СИЛАБУС ДИСЦИПЛІНИ
«Клітинна біотехнологія»

Освітній вищої 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	д.с.-г. н., проф. Кляченко Оксана Леонідівна
Контактна інформація лектора (e-mail)	тел. (044) 527-82-15 Klyachenko@ukr.net
Сторінка курсу в eLearn	

ОПИС ДИСЦИПЛІНИ
(до 1000 друкованих знаків)

«Клітинна біотехнологія» є вибірковою дисципліною для ОС доктор філософії за освітньо-науковою програмою «Біотехнології біологічних систем». Ця дисципліна вивчає фундаментальні особливості клітин та клітинних популяцій, що культивуються *in vitro,* роль відмінностей їх генетичних та епігенетичних характеристик, застосування різних типів клітин для отримання первинних та вторинних метаболітів, отримання клітинних ліній і рослин з новими спадковими ознаками, отримання рослин-регенерантів, стійких до біотичних та абіотичних чинників довкілля, уможливлює отримання генетично однорідного посадкового матеріалу та отримання гетерозисних гібридів рослин.

Метою даного курсу є забезпечення відповідних сучасним вимогам знань майбутнім вченим - фахівцям з біотехнології зі структурної організації клітин різних типів, особливостей клітин *in vitro* та метаболічних процесів, які в них відбуваються, проведення фундаментальних досліджень клітини в складі багатоклітинного організму, що знаходиться під генетичним і фізіологічним контролем рослини задля підготовки до самостійного прийняття науково обґрунтованих рішень.

Складовою частиною навчальної дисципліни мають бути практичні роботи мета яких - закріплення теоретичних знань, а також надбання і розвиток навичок біологічних досліджень. Практичні роботи уможливлюють оволодіння навиками роботи з культурою клітин і рослин *in vitro,* засвоїти елементарні методи цитологічних досліджень, які включають забір матеріалу, його фіксацію, фарбування та їх вивчення під світловим мікроскопом, що дуже важливо в професійній підготовці.

Вивчення дисципліни «Клітинна біотехнологія» забезпечує опанування таких загальних компетентностей, як пошук наукової літератури з проблематики та його комплексний аналіз, здатність пояснити особливості будови найбільш відомих типів клітин та базові механізми, що забезпечують стійкість клітин до біотичних та абіотичних чинників довкілля, здатність генерувати нові ідеї (креативність) та проводити наукові досліджень на відповідному рівні.

Вивчення дисципліни «Клітинна біотехнологія» забезпечує опанування таких фахових компетентностей, як здатність працювати з біологічними агентами, що використовуються у біотехнологічних процесах (гриби, бактерії, рослини та їх окремі компоненти), здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів, виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері біотехнології.

Набуття компетентностей:

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК09. Здатність проводити теоретичні і експериментальні дослідження, математичне і комп'ютерне моделювання біотехнологічних процесів.

ФК10. Здатність продемонстровувати знання і розуміння наукових фактів, необхідних для розроблення сучасних біотехнологій.

ФК11. Здатність продемонстровувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці природоохоронних біотехнологій.

Програмні результати навчання (ПРН) ОП:

РН04. Знання та використання сучасних фізіологічних, біохімічних та генетичних підходів для вдосконалення біологічних агентів і регуляції біотехнологічних процесів.

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 напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проєкти, 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.

РН09. Розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології отримання практично цінних біотехнологічних продуктів різного призначення і природоохоронні біотехнології.

РН010. 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/практичні роботи)	Результати навчання	Завдання	Оцінювання
2 семестр				
Змістовний модуль 1. Культура клітин рослин *in vitro*				
Тема 1. Методи культивування *in vitro* ізольованих клітин і тканин вищих рослин	2/2	*Знати*: основні методи культивування (асептичні) клітин. Живильні середовища та оптимальні фізичні фактори для культур. Теоретичні основи створення живильних середовищ. *Вміти*: проводити відбір біологічного матеріалу для дослідження, складати базові живильні середовища для культивування біологічних агентів. Математичне планування досліду. *Використовувати*: сучасні біотехнологічні методи культивування клітин і тканин рослин	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, упродовж практичного заняття та (на eLearn) Проведення усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 2. Особливості клітинних популяцій *in vitro*	2/2	*Знати*: взаємодію клітин в культурі *in vitro*. Морфологічну гетерогенність рослинних тканин *in vitro*. Цитогенетичну гетерогенність рослинних клітин. Причини та механізми. Стабільність	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу упродовж практичного	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, упродовж практичного заняття та (на eLearn) Проведення усного/письмового опитування – згідно з журналом

