

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

БІОІНЖЕНЕРІЯ

ПРОГРАМА
варіативної навчальної дисципліни
підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
напряму 6.051401 «Біотехнологія»

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО:

Кафедрою біотехнології та здоров'я людини

Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Пасенко Альона Вікторівна, к.т.н., доцент

Сакун Оксана Анатоліївна, к.т.н., ст. викладач

ЗАТВЕРДЖЕНО на засіданні кафедри біотехнології та здоров'я людини

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 2016 року

В.о. завідувача кафедри

біотехнології та здоров'я людини

_____ (підпис) (Новохатько О.В.)
(прізвище та ініціали)

ОБГОВОРЕННО ТА РЕКОМЕНДОВАНО до видання методичною комісією
КрНУ за напрямом підготовки 6.051 401 «Біотехнологія»

Протокол від “ _____ ” _____ 2016 року № _____

Голова _____ (підпис) (_____)
(прізвище та ініціали)

© КрНУ імені Михайла Остроградського, 2016 рік
© Кафедра біотехнології та здоров'я людини, 2016 рік
© Пасенко А.В., Сакун О.А., 2016 рік

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни «Біоінженерія» складена відповідно до варіативної частини освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму 6.051401 «Біотехнологія». Дисципліна є однією з важливих в системі освітньої підготовки фахівців-біотехнологів, оскільки значна кількість прикладних біологічних технологій базуються на сучасних досягненнях білкової, генної, геномної, клітинної, тканинної біоінженерії, методології культивування *in vitro* при отриманні живих організмів, їхніх складових або продуктів їх життєдіяльності.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Біоінженерія» є біоагенти, біопроцеси, біологічний інструментарій та інші складові біоінженерних технологій, які застосовують у різних галузях господарства, медицині та у виробництві практично цінних продуктів.

Міждисциплінарні зв'язки: сучасна дисципліна «Біоінженерія» має зв'язки з багатьма науками, які відрізняються об'єктами та методологією досліджень. Базується на знаннях, які отримані студентами при вивченні біології клітини, загальної та неорганічної хімії, органічної хімії, аналітичної хімії, фізичної та колоїдної хімії, генетики, загальної мікробіології і вірусології, біохімії, біофізики, основ імунології, загальної токсикології, загальної біотехнології. Дисципліна «Біоінженерія» є важливою базовою теоретичною складовою освітньої програми й забезпечує вивчення фахових дисциплін та практичної підготовки фахівця з галузі знань 0514 «Біотехнологія».

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:

1. Загальна характеристика біоінженерії. Молекулярні основи біоінженерії.
2. Інструментальна біоінженерія.
3. Основні напрямки сучасної біоінженерії.
4. Прикладна біоінженерія.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Біоінженерія» є ознайомлення студентів напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» з принципами та методологією біоінженерних технологій, що використовують для вирішення прикладних завдань у біотехнологічних виробництвах, медицині та інших галузях господарства.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Біоінженерія» є:

- отримання знань щодо основних сучасних біоінженерних технологій;
- ознайомлення зі складовими біоінженерних технологій: біоагентами, біооб'єктами, біопроцесами, біологічним інструментарієм, субстратами, продуктами, процесами й обладнанням;

- формування базових знань з методології отримання рекомбінантних ДНК, клонування фрагментів ДНК, будови векторів на основі прокариот та еукаріот, створення бібліотек геномів, рестрикційних карт та ін.;

- ознайомлення студентів з біоінженерними рішеннями у біологічних технологіях, що застосовуються у виробництві продукції рослинницької і тваринницької галузей, у фармакології, медицині, харчовій промисловості, екології та ін.;

- формування у студентів теоретичної бази професійної підготовки щодо вільного орієнтування у вирішенні практичних задач в біотехнології із застосуванням біоінженерних методів;

- формування у студентів наукового практичного світогляду, аналітичного мислення, які сприятимуть вирішенню глобальних проблем сьогодення: екологічних, енергетичних, продовольчих і охорони здоров'я людини шляхом впровадження новітніх біоінженерних процесів.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- теоретичні основи біоінженерних технологій;

- прикладні аспекти біоінженерії: білкової, генної, геномної, клітинної, тканинної;

- основні принципи, способи та засоби культивування *in vitro* в біоінженерних технологіях;

- методологічні основи селекції, мутагенезу та добору у рослинництві й тваринництві, отримання іммобілізованих препаратів, їх використання у сучасній біоінженерії;

- методологію одержання рекомбінантних ДНК, клонування фрагментів ДНК, побудови векторів на основі прокариот та еукаріот, створення бібліотек геномів, рестрикційних карт, отримання генетично модифікованих організмів, трансгенних рослин і тварин;

- основні напрями та перспективи сучасної біоінженерії.

вміти:

- використовувати теоретичні знання при реалізації біоінженерних технологій;

- застосовувати методологічну базу генетики, органічної та біологічної хімії, мікробіології при вирішенні прикладних завдань з біоінженерії;

- застосовувати технологічні прийоми культивування клітин різних організмів, складання живильних середовищ, отримання іммобілізованих препаратів, одержання рекомбінантних ДНК, клонування фрагментів ДНК, побудови векторів на основі прокариот та еукаріот, створення бібліотек геномів, рестрикційних карт, отримання генетично модифікованих організмів, трансгенних рослин і тварин та ін.;

- обирати оптимальні умови для отримання біоінженерного продукту в результаті рекомбінації ДНК та трансформації генетичного матеріалу;

- проводити аналіз і прогнозувати біоінженерні процеси, наслідки їх

реалізації у біологічних технологіях різних галузей господарства;

- моделювати та впроваджувати біоінженерні рішення у різних галузях господарства.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Загальна характеристика біоінженерії. Молекулярні основи біоінженерії

Біоінженерія як самостійний науковий напрям. Предмет і завдання біоінженерії. Історія розвитку, передумови появи, становлення біоінженерії як самостійної науки. Зв'язок генетичної інженерії з іншими науками. Основні напрямки сучасної біоінженерії. Новітні галузі промисловості, що створені на основі біоінженерії. Роль біоінженерії та біотехнології у прискоренні науково-технічного прогресу в галузях народного господарства. Шляхи інтенсифікації розвитку біоінженерії в Україні.

Молекулярно-генетичні та фізіологічні основи біоінженерії. Молекули спадковості. Генетична роль нуклеїнових кислот. Структура нуклеїнових кислот. Будова ДНК. Фізичні властивості ДНК: гіперхромний ефект, денатурація (плавлення), ренатурація, молекулярна гібридизація. РНК: транспортна, рибосомальна, матрична. Реплікація ДНК. Синтез білків в клітині. Транскрипція. Процес утворення іРНК у еукаріот. Генетичний код. Трансляція генетичного коду. Регуляція транскрипції РНК. Регуляція роботи генів у вищих організмів. Геном вірусів і прокариот. Транспозонні елементи прокариот. Позахромосомні генетичні елементи. Особливості геномів вищих організмів. Рухливі генетичні елементи.

Змістовий модуль 2

Інструментальна біоінженерія

Загальні біотехнологічні методи в біоінженерії. Методи відділення біомаси (флотація, фільтрування, центрифугування), методи дезінтеграції клітин (фізичні, хімічні, біологічні), методи виділення і очищення цільових продуктів з культуральної рідини (механічні, хімічні, комбіновані), методи тонкого очищення і розділення препаратів (хроматографія, електрофорез, імуноелектрофорез), методи концентрування, зневодення, модифікації, стабілізації цільових продуктів.

Методи іммобілізації. Іммобілізація ферментів, білків, клітин.

Методи виділення і розшифрування генів. Методи виділення генів із ДНК. Ферменти як «інструменти» біоінженерії: рестриктази, ДНК-полімерази, ДНК-лігази, нуклеази, зворотні транскриптази. Принцип будови рестрикційних карт. Секвенування ДНК. Хімічний і ферментативний (ензимний) секвенс. Синтез генів на основі виділеної із клітини мРНК. Полімеразно ланцюгова реакція. Синтез генів за допомогою ПЛР.

Методи конструювання рекомбінантних ДНК. Методи зшивання ДНК за «липкими» кінцями, за «тупими» кінцями, різнойменними кінцями, за допомогою штучно побудованих «липких» кінців.

Методологія введення та реалізації чужорідної генетичної інформації у клітині. Вектори біоінженерії, вимоги до векторної ДНК. Типи векторів: плазміди, бактеріофаги, косміди, фазміди, мобільні елементи. Вектори для експресії генів про- та еукаріот. Конструювання вектора (вбудовування гена в вектор). Гени-маркери. Введення вектора у клітину-реципієнт. Трансдукція. Трансформація. Кон'югація. Трансфекція. Електропорація. Мікроін'єкції. Клонування генів. Ідентифікація і відбір клітин, які несуть рекомбінантну ДНК. Скринінг за допомогою гібридизації. Імунологічний скринінг. Скринінг за активністю білка. Експресія клонуваних генів. Експресія генів, клонуваних в прокаріотичних системах. Експресія генів за участю сильних регульованих промоторів. Химерні білки. Трансляційні експресуючі вектори. Стабілізація білків. Експресія еукаріотичних генів. Експресія генів, клонуваних в еукаріотичних системах. Системи експресії дріжджів. Експресуючі вектори для роботи з клітинами ссавців. Селективні маркери тваринних клітин.

Змістовий модуль 3

Основні напрямки сучасної біоінженерії

Молекулярна (білкова) біоінженерія. Методи спрямованого мутагенезу у вивченні структурно-функціональних особливостей білків і конструюванні їх модифікованих похідних, що володіють новими властивостями. Конструювання штучних білків, що не існували в природі, шляхом об'єднання фрагментів і функціональних доменів з різних поліпептидних ланцюгів з використанням генно-інженерних методів. Конструювання біологічно активних пептидів, що володіють фармакологічною активністю. Гібридні модифіковані токсини спрямованої дії. Підходи до створення нових ферментів. Вакцинні препарати. ДНК-вакцини. Біосенсорна технологія. Біоімуносенсиори. Біорецептори. Застосування біосенсорів в екологічних дослідженнях, в області оцінки харчової цінності та безпеки продуктів харчування, при виявленні токсинів, наркотичних, вибухових речовин, збудників особливо небезпечних інфекцій, а також в експрес-методах лабораторної діагностики.

Генетична інженерія. Основні напрямки та завдання сучасної генетичної інженерії. Галузі використання генетичної інженерії. Використання генетичної інженерії в селекції, рослинництві, тваринництві, медицині, фармакології та інших галузях народного господарства. Трансгенні рослини. Трансгенні тварини. Галузі використання трансгенезу.

Геномна інженерія. Способи здійснення геномної перебудови. Принципи геномного конструювання. Модифіковані гібриди одноклітинних і багатоклітинних організмів. Трансгеномні рослини.

Клітинна інженерія. Культури клітин рослин і тварин. Особливості біології клітин в культурі. Глибинне культивування клітин. Відкриті та закриті системи культивування. Суспензійні культури. Особливості культивування ізольованих клітин. Тотипотентність клітини. Вторинна диференціація і морфогенез в пробірці. Гістогенез, органогенез і соматичний ембріогенез. Фактори, що впливають на морфогенез і регенерацію в пробірці. Культури гаплоїдних клітин. Протопласти клітин як об'єкт біологічного конструювання.

Регенерація клітин, клітинних культур і організмів з протопластів. Гібридизація соматичних клітин. Види соматичних гібридів. Конструювання клітин. Перенесення клітинних органел. Штучні асоціації культивованих клітин. Ендосимбіотичні та екзосимбіотичні асоціації. Мікроклональне розмноження рослин. Етапи клонального мікророзмноження, оптимізація процесів кожного етапу. Ембріокультура і запліднення *in vitro*. Клітинний мутагенез і селекція. Кріоконсервація. Імобілізація клітин.

Тканинна інженерія. Культура калусних тканин рослин. Дедиференціювання і калусогенез у пробірці. Морфо-фізіологічна характеристика калусних тканин. Живильні середовища культивування тканин рослин і тварин. Культивування тканин безхребетних.

Органогенна біоінженерія. Культивування органів тварин. Отримання рослин-регенерантів.

Змістовий модуль 4

Прикладна біоінженерія

Біотехнологія у галузі рослинництва. Культура експлантів коренеплодів, бульбоплодів, паренхіми серцевини стебел, гаплоїдних калусних тканин, апікальних меристем, зародків, пиляків, зав'язей, плодів, коренів. Інокуляція тканинних експлантів. Метод кокультивації. Мікроклональне розмноження рослин. Культура апікальних меристем для одержання вільного від патогенів посадкового матеріалу. Індукція морфогенезу за допомогою фітогормонів. Стебловий органогенез в культурі калусної тканини. Індукція стеблового органогенезу і соматичного ембріогенезу в калусній культурі, отримання рослин-регенерантів. Ризогенез в умовах *in vitro*. Адаптація рослин-регенерантів до зовнішніх умов. Підвищення виходу рослин-регенерантів. Клітинна селекція рослин. Генетична варіабельність клітин в умовах *in vitro*, фактори виникнення. Перспективи використання соматоклональної мінливості: направлена селекція соматоклонів, індукований мутагенез *in vitro*, трансформація і перенесення окремих генів. Соматоклональна і гаметоклональна мінливість. Запилення і запліднення в пробірці. Культури пиляків і пилку. Культура ізольованих зародків. Використання ембріокультури для отримання віддалених гібридів. Технології створення генетичної різноманітності в пробірці. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових сортів сільськогосподарських культур. 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. Культура протопластів та соматична гібридизація рослин. Перспективи генно-інженерних досліджень у рослинництві. Методи трансформації рослинних клітин (за допомогою агробактерій). Ін'єкція ДНК у клітини рослин (метод електропорації, упаковка ДНК в ліпосоми, метод біобалістики). Прикладні аспекти біоінженерії у рослинництві. Підвищення продуктивності рослин. Стійкість рослин до гербіцидів, фітопатогенів, комах, вірусів. Регуляція терміну

дозрівання. Стійкість до грибкових, бактеріальних захворювань і нематодам. Стійкість до абіотичних стресів. Чоловічостерильні форми рослин. Збалансований амінокислотний склад запасних білків. Зміна складу рослинного масла. Підвищення ефективності фотосинтезу, засвоєння азоту, тривалий термін зберігання. Метаболічна інженерія 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.

Біотехнологія у галузі тваринництва. Біотехнологічний контроль відтворення сільськогосподарських тварин. Ендокринний контроль відтворювальної функції у тварин. Регулювання статевого циклу у тварин. Клітинна біотехнологія у тваринництві. Трансплантація ембріонів. Запліднення яйцеклітин *in vitro*. Міжвидове пересадження ембріонів. Химерні тварини. Клонування тварин. Клонування методом трансплантації ядер. Трансплантація ембріонів. Запліднення яйцеклітин у пробірці. Генетична інженерія у тваринництві. Отримання трансгенних тварин. Трансгеноз, основні етапи. Одержання трансгенних тварин за допомогою ретровірусів. Мікроін'єкції ДНК в пронуклеуси зигот. Використання модифікованих ембріональних стовбурових клітин. Механізм злиття клітин. Високошвидка механічна ін'єкція ДНК в зародкові клітини. Використання ліпосом і рецепторопосередковане перенесення ДНК. Перенесення генів за допомогою штучних дріжджових хромосом. Переваги трансгенних тварин. Проекти зі створення трансгенних тварин з новими господарсько-корисними властивостями (збільшення швидкості росту і маси, підвищення надоїв і поліпшення якості продукції), стійких до захворювань, які продукують біологічно активні речовини.

Біотехнологія у галузі медицини. Генетичні карти здоров'я. Генетичне діагностування. Методи ДНК-діагностики. Програми генної терапії. Генна терапія *ex vivo*. Генна терапія *in vivo*. Системи доставки генів, які використовуються в генній терапії. Вірусні системи доставки генів: ретровіруси, аденовіруси, вірус простого герпеса I типу (HSV). Невірусні системи доставки генів: доставка генів за допомогою ліпосом, штучна хромосома людини. Генна терапія на основі РНК-інтерференції і антисмислової мРНК. Активація попередника лікарського засобу. Лікарські засоби на основі олігонуклеотидів. Стовбурові клітини. Лікування радіаційного ураження. Соматична і генна терапія. Замісна і коригуюча терапія. Клонування ссавців методом ядерного трансферу, репрограмування клітин. Терапевтичне і репродуктивне клонування. Спрямована модифікація геному. Генотерапія спадкових і неспадкових захворювань. Вакцинація. Генна імунізація. Використання моноклональних антитіл в терапії злоякісних пухлин. Химерні антитіла, гуманізація антитіл. Проблеми генної терапії. Технологія створення штучних органів як шлях вирішення проблем трансплантації. Етичні та юридичні аспекти генної терапії і терапевтичного клонування.

Біоінженерія у промисловій біотехнології. Отримання біологічно активних речовин рослинного походження. Культури клітин рослин і тварин як

поновлювальні джерела фармакологічно цінних вторинних метаболітів. Виробництво моноклональних антитіл. Використання трансгенних рослин і тварин для синтезу фармацевтичних препаратів (антитіл, вакцин), полімерів та інших речовин.

Біоінженерія в екології. Гена інженерія у вирішенні екологічних проблем навколишнього середовища. Еволюція природних систем детоксикації. Біологічна рекультивация ґрунтів. Ксенобіотики і гена інженерія. Генетичні методи створення мікроорганізмів з новими ферментативними властивостями (руйнування пестицидів ґрунтовими мікроорганізмами, біотична детоксикація сполук важких металів у ґрунтах, мікробіологічна деградація ПАР). Селекція біооб'єктів – продуцентів вуглеводнів. Біоінженерія і підвищення продуктивності агроecosystem. Генетичні методи поліпшення сортів рослин, порід тварин, підвищення їх продуктивності, посилення ефективності біологічної фіксації атмосферного азоту мікроорганізмами. Біоінженерія в технологіях виробництва біопестицидів, бактеріальних добрив.

Біоінженерія та біобезпека. Біобезпека у генній, геномній, клітинній, тканинній та органогенній біотехнологіях. Проблеми екологічної безпеки використання генетично модифікованих організмів. Аспекти біобезпеки трансгенних рослин, тварин. Харчові, екологічні та агротехнічні ризики. Ризики горизонтального переносу трансгенних конструкцій. Критерії, показники та методи оцінки біобезпеки застосування генетично модифікованих організмів та отриманих з них продуктів. Державний контроль та державне регулювання в області генно-інженерної діяльності і використання ГМО та одержаних з них продуктів. Контроль за експериментальними дослідженнями з рекомбінантними ДНК, за виробництвом і споживанням продуктів з ГМО, за вивільненням генетично модифікованих організмів у навколишнє середовище. Стандартизація в біоінженерії. Біоетичні проблеми генної інженерії, генотерапії, клонування людини і тварин. Прискорений розвиток біоінженерії в провідних країнах світу: наслідки, реакція світового суспільства. Юридичні та міжнародні аспекти біобезпеки. Протидія біотероризму.

3. Рекомендована література

Основна:

1. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды : [пер. с англ.] ; под ред., с предисл. и дополн. В. Г. Дебабова. – М. : Мир, 1987. – 422 с.
2. Герасименко В. Г. Биотехнология : учеб. пособие / В. Г. Герасименко. – К. : Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 343 с.
3. Бекер М. Е. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиныш, Е. П. Райпулис. – М. : Агропромиздат, 1990. – 334 с.
4. Клунова С. М. Биотехнология / С. М. Клунова и др. – М. : Академия, 2010. – 256 с.
5. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – Москва : Мир, 2002. – 488 с.

6. Пинаев Г.П. Клеточная биотехнология / Г. П. Пинаев, М. И. Блинова, Н. С. Николаенко, Г. Г. Полянская, Т. Н. Ефремова, Н. С. Шарлаимова, Н. А. Шубин. – СПб : Изд-во Политех-го ун-та, 2011. – 224 с.
7. Рыбчин В. Н. Основы генетической инженерии : учебник / В. Н. Рыбчин ; 2-е изд., перераб. и доп. – СПб : ГТУ, 1999. – 521 с.
8. Руденко С. С. Генетична інженерія : навч. посібник / С. С. Руденко. – Чернівці : Рута, 1997. – 182 с.
9. Ніколайчук С. І. Генетична інженерія / С. І. Ніколайчук, І. Ю. Горбатенко. – Ужгород, 1999. – 101 с.
10. Картель Н. А. Биоинженерия : методы и возможности / Н. А. Картель. – Минск : Ураджай, 1989. – 144 с.
11. Воронина Л. Н. Основы биохимической инженерии : учеб. пособие / Л. Н. Воронина, Н. А. Шоно, А. Л. Загайко. – Х. : Золотые страницы, 2004. – 240 с.
12. Методы молекулярной генетики и генной инженерии / Под. ред. Р. И. Салганик. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1990. – 248 с.
13. Біотехнологія : навч.-метод. посіб. Ч. 1. Генетична інженерія мікроорганізмів / Під ред. В. М. Тоцького. – Одеса : ЛАТСТАР, 2004. – 76 с.
14. Кучук Н. В. Генетическая инженерия высших растений / Н. В. Кучук. – Киев : Наук. думка, 1997. – 152 с.
15. Валиханова Г. Ж. Биотехнология растений / Г. Ж. Валиханова. – Алматы : Конжик, 1996. – 154 с.
16. Мельничук М. Д. Основы біотехнології рослин : підручник / [М. Д. Мельничук, Т. В. Новак, Б. О. Левенко]. – К. : Вища шк., 2000. – 248 с.
17. Сидоров В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция / В. А. Сидоров. – Киев : Наук. Думка, 1990. – 280 с.
18. Глеба Ю. Ю. Слияние протопластов и генетическое конструирование высших растений / Ю. Ю. Глеба, К. М. Ситник. – Киев : Наук. думка, 1982. – 102 с.
19. Глазко В. И. Генетически модифицированные организмы: от бактерий до человека / В. И. Глазко. – Киев : КВІЦ, 2002. – 210 с.
20. Дромашко С. Е. Генетически модифицированные организмы и проблемы биобезопасности : учеб.-метод. пособие / С. Е. Дромашко [и др.]. – Минск : Ин-т подгот. науч. кадров Нац. акад. наук Беларуси, 2011. – 70 с.
21. Калинин Ф. Л. Культура клеток и тканей в физиологии и биохимии растений / Ф. Л. Калинин, В. В. Сарнацкая, Л. П. Полищук. – Киев : Наук. думка, 1989. – 332 с.
22. Кучко А. А. Соматональна мінливість у картоплі / А. А. Кучко, Т. М. Олійник. – К. : Довіра, 1998 – 192 с.
23. Левенко Б. А. Трансгенные растения. Современное состояние. Проблемы. Перспективы / Б. А. Левенко. – Киев : Дошкольник, 2000. – 305 с.
24. Лутова Л. А. Генетика развития растений / Л. А. Лутова, Н. А. Проворов, О. Н. Тиходеев и др. – СПб : Наука, 2000. – 359 с.
25. Лутова Л. А. Биотехнология высших растений / Л. А. Лутова. – СПб : Изд-во С.-Петербур.ун-та, 2003. – 228 с.

26. Рудишин С. Д. Основы биотехнологии растений / С. Д. Рудишин. – Вінниця, 1998. – 224 с.
27. Вечернина Н. А. Биотехнология растений / Н. А. Вечернина. – Барнаул: АлтГУ, 2009. – 224 с.
28. Биотехнология растений : культура клеток / Под ред. Р. А. Диксон. – М. : ВО Агропромиздат, 1989. – 280 с.
29. Биотехнология растений : культура клеток / Под ред. Р. Г. Бутенко. – М. : Агропромиздат, 1989. – 279 с.
30. Вечернина Н. А. Методы биотехнологии в селекции, размножении и сохранении генофонда растений / Н. А. Вечернина. – Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2004. – 205 с.
31. Сельскохозяйственная биотехнология: векторные системы молекулярного клонирования / Под ред. В. И. Негрука ; пер. с англ. Г. И. Эйсер. – М. : Агропромиздат, 1991. – 534 с.
32. Чернин Л. С. Первые шаги в будущее : генная инженерия растений / Л. С. Чернин. – М. : Агропромиздат, 1990. – 256 с.
33. Рахимбаев И. Р. Биотехнология зерновых культур / И. Р. Рахимбаев и др. – Алма-Ата : Гылым, 1992. – 240 с.
34. Генная инженерия растений : Лабораторное руководство; пер. с англ. / Под ред. Дж. Дрейпера и др. – М. : Мир, 1991. – 408 с.
35. Пузик В. К. Культура ізольованих органів, тканин і клітин в біотехнології рослин : навч. посіб. / В. К. Пузик. – Х. : ХДАУ, 1997. – 98 с.
36. Коваленко В. П. Біотехнологія у тваринництві й генетиці / В. П. Коваленко, І. Ю. Горбатенко. – К. : Урожай, 1992. – 152 с.
37. Черепенко Е. И. Проблема репликации ДНК и генетические манипуляции с растениями / Е. И. Черепенко, А. П. Галкин. – К. : Наук. думка, 1987. – 160 с.
38. Тоцький В. М. Генетика / В. М. Тоцький. – Одеса : Астропринт, 2002. – 712 с.
39. Гершензон С. М. Основы современной генетики / С. М. Гершензон. – Киев : Наук. думка, 1983. – 501 с.
40. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть : у 4 т.; Т. 1 / Під ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2001. – 641 с.
41. Албертс Брюс Молекулярная биология клетки : в 3. т. / Албертс Брюс, Брей Деннис, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уотсон Джеймс Д. : пер. Т. Н. Власик. – 2. изд., перераб. и доп.; Т. 1. – М. : Мир, 1994. – 517 с.
42. Албертс Брюс Молекулярная биология клетки : в 3. т. / Албертс Брюс, Брей Деннис, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уотсон Джеймс Д. : пер. Т. Я. Абаимова. – 2. изд., перераб. и доп.; Т. 2. – М. : Мир, 1994. – 539 с.
43. Албертс Брюс Молекулярная биология клетки : в 3. т. / Албертс Брюс, Брей Деннис, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уотсон Джеймс Д. : пер. В. П. Корж. – 2. изд., перераб. и доп.; Т. 3. – М. : Мир, 1994. – 504 с.
44. Уотсон Дж. Рекомбинантные ДНК : краткий курс / Дж. Уотсон, Дж. Туз, Д. Курц ; пер. с англ. – М. : Мир, 1986. – 288 с.:

45. Рекомбинантные молекулы : значение для науки и практики / Под ред. Р. Бирса и Э. Бэсита ; пер. с англ. – М. : Мир, 1980. – 624 с.
46. Щелкунов С. Н. Клонирование генов / Под ред. В. В. Власова. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1986. – 230 с.
47. Щелкунов С. Н. Конструирование гибридных молекул ДНК / Под ред. В. В. Власов. – Новосибирск : Наука, 1987. – 168 с.
48. Новое в клонировании ДНК. Методы / Под ред. Д. Гловера ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 368 с.
49. Генетика промышленных микроорганизмов и биотехнология / Под ред. В. Г. Дебабова. – М. : Наука, 1990. – 280 с.
50. Стрельчук С. І. Генетика з основами селекції : підручник / С. І. Стрельчук, С. В. Демідов, Г. Д. Бердишев, Д. М. Голда. – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – 291 с.
51. Руденко С. С. Бібліотеки та карти геномів / С. С. Руденко. – Чернівці : Рута, 1995. – 65 с.
52. Варфоломеев С. Д. Биотехнология : Кинетические основы микробиологических процессов / С. Д. Варфоломеев, С. В. Калюжный. – М. : Высш. шк., 1990. – 296 с.
53. Екологічна біотехнологія : навч. посібник / [О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков]. – Кн. 1. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 424 с.
54. Екологічна біотехнологія : навч. посібник / [О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков]. – Кн. 2. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 368 с.
55. Экологическая биотехнология ; [пер. с англ.] ; под ред. К. Ф. Форстера, Д. А. Дж. Вейза. – Л. : Химия, 1990. – 384 с.
56. Бейли Дж. Основы биохимической инженерии / Дж. Бейли, Д. Оллис. – Ч. 2. – М. : Мир, 1989. – 590 с.
57. Бужієвська Т.І. Основи медичної генетики : навч. посіб. / Т. І. Бужієвська. – К. : Здоров'я, 2001. – 136 с.
58. Бердышев Г. Д. Биологическая инженерия и старение / Г. Д. Бердышев. – К. : Вища шк. Головное изд-во, 1988. – 72 с.
59. Киселев Н. Н. Социально-правовые аспекты клонирования человека / Н. Н. Киселев, Т. Р. Короткий, А. Н. Кравченко, В. И. Недоступ, В. Н. Тоцкий ; Сост. : Е. Н. Шевчук (предисл., сост.), Т. Р. Короткий (предисл., сост.). – Одеса : ЛАТСТАР, 2001. – 253с.

Додаткова:

60. Буркат В. П. Довідник з репродуктивної біотехнології великої рогатої худоби / В. П. Буркат, В. В. Влізло, Р. Й. Кравців, С. Г. Шаловило, М. М. Шаран. – Львів, 2004. – 150 с.
61. Глазко В. И. Словарь терминов по прикладной генетике и ДНК технологиям / В. И. Глазко. – К. : КВІЦ, 1999. – 342 с.

62. Глазко В. И. Русско-англо-украинский толковый словарь по прикладной генетике, ДНК-технологии и биоинформатике / В. И. Глазко, Г. В. Глазко. – К. : Нора-принт, 2000. – 464 с.

63. Екологічний словник : навч. посібник / [В. В. Преждо, Г. А. Ткач, І. С. Кратенко, Ф. В. Ківва, В. В. Шило]. – Х. : ХДАМГ Міносвіти України, 1999. – 416 с.

64. Преждо В. В. Екологічний словник : навч. посібник / В. В. Преждо, Г. А. Ткач, І. С. Кратенко, Ф. В. Ківва, В. В. Шило. – Харків : ХДАМГ Міносвіти України, 1999. – 416 с.

65. Сытник К. М. Словарь-справочник по экологии / К. М. Сытник и др. ; под ред. К. М. Сытника. – Киев. : Наукова думка. 1994. – 665 с.

4. Форма підсумкового контролю успішності навчання

Залік.

5. Засоби діагностики успішності навчання

Діагностика залишкових базових знань з дисципліни проводиться з використанням комплектів завдань для діагностики успішності навчання за змістовними модулями.