



## СИЛАБУС ДИСЦИПЛІНИ «Біотехнології і генетична інженерія»

**Освітній вищий ступінь:** доктор філософії  
**Спеціальність:** 091 «Біологія»  
**Освітньо-наукова програма:** «Біотехнології біологічних систем»  
**Рік навчання 2023-2024, семестр 2**  
**Форма навчання** денна  
**Кількість кредитів ЄКТС 5**  
**Мова викладання** українська

**Лектор курсу**  
**Контактна інформація**  
**лектора (e-mail)**  
**Сторінка курсу в eLearn**

д.с.-г.н., проф. Коломієць Юлія Василівна  
тел. (044) 527-85-17  
julyja12345@gmail.com

### ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

«Біотехнології і генетична інженерія» є вибірковою дисципліною для ОС доктор філософії за освітньо-науковою програмою «Біотехнології біологічних систем». Метою даного курсу є формування компетенцій і навиків використання інноваційних технологій генної інженерії, які дозволяють створювати генетично модифіковані організми та використовувати їх для експериментальних досліджень, промислових цілей і агровиробництва.

Завдання курсу ознайомлення з методиками маніпуляцій з молекулами нуклеїнових кислот *in vitro*, ферментами генетичної інженерії, векторними молекулами, методами конструювання та селекції рекомбінантних молекул ДНК, проблемами експресії клонуваних генів у складі гібридних молекул ДНК, генетичній інженерії певних груп організмів – бактерій, рослин.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач буде знати: основні принципи отримання рекомбінантних ДНК, практичні аспекти генної інженерії; теоретичні основи біоінженерних технологій рослин; прикладні аспекти біоінженерії рослин: генної, геномної, клітинної, тканинної; основні принципи, способи та засоби культивування *in vitro* в біоінженерних технологіях рослин; методологічні основи селекції, мутагенезу та добору у рослинництві, отримання іммобілізованих препаратів, їх використання; методологію одержання рекомбінантних ДНК рослинних організмів, клонування фрагментів ДНК, побудови векторів, створення бібліотек геномів, рестрикційних карт, отримання генетично модифікованих організмів, трансгенних рослин; основні напрями та перспективи сучасної біоінженерії рослин.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач буде вміти: застосовувати сучасні методи генетичного конструювання клітин, застосовувати сучасні методи, фракціонування та виділення макромолекул з біологічних об'єктів, використовувати теоретичні знання при реалізації біоінженерних технологій рослин; застосовувати методологічну базу генетики, органічної та біологічної хімії, мікробіології при вирішенні прикладних завдань з біоінженерії рослин; застосовувати технологічні прийоми культивування клітин рослинних організмів, складання живильних середовищ, отримання іммобілізованих препаратів, одержання рекомбінантних ДНК, клонування фрагментів ДНК, побудови векторів, створення бібліотек геномів, рестрикційних карт, отримання трансгенних рослин та ін.; обирати оптимальні умови для отримання біоінженерного рослинного продукту в результаті рекомбінації ДНК та трансформації генетичного матеріалу; проводити аналіз і прогнозувати біоінженерні процеси, наслідки їх реалізації у біологічних технологіях в галузі рослинництва та ін.; моделювати та впроваджувати біоінженерні технології рослин у різних галузях господарства.

#### **Набуття компетентностей:**

ЗК05. Здатність генерувати нові ідеї (креативність), проводити наукові досліджень на відповідному рівні

ФК02. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері біотехнології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з біотехнологій та суміжних галузей.

ФК04. Здатність оцінювати ризики впровадження сучасних біотехнологій для природнього навколишнього середовища, здоров'я людей, її відповідність національним і міжнародним стандартам та практикам.

#### **Програмні результати навчання (ПРН) ОП:**

РН05. Мати передові концептуальні та методологічні знання з біотехнології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми біотехнології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням

соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

PH09. Розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології отримання практично цінних біотехнологічних продуктів різного призначення і природоохоронні біотехнології.