		цитогенетичної характеристики *Вміти*: дослідити та провести опис клітин, які відрізняються морфологічно, фізіологічно та цитогенетично *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	оцінювання в eLearn
Тема 3. Ріст і метаболізм вуглеводів в культурі тканин рослин	2/2	*Знати*: Ефективність різних вуглеводів для росту ізольованих клітин та тканин рослин. Оптимальні для росту концентрації сахарози. Вплив вуглеводневого живлення на процеси росту. Транспорт цукрів через клітинні мембрани. Поглинання сахарози. Основні шляхи деградації вуглеводів за росту ізольованих культур. Метаболізм галактози. *Вміти*: визначити залежність між інтенсивністю росту і активністю двох основних шляхів метаболізації глюкози. *Використовувати*: сучасні 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, упродовж практичного заняття та (на eLearn) Проведення усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 4. Дедиференціація тканин вищих рослин *in vitro* та первинний калюсогенез	2/2	*Знати*: Фази росту калюсних тканин та її функції у інтактній рослині. Загальні фактори, які визначають ефективність дедиференціації тканин. Перебудову клітин експлантатів різних спеціалізацій. Фізіологічну асинхронність, генетичну гетерогенність та гормононезалежність калюсних тканин. Кількісні та якісні	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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		характеристики калюсних тканин. *Вміти*: проводити облік параметрів росту калюсних тканин та визначити їх кількісні характеристики та описати якісні. *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень, особливо підрахунку клітин за методом Брауна		
Тема 5. Прокаріотичні та еукаріотичні клітини в природних умовах та при культивуванні *in vitro*	2/2	*Знати*: характерні ознаки прокаріотичних та еукаріотичних клітин рослин *in vitro*. Схему еволюції живих організмів на нашій планеті. Гіпотези виникнення еукаріотичних клітин. *Вміти*: аналізувати та інтерпретувати мікропрепарати і електронні мікрофотографії, розпізнавати клітинні структури на них; користуватися мікроскопічної технікою, виготовляти найпростіші тимчасові препарати та вивчати їх. *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади, реактиви та обладнання для проведення цитологічних 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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 6. Особливості довготривалого культивування рослинних клітин *in vitro*	2/2	*Знати*: основні характеристики клітинних популяцій. Основні причини загибелі клітин. Асинхронність та генетична гетерогенність клітинної популяції. Мітотичний цикл еукаріотичних клітин та його аномалії. Причини нестабільності геному клітин *in vitro*.	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	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		Генетичні особливості популяцій клітин *in vitro* гібридних видів *Вміти*: визначити фотосинтетичні пігменти та фенольні сполуки у довготривало культивованих клітин різних рослин. *Використовувати*: Лабораторне обладнання, а саме: спектрофотометр, фотоколориметр	самостійну роботу завдання на eLearn	
Тема 7. Вторинний метаболізм і його регуляція в клітинних популяціях та тканинах рослин *in vitro*	2/2	*Знати:* вторинні метаболіти, що синтезуються рослинними клітинами *in vitro*. Шляхи біогенезу і регуляції метаболізму вторинних сполук. Переваги застосування клітинних популяцій порівняно з цілими рослинами. Отримання високопродуктивних клонів клітин. Внутрішньоклітинну локалізацію вторинних метаболітів. *Вміти*: провести електронно-мікроскопічні дослідження культивованих клітин, фіксацію рослинного матеріалу. *Використовувати*: Лабораторне обладнання, електронний мікроскоп та матеріали і реактиви для фіксації рослинного матеріалу.	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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема 8. Клітинні технології для отримання речовин вторинного синтезу	2/2	*Знати*: Глибинне культивування рослинних клітин *in vitro*. Застосування іммобілізованих клітин та шляхи їх іммобілізації. Отримання біологічно активних	Підготуватися до лекцій (попереднє ознайомлення з презентацією та повнотекстовою лекцією на eLearn). Виконати та здати практичну роботу	Виконання та здача практичних і самостійних робіт, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		речовин рослинного походження *Вміти* визначати параметри росту клітинних суспензій. Розробити технічний регламент для отримання певних вторинних метаболітів. *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	упродовж практичного заняття та самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	
Тема 9. Тотипотентність рослинних клітин *in vitro*	2/2	*Знати*: Типи диференціації. Фактори, що впливають на диференціацію тотипотентних клітин. Гістогенез та його регуляцію в культурі калюсних клітин. Морфогенез *in vitro*. Вегетативний і флоральний органогенез. Соматичний ембріогенез. *Вміти:* Розробити живильні середовища для отримання прямого та непрямого соматичного ембріогенезу та морфогенезу. Аналізувати результати по отриманню тотипотентних клітин та збільшенні їх кількості. *Використовувати*: сучасні 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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn. Проведення модульного контролю знань на eLearn
Змістовний модуль 2. Клітинна біотехнологія на допомогу селекції рослин				
Тема.10 Гаплоїдні технології та створення рослин з новими цінними ознаками	2/2	*Знати*: Основні характеристики репродуктивних клітин. Культивування зародків *in vitro* (ембріокультура). Шляхи отримання гаплоїдних рослин в культурі *in vitro*. Андрогенез. Гіногенез.	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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		Партеногенез. Прогамну та постгамну несумісність. Створення гомозиготних диплоїдів рослин. Шляхи отримання дигаплоїдів різних рослин. *Вміти:* Розробити живильні середовища для культивування ізольованих зародків, пиляків, пилку та незапліднених насіннєвих зачатків. Одержати гаплоїді рослини із жіночого гаметофіту та пиляків. Розробити методичні прийоми для культивування ізольованих зародків на різних стадіях розвитку. Аналізувати та провести інтерпретацію отриманих результатів досліджень. *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень	самостійно на eLearn. Виконати самостійну роботу завдання на eLearn	
Тема 11. Клітинна селекція рослин	2/2	*Знати*: Особливості мутагенезу в селекції мутантів *in vitro*. Селекцію клітинних варіантів і регенерацію рослин. Сомаклональну мінливість та природу і механізми її виникнення. Різноманітність сомаклональних варіантів та їх практичне застосування. Прийоми селекції ауксотрофних та температуро чуттєвих мутантів. Механізми, що забезпечують стійкість клітинних ліній та рослин-регенерантів до біотичних та абіотичних чинників	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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		довкілля. Отримання генетично маркованих рослин шляхом перенесення чужорідних селективних ознак. *Вміти:* Розробити живильні середовища з сублетальною концентрацією селективних агентів та отримати клітинні лінії і рослини-регенеранти стійкі до чинників довкілля. Розробити шкалу стійкості до негативних чинників. Визначити активність та ізоферментні пероксидаз. Визначити активність поліфенолоксидази, дослідити БТШ. Провести інтерпретацію результати досліджень. *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень		
Тема 12. Культура Ізольованих протопластів - об'єкт і модель для фізіологічних досліджень.	2/2	*Знати*: Прикладні та теоретичні питання, які вирішуються за допомогою культури ізольованих протопластів. Методи виділення протопластів та їх культивування. Злиття протопластів та отримання соматичних гібридів і цибридів. Відбір гібридних клітин та регенерацію з них рослин. Методи аналізу гібридних рослин-регенерантів. *Вміти:* Виділити протопласти із рослинних клітин та провести їх культивування різними методами. Моделювати метаболізм, ріст та диференціацію за відсутності міжклітинних	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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		зв'язків. Вивчити склад і структуру клітинної стінки шляхом руйнування специфічними ферментами. Отримати соматичні гібридні клітини. Провести цитологічне вивчення отриманих гