивування та відбір гібридом. Особливості середовищ для культивування. Сфери застосування.

Питання до МКР за змістовним модулем «Біотехнологія рослинної клітини»

1. Метод культури клітин, тканин та органів. Його переваги, недоліки, фундаментальне та практичне значення. Основні напрямки методу культур клітин, тканин і органів рослин.
2. Загальні принципи методу культури рослинних клітин, тканин, органів.
3. Середовища для культивування рослинних клітин. Основні компоненти та вимоги до них. Методи культивування рослинних клітин. Особливості глибинного культивування рослинних клітин.
4. Диференціація та дедиференціація як основа калусогенезу. Класифікація та основні характеристики калусних тканин.
5. Джерела та етапи отримання калусної культури.
6. Ріст рослинної клітини в умовах *in vitro*. Способи культивування, критерії та особливості росту, умови, що впливають на ріст.
7. Культура одиночних клітин як один з об'єктів біотехнології. Методи отримання, культивування та напрямки культивування.
8. Рослинні протоласти як об'єкти біотехнології. Методи отримання та найважливіші фактори культивування.
9. Загальна характеристика калусних клітин. Причини генетичної гетерогенності, фізіологічної асинхронності та гормоннезалежності.
10. Соматональні варіації та варіанти. Причини виникнення. Умови, що сприяють їх виникненню. Шляхи застосування.
11. Напрями розвитку калусної культури після дедиференціації. Основні гіпотези щодо причин переходу до формування структур в культурі рослинних клітин *in vitro*. Типи морфогенезу *in vitro*. Умови, що сприяють отриманню рослини-регенеранту.
12. Органогенез як один з шляхів морфогенезу рослинних культур *in vitro*. Типи органогенезу. Шляхи реалізації. Фактори, що впливають на ефективність.
13. Соматичний ембріогенез. Етапи формування ембріодів в культурі.
14. Методи клітинної інженерії, що дозволяють подолати генетичну несумісність при відділених схрещуваннях.
15. Експериментальна гаплоїдія. Методи отримання гаплоїдної культури. Умови, що забезпечують їх ефективність. Сфери застосування.
16. Клітинна селекція як один з методів створення генетичного різноманіття. Об'єкти, мутагени, етапи, методи відбору та чинники, що впливають на її ефективність. Принципова схема прямої селекції.
17. Соматична гібридизація. Індуктори, які використовують для злиття протопластів. Етапи процесу. Цибриди та високоасиметричні гібриди. Методи ідентифікації гібридних клітин. Значення методу для науки та практики.
18. Мікроклональне розмноження як один з методів клітинної інженерії рослин. Основні етапи розмноження. Методи мікроклонального розмноження. Фактори, що впливають на мікроклональне розмноження.
19. Основні способи оздоровлення садильного (посадочного) матеріалу рослин від вірусної інфекції з використанням методів клітинної інженерії рослин.
20. Збереження генофонду *in vitro*. Способи подовження тривалості субкультивування. Кріобанки – перспективний метод збереження генофонду. Переваги та недоліки методу. Основні етапи проведення.

21. Отримання БАР з використанням рослинних клітин. Властивості рослинних культур-продуцентів БАР. Фактори, що впливають на синтез вторинних метаболітів. Особливості промислового культивування та апаратурного забезпечення.

Додаток В

ПОЛОЖЕННЯ

про рейтингову систему оцінки успішності студентів з дисципліни “Основи генетичної та клітинної інженерії”

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекції	Лабораторні роботи	СРС	МКР	ДКР	Семестр атест.
7	6	180	10	8	162	1	1	екзамен

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- | | |
|---|----------|
| 1) виконання та захист лабораторного практикуму | 40 балів |
| 2) написання модульної контрольної роботи | 40 балів |
| 3) домашню контрольну роботу | 20 балів |

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за виконання лабораторного практикуму дорівнює 40 балів (4 лабораторні роботи x 10 балів).

Ваговий бал з лабораторних робіт складається з:

- | | |
|---|--------|
| - наявність протоколу та виконання роботи | 5 бали |
| - оформлення результатів та захист роботи | 5 бали |

Критерії оцінювання лабораторного практикуму:

- | | |
|--|------------------|
| - добре володіння теоретичним матеріалом, відповідь на всі питання або не менше, ніж на 90 % питань, протокол, оформлений без зауважень та відмінне виконання роботи | 9,0 – 10,0 бал |
| - недостатнє володіння як теоретичним матеріалом, так і ходом лабораторного практикуму, відповідь не менше, ніж на 75-89 % поставлених питань, протокол, оформлений з несуттєвими зауваженнями та хороше виконання роботи | 7,5 – 8,75 балів |
| - погане володіння теоретичним матеріалом, незнання елементарного ходу лабораторного практикуму, відповідь не менше, ніж на 60-74 % поставлених питань, погано оформлений протокол та задовільне виконання роботи | 6,0 – 7,25 балів |
| відсутність елементарних знань з теоретичного курсу та лабораторного практикуму, неправильні відповіді менше, ніж на 60 % питань або відсутність відповіді на жодне запитання, не оформлений (відсутній) протокол та незадовільне виконання роботи | 0 балів |

Критерії виконання лабораторних робіт («відмінне», «добре», «задовільне», «незадовільне») доводяться по кожній лабораторній роботі перед її виконанням.

Лабораторні роботи, **пропущені з поважних причин**, оформлюються і здаються. Оцінювання відбувається за виключенням балів, що отримують за безпосереднє виконання лабораторної роботи. Лабораторні роботи, **пропущені без поважних причин**, також оформлюються, але оцінюються тільки за результатами здачі.

2. Модульні контрольні роботи

Ваговий бал – 40. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 40 балів.

Завдання на модульні контролі складаються з питань, на які необхідно дати вичерпну відповідь, або з тестових завдань:

- | | |
|--|-------------------|
| - правильна, вичерпна відповідь на 1 питання | 2 бали |
| - неповна відповідь, наявність неточностей, часткова відповідь | 1,25 - 1,90 балів |
| - неправильна відповідь, відповідь відсутня | 0 балів |

Таким чином, отримані за МКР бали відповідають наступним традиційним оцінкам:

«відмінно» - 36,0 - 40,0 балів

«добре» - 30,0 – 35,5 балів

«задовільно» - 24,0 – 29,5 балів

«незадовільно» - 0 – 23,5 балів

Теми, які виносяться на МКР, структура білету та критерії оцінювання докладно розписано в Методичних вказівках до підготовки до модульних контрольних робіт.

3. Домашня контрольна робота

Ваговий бал – 20. ДКР складається з 10 завдань:

- | | |
|--|-------------------|
| - правильна, вичерпна відповідь на 1 питання | 2 бали |
| - неповна відповідь, наявність неточностей, часткова відповідь | 1,25 – 1,90 балів |
| - неправильна відповідь, відповідь відсутня | 0 балів |

Таким чином, отримані за ДКР бали відповідають наступним традиційним оцінкам:

«відмінно» - 18,0 - 20,0 балів

«добре» - 15,0 – 17,75 балів

«задовільно» - 12,0 – 14,75 балів

«незадовільно» - 0 – 11,5 балів

Штрафні та заохочувальні бали за:

- | | |
|---|--|
| - непередготовленість до лабораторної роботи | -1 бал |
| - незадовільне виконання лабораторної роботи | -1 бал |
| - несвоєчасна здача лабораторних робіт, ДКР | -0,5 за кожний прострочений день (заняття) |
| - за списування на контрольних роботах, використання мобільних телефонів та інших гаджетів, виконання іншого варіанту ДКР без узгодження з викладачем | 0 балів за даний вид контролю |
| - творчий підхід до виконання лабораторних робіт, ДКР балів | +1 – 5 |

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$RD = 40 + 40 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

Залік проводиться на **останньому тижні семестру (на лабораторному занятті)**.

Необхідною **умовою допуску до заліку є:**

- | | |
|--------------------------------------|-----------------|
| - виконання ДКР | отримані бали |
| - виконання лабораторного практикуму | отримані бали |
| - стартовий рейтинг (0,4 RC) | 40 балів і вище |

Для отримання студентом відповідних оцінок його рейтингова оцінка переводиться згідно таблиці.

Студенти, які отримали на протязі семестру **60 балів і вище**, мають можливість отримати залік **«автоматом»** у відповідності до таблиці. Студенти, які отримали **незадовільну оцінку**, зобов'язані складати залік. Питання про підвищення незадовільного семестрового рейтингу розглядається **після виконання всіх семестрових контрольних заходів** в кінці семестру тільки в тому випадку, **якщо семестровий рейтинг менше, ніж 40 балів**. В цьому випадку студентові надається право переписати тільки 1 контрольну роботу, за якою він отримав найнижчий бал. У випадку отримання незадовільної оцінки, студент розглядається як такий, що недопущений до заліку, і іде на перескладання у відповідності до графіку складання заборгованостей. Контрольні заходи, **пропущені без поважних причин, не переписуються і до загального рейтингу не враховуються.**

Студенти, що **бажають підвищити свою оцінку, отриману за результатами роботи в семестрі**, також мають можливість складати залік. При цьому **оцінка, отримана в семестрі, анулюється**, і студент отримує оцінку за результатами написання залікової роботи та балів, отриманих за виконання семестрового завдання (ДКР).

$$RD = R_z = R_{зр} + r_{сз} = 80 + 20 = 100 \text{ балів}$$

Про своє бажання писати залікову роботу студент зобов'язаний повідомити викладача після ознайомлення з рейтингом не пізніше, ніж за **1 день до виставлення заліку на заліковому занятті**. У випадку неявки студенту на залікове заняття, залік виставляється за результатами роботи в семестрі.

Додаткові бали можуть бути нараховані за сумлінне творче виконання лабораторного практикуму, ДКР. Максимальна кількість балів за семестр – 5 балів. Контрольні заходи, які написані на **незадовільну оцінку**, або **пропущені без поважних причин**, не переписуються і до загального рейтингу не враховуються. Контрольні заходи, пропущені **через поважні причини** з наданням відповідних підтверджуючих документів, пишуть тільки у визначені викладачем строки. Контрольні заходи, що пропущені **через хворобу**, пишуть після надання медичної довідки. **Після спливу термінів написання контрольні заходи не проводяться та до загального рейтингу не враховуються.** проведення та виставлення оцінки не переписуються і до загального рейтингу не враховуються. Останній термін ліквідації всіх заборгованостей по рейтинговим завданням – **передостанній день семестру.**

Лабораторні роботи, пропущені **з поважних причин**, оформлюються і здаються. Оцінювання відбувається за виключенням балів, що отримують за безпосереднє виконання лабораторної роботи. Лабораторні роботи, **пропущені без поважних причин**, також оформлюються, але оцінюються тільки за результатами здачі.

Залікова робота проводиться у письмовій формі.

Білет складається з:

- | | |
|--|----------|
| - відповіді на 3 питання білету (3 x 20 балів) | 60 балів |
| - розв'язання задачі (4 x 5 балів) | 20 балів |

Критерії оцінювання:

Теоретичні питання білету:

- вичерпна правильна відповідь з використанням знань, отриманих при вивченні попередніх змістовних та кредитних модулів, знання шляхів подальшого практичного та теоретичного застосування викладеного матеріалу, залучення знань з суміжних дисциплін 20 балів
- вичерпна правильна відповідь з використанням знань, отриманих при вивченні попередніх змістовних та кредитних модулів (100 % матеріалу) 19 балів
- повна відповідь, глибоке знання теоретичного матеріалу (95 % матеріалу) 18 балів
- повна відповідь, наявність деяких неточностей або не зовсім повна відповідь (85 % матеріалу) 17 балів
- знання тільки основного матеріалу, наявність деяких неточностей, неповна відповідь (75 % матеріалу) 15 – 16 балів
- допускається велика кількість неточностей, даються не коректні формулювання або неповна відповідь (65 % матеріалу) 13 балів
- матеріал викладається з великими труднощами, більшість формулювань невірні дуже неповна відповідь (60 матеріалу) 12 балів
- відповідь дуже плутана, слабе знання основного матеріалу, тільки окремі положення правильні, нема відповіді на питання або абсолютно невірна відповідь 0 балів

розв'язання задач:

- правильна відповідь, наявність пояснень, висновків 5 балів
- відповідь неправильна внаслідок технічних помилок, хід рішення правильний або відсутні необхідні пояснення та висновки 4 бали
- відповідь неправильна, є помилки в ході рішення але є розв'язання 3 бали
- є спроби вирішення, але багато суттєвих помилок, деякі кроки є вірними, є спроби вирішення, але вирішення невірне, нема розв'язання або неправильна відповідь, відсутність теоретичних знань, необхідних для вирішення 0 балів

Сумарна оцінка, що вноситься в відомість, повинна повністю відповідати оцінці в електронному Кампусі, де округлення десятих і сотих балів програмою не передбачено, тому округлення оцінок здійснюється у відповідності до правил математики.

Для отримання студентом відповідних оцінок його рейтингова оцінка переводиться згідно таблиці:

RD = RC	Традиційна оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
40 < RC < 60	Незадовільно
RC < 40 або не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущений

Перескладання екзамену, а також підвищення незадовільного RC проводиться у відповідності до графіку ліквідації заборгованостей.

**Питання до заліку з дисципліни
"Основи генетичної та клітинної інженерії"**

1. Визначте основні методи створення промислових штамів.
2. Проаналізуйте селекцію мікроорганізмів як метод створення промислових продуцентів БАР.
3. Обґрунтуйте основні етапи підготовки штаму до селекційної роботи.
4. Дайте оцінку індукованому мутагенезу як методу створення промислових продуцентів БАР.
5. Визначте етапи створення нових штамів з використанням мутагенезу.
6. Порівняйте методи відбору мутантів з підвищеним рівнем продукції.
7. Проаналізуйте гібридизацію як метод створення промислових штамів мікроорганізмів.
8. Дайте оцінку використанню транспозонів для створення штамів з новими властивостями.
9. Визначте переваги і недоліки злиття протопластів мікроорганізмів як методу створення штамів з новими властивостями.
10. Регуляція активності ферментів. Порівняйте ретроінгібування, репресію, індукцію.
11. Визначте роль РНК-полімерази та аттенуації в регуляції транскрипції.
12. Дайте оцінку ролі цАМФ у регуляції катаболічної репресії.
13. Проаналізуйте функції гуанозінтетрафосфату в амінокислотному контролі метаболізму.
14. Визначте, яким чином здійснюється регуляція засвоєння азотовмісних сполук.
15. Дайте оцінку впливові енергетичного стану клітини на регуляцію метаболізму клітини.
16. Оцініть роль протеолізу в регуляції метаболізму мікробної клітини.
17. Визначте можливість регуляції транспортних систем клітини та її вплив на ефективність метаболізму мікробної клітини.
18. Проведіть аналіз основних способів підвищення синтезу цільового продукту.
19. Обґрунтуйте основні етапи генно-інженерного дослідження.
20. Визначте переваги і недоліки основних методів отримання необхідних генів.
21. Проведіть аналіз основних ферментів, що використовуються в генно-інженерних дослідженнях.
22. Дайте оцінку рестриктазам як основному інструменту генетичної інженерії (властивості, класифікація, номенклатура).
23. Визначте принципи побудови та сфери застосування рестрикційних карт.
24. Проведіть порівняння методів секвенування.
25. Проведіть аналіз інформації щодо векторів, що використовуються в генетичній інженерії (визначення, основні вимоги, типи векторів).
26. Проаналізуйте вектори на основі плазмід.
27. Визначте переваги, недоліки та сфери застосування векторів на основі бактеріофага λ .
28. Здійсніть оцінку можливостей створення векторів на основі фага M 13.
29. Порівняйте вектори на основі дріжджів.
30. Проведіть аналіз генетичного конструювання векторів на основі вірусу SV 40.
31. Дайте оцінку векторів, що використовуються в генетичній інженерії рослин.
32. Порівняйте основні методи введення генетичної інформації в рослинну клітину.
33. Визначте основні етапи створення клонотек, їх призначення, типи та методи знаходження в них необхідного гену.
34. Дайте оцінку методам збагачення реакційної суміші продуктів лігування гібридними молекулами.
35. Проаналізуйте різні методи з'єднання фрагментів ДНК в рекомбінантні молекули.
36. Визначте основні методи молекулярного клонування та ідентифікації рекомбінантних молекул ДНК.
37. Дайте оцінку різним методам забезпечення ефективної експресії чужорідних генів.

38. Обґрунтуйте можливі шляхи застосування методології генетичної та клітинної інженерії в селекційній роботі.
39. Проведіть аналіз дедиференціювання та калусогенезу як основи методу створення клітинних культур.
40. Узагальніть особливості, характерні для росту рослинних клітин в умовах *in vitro*.
41. Порівняйте методи культивування тканин і клітин вищих рослин.
42. Визначте сфери застосування морфогенезу та регенерації рослин *in vitro*.
43. Проведіть аналіз можливостей використання методу культури ізольованих клітин і тканин в створенні сучасних біотехнологій.
44. Дайте оцінку варіабельності геномів рослинних клітин в умовах *in vitro* (соматональні варіанти).
45. Оцініть можливості використання індукованого мутагенезу в клітинній інженерії.
46. Проведіть порівняння технологій, що полегшують та прискорюють селекційний процес: запліднення *in vitro*, подолання постгамної несумісності, експериментальна гаплоїдія.
47. Дайте оцінку наступним технологіям, що полегшують і прискорюють селекційний процес: мікроклональне розмноження, оздоровлення рослин.
48. Проаналізуйте різні колекції і банки генетичних ресурсів рослин.
49. Визначте основні методи отримання і культивування рослинних протопластів.
50. Дайте оцінку методу соматичній гібридизації рослин, його перспективам у створенні генетичного різноманіття.
51. Проведіть аналіз характеристик та властивостей культур тваринних клітин.
52. Визначте основні методи отримання культур клітинних тварин та сфери їх застосування.
53. Проведіть порівняння різних середовищ для культивування тваринних клітин, визначте основні вимоги до їх складу.
54. Проаналізуйте особливості культивування тваринних клітин та методи їх культивування.
55. Обґрунтуйте основні системи промислового культивування тваринних клітин.