PH10. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біотехнології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних спеціалізованих знань та інструментальних методів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

### СТРУКТУРА КУРСУ

Тема	Години (лекції/практичн і роботи)	Результати навчання	Завдання	Оцінювання
<b>2 семестр</b>				
<b>Змістовний модуль 1. Практичне застосування біотехнологій та генетичної інженерії</b>				
Тема 1. Інструментальн а біоінженерія рослин та основні напрямки її розвитку	2/2	<i>Знати:</i> Конструювання рекомбінантних ДНК рослин. Ферменти як «інструменти» біоінженерії рослин: рестриктази, ДНК-полімерази, ДНК-лігази, нуклеази, зворотні транскриптази. Секвенування ДНК. Імобілізація ферментів, білків, клітин. Вектори біоінженерії рослин: плазміди, бактеріофаги, косміди, фазміди, мобільні елементи. Конструювання вектора, ведення у клітину-реципієнт. Методи трансформації рослинних клітин (за допомогою агробактерій). Ін'єкція ДНК у клітини рослин (метод електропорації, упаковка ДНК в ліпосоми, метод біобалістики). Ідентифікація і відбір клітин, які несуть рекомбінантну ДНК. Маркери в біоінженерії рослин. <i>Вміти:</i> будувати рестрикційні карти. <i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 2. Основні напрямки сучасної	2/2	<i>Знати:</i> Основні напрямки сучасної біоінженерії рослин. Генетична інженерія рослин: трансгенні рослини. Геномна	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на

біоінженерії рослин		інженерія рослин: трансгеномні рослини. Клітинна інженерія рослин: культури клітин рослин, протопласти клітин як об'єкт біологічного конструювання, гібридизація соматичних клітин, мікроклональне розмноження рослин. Тканинна інженерія: культура калюсних тканин рослин. Культура експлантів коренеплодів, бульбоплодів, паренхіми серцевини стебел, гаплоїдних калюсних тканин, апікальних меристем, зародків, пиляків, зав'язей, плодів, коренів. Інокуляція тканинних експлантів. Органогенна біоінженерія: отримання рослин-регенерантів. <i>Вміти:</i> застосовувати метод кокультивації. <i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 3. Структурно-функціональна організація геномів вірусів, прокариот та еукариот	2/2	<i>Знати:</i> Генетичні та фізичні карти геному. Особливості структурно-функціональної організації геномів вірусів. Будова та функціонування геномів прокариотів. Модель Жакоба-Моно. Регуляція транскрипції. Атенуація. Бактеріальний промотор. Молекулярна організація генів еукариотів. Особливості транскрипції генів еукариотів. Плазміди та мобільні генетичні елементи бактерій. Будова IS-елементів та транспозонів (Tn3, Tn5, Tn9) бактерій. Роль мобільних генетичних елементів.	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn. Підготовка та написання модульної контрольної роботи (описова	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		<p><i>Вміти:</i> застосовувати об'єкти біотехнологій</p> <p><i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень</p>	<p>частина у формі письмової/усної відповіді – на аудиторних заняттях, тестова – на eLearn)</p>	
<p>Тема 4. Біофізичні та біохімічні методи при проведенні генно-інженерних робіт</p>	2/2	<p><i>Знати:</i> Оптичні методи, що використовуються для вимірювання концентрації нуклеїнових кислот, білків, антибіотиків, інших метаболітів. Принцип метода гел-електрофорезу нуклеїнових кислот. Ультрацентрифугування нуклеїнових кислот. Методи кількісного визначення ферментів.</p> <p><i>Вміти:</i> застосовувати біофізичні та біохімічні методи при проведенні генно-інженерних робіт</p> <p><i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень</p>	<p>Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn</p>	<p>Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn</p>
<p>Тема 5. Ферменти, що використовуються в генній інженерії</p>	2/2	<p><i>Знати:</i> Ферменти, що використовуються при конструюванні рекомбінантних ДНК. Властивості нуклеаз та способи їх використання в генній інженерії. Властивості ДНК-полімераз та способи їх використання в генній інженерії</p> <p><i>Вміти:</i> застосовувати ферменти в генетичній інженерії</p> <p><i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень</p>	<p>Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Ознайомитися з характеристикою пептидного зв'язку. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn</p>	<p>Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn</p>
<p>Тема 6. Методи аналізу структури нуклеїнових кислот</p>	2/2	<p><i>Знати:</i> Етапи виділення ДНК. Методи виділення індивідуальних к-ДНК. Методи визначення нуклеотидної послідовності РНК. Метод секвенування</p>	<p>Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою</p>	<p>Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та</p>

		<p>ДНК за допомогою специфічного хімічного розщеплення.  Секвенування ДНК методом полімеразного копіювання Сенджера (метод термінуючих аналогів нуклеотидів).  Характеристика векторів для секвенування ДНК.  Гібридизація нуклеїнових кислот <i>in situ</i> як метод виявлення специфічних послідовностей нуклеотидів. Блоттинг. Електроблоттинг.  Методи гібридизації нуклеїнових кислот: гібридизація за Саузерном, Нозерн-блоттинг, Вестерн-блоттинг, дот- та слот-гібридизація (етапи проведення та розрішальна здатність).  <i>Вміти</i> застосовувати методи аналізу структури нуклеїнових кислот  <i>Використовувати</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень</p>	<p>лекцією на eLearn).  Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn.  Виконати самостійну роботу завдання на eLearn</p>	<p>усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn</p>
<p>Тема 7. Вектори та векторні системи</p>	<p>2/2</p>	<p><i>Знати:</i> Маркерні гени, які використовують в векторах загального призначення. Способи конструювання векторів ( зменшення розміру молекул, введення та видалення сайтів розщеплення рестриктазами, включення селективних маркерних генів).  Плазмідні вектори для прямого добору, для клонування промоторів та термінаторів, клонування кДНК.  Вектори для секвенування ДНК.  Фагмідні вектори, їх конструювання та використання. Вектори для прямого клонування продуктів ПЛР. Вектори на основі хромосоми фага <math>\lambda</math>.</p>	<p>Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn).  Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn.  Виконати самостійну роботу завдання на eLearn</p>	<p>Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn</p>

		<p>Способи упаковки рекомбінантної ДНК у фагові частки. Косміди, їх будова та особливості використання.</p> <p>Ретровірусні та аденовірусні вектори.</p> <p>Принципи адресної доставки трансгенів.</p> <p>Керування експресією трансгенів у клітинах-мишенях. Переваги і недоліки фагових векторів.</p> <p><i>Вміти:</i> проводити конструювання і селекцію рекомбінантних ДНК на основі космід.</p> <p><i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень</p>		
<p>Тема 8. Клонування генів. Створення бібліотек та клонотек генів і геномів.</p>	2/2	<p><i>Знати:</i> Клонування фрагментів ДНК за сайтами рестрикції, а також з використанням адаптерів, лінкерів та коннекторів. Типи бібліотек ДНК з використанням мікроорганізмів: геномна та клонова (кДНК). Геномні бібліотеки. Клонування ДНК in vivo. Бібліотеки та клонотеки кДНК, генів та нуклеотидних послідовностей.</p> <p><i>Вміти:</i> проводити клонування генів</p> <p><i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень</p>	<p>Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn).</p> <p>Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn.</p> <p>Виконати самостійну роботу завдання на eLearn</p>	<p>Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn</p>
<p>Тема 9. Способи конструювання рекомбінантних ДНК та введення їх у клітину</p>	2/2	<p><i>Знати:</i> Основні методи зшивання фрагментів ДНК in vitro. Методи введення екзогенної ДНК у клітину. Способи введення ДНК у культивовані клітини тварин. Основні підходи до досягнення ефективної експресії клонованих генів.</p> <p><i>Вміти:</i> застосовувати способи конструювання ДНК.</p>	<p>Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn).</p> <p>Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та</p>	<p>Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn</p>

		<i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	
Тема 10. Генетична інженерія промислових мікроорганізмів	2/2	<i>Знати:</i> Основні напрямки, теоретичне та практичне значення генетичної інженерії промислових мікроорганізмів. Маркерні гени та вектори. Створення "гібридних" метаболітичних шляхів для продукції вторинних метаболітів та катаболізму ксенобіотиків. Створення генно-інженерних штамів бактерій - продуцентів амінокислот, гормонів, інтерферонів та інших біологічно активних сполук. Основні класи дріжджових векторів. Основні способи створення генно-інженерних промислових штамів дріжджів та міцеліальних грибів. Злиття протопластів як метод конструювання і вивчення штамів мікроорганізмів. <i>Вміти:</i> проводити методи перенесення екзогенної ДНК в клітини дріжджів. <i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 11. Генетична інженерія рослин	2/2	<i>Знати:</i> Методи, що використовуються для трансформації різних об'єктів рослинного походження. Методи перенесення екзогенної ДНК у клітини рослин. Основні напрямки використання трансгенних рослин. <i>Вміти:</i> проводити генетичну інженерію <i>Використовувати:</i> сучасні методи,	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	
Тема 12. Мутагенез <i>in vitro</i> та білкова інженерія	2/2	<i>Знати:</i> Теоретичне та практичне значення мутагенезу <i>in vitro</i> та білкової інженерії. Генно-інженерне конструювання та розщеплення білків. Процедури білкової інженерії. Введення дисульфідних зв'язків, зменшення числа вільних сульфгідрильних залишків, заміни залишків амінокислот. Підходи до збільшення активності ферментів та зміни їх специфічності. Пострансляційне згортання, модифікація та компартменталізація генно-інженерних білків. <i>Вміти:</i> проводити мутагенез, білкову інженерію <i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 13. Прикладна біоінженерія рослин	2/2	<i>Знати:</i> Біотехнологія мікроклонального розмноження рослин. Клітинна селекція рослин та мінливість. Культура протопластів. Біоінженерія та підвищення продуктивності рослин. <i>Вміти:</i> Проводити клітинну селекцію <i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 14. Біоінженерія запилення та запліднення рослин	2/2	<i>Знати:</i> Запилення і запліднення в пробірці. Культури пиляків і пилку. Культура ізольованих зародків.	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у



		<p>Використання ембріокультури для отримання віддалених гібридів. Технології створення генетичної різноманітності в пробірці. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових сортів сільськогосподарських культур.</p> <p>Експериментальна гаплоїдія. Андрогенез: отримання гаплоїдних рослин в культурі пиляків. Отримання гаплоїдів через елімінацію хромосом. Гіногенез: отримання гаплоїдів через культуру незапліднених сім'ябруньок і зав'язі. Проблеми регенерації гаплоїдних рослин. Дигаплоїдизація гаплоїдів. Практичне значення гаплоїдії</p> <p><i>Вміти:</i> одержувати гаплоїди</p> <p><i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень</p>	<p>повнотекстовою лекцією на eLearn).</p> <p>Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn.</p> <p>Виконати самостійну роботу завдання на eLearn</p>	<p>вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn</p>
<p>Тема 15. Метаболічна біоінженерія рослин</p>	<p>2/2</p>	<p><i>Знати:</i> Метаболічна біоінженерія рослин. Одержання білків, антитіл, вакцин модифікованого складу з трансгенних рослин. Зміна складу накопичуваних вуглеводів, вторинних метаболітів, смакових і товарних властивостей у трансгенних рослин. Зміна кольору (пігментного складу) у декоративних рослин.</p> <p><i>Вміти:</i> одержати білки, антитіла, вакцини</p> <p><i>Використовувати:</i> сучасні методи, лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень</p>	<p>Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn).</p> <p>Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn.</p> <p>Виконати самостійну роботу завдання на eLearn</p>	<p>Виконання та здача практичних і самостійних робіт, модульного контролю у вигляді тестів (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn</p>
<p>Можливість отримання додаткових балів:</p>	<p>Додаткові бали можна отримати за підготовку доповіді та участь в конференції для молодих вчених</p>			<p>до 10 балів</p>

<b>Всього за семестр</b>		<b>100х0,7 (максимум 70 балів)</b>
<b>Іспит</b>		<b>30 балів</b>
<b>Всього разом</b>		<b>100 балів</b>

### ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

<b>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</b>	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
<b>Політика щодо академічної доброчесності:</b>	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т. ч. із використанням мобільних девайсів). Самостійні роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу та/або електронні джерела.
<b>Політика щодо відвідування:</b>	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету).

### ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗДОБУВАЧІВ

<b>Рейтинг здобувача вищої освіти, бали</b>	<b>Оцінка національна за результати складання екзамену</b>
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

### Рекомендовані джерела інформації

#### Основна література:

1. Карпов, О. В. Клітинна та генна інженерія: підруч. К. Фітосоціоцентр, 2010. 208 с.
2. Шапран Ю.П. Біотехнологія, генна інженерія: навч.-метод. посіб. Переяслав-Хмельницький (Київ.обл.): Домбровська Я., 2019. 132 с.
3. Мельничук М. Д., Кляченко О. Л., Коломієць Ю. В. Біоінженерія. К.: ЦП «Компринт», 2015. 550 с.
4. Галузі сучасної біотехнології: підручник. М. О. Єлізаров та ін.; заг. ред. Никифоров В. В. Кременчук : Щербатих О. В. [вид.], 2021. 126 с.
5. Біотехнологія : навч. посіб. О. О. Воронкова та ін. Дніпро: Ліра, 2018. Т. 1. 200 с.
6. Біотехнологія: навч. посіб. О. О. Воронкова та ін. Дніпро: Ліра, 2019. Т. 2. 155 с.
7. Кравців Р. Й., Колотницький А.Г., Буцяк В. І. Генетична інженерія. Львів, 2008. 214 с.

#### Додаткова література

1. Біотехнологія / В.Г. Герасименко та ін. Київ: ІНКІС, 2006. 647 с.
2. Войтенко С.Л., Ковтун С.І., Бейдик Н.М. Практикум по біотехнології. Полтава, 2013. 134 с.
3. Кравченко О. О., Савчук О. М., Остапченко Л. І. Основи біотехнології : навч. посіб. Київ : Київ. нац. ун-тім. ТарасаШевченка, 2019. 269 с.
4. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Бородай В.В., Коломієць Ю.В. Загальна (промислова) біотехнологія : навчальний посібник. Київ: ФОП КорзунД.Ю., 2014. 252 с.
5. Юлевич О.І., Ковтун С.І., Гиль М.І. Біотехнологія: навчальний посібник. Миколаїв: МДАУ, 2012. 476 с.
6. Пляцук Л. Д. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв навч. посіб. Суми: Сумський державний університет, 2018. 293 с.
7. Курта С. А. Промислові біотехнології. Курс лекцій. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. Івано-Франківськ, Супрун В.П., 2018.197с.

8. Трофимчук І. М., Плюта Н. В., Логвиненко І. П. Біотехнологія з основами екології. Київ: Кондор, 2019. 304 с.
9. Горова А. І., Лисицька С. М., Павличенко А.В., Скворцова Т.В. Біотехнології в екології. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
10. Волощук О. М. Імунобіотехнологічні препарати: навч. посібник. Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. Х. : Мачулін 2019. 96 с.
11. Біологія продуцентів БАР. Навчально-методичний посібник. укл.: Чебан Л.М. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2021. 104 с.

### **Інформаційні ресурси**

<https://www.pdfdrive.com/plant-biotechnology-and-genetics-principles-techniques-e15853574.html>  
<https://www.pdfdrive.com/principles-of-plant-genetics-and-breeding-e39199036.html>  
<https://www.pdfdrive.com/principles-of-genetics-e185210607.html>  
<https://www.pdfdrive.com/cell-division-genetics-and-molecular-biology-cell-division-genetics-and-molecular-biology-e22406140.html>  
<https://www.pdfdrive.com/biochemistry-genetics-molecular-biology-e18198970.html>  
<https://www.pdfdrive.com/search?q=biotechnology+&pagecount=&pubyear=2015&searchin=&em=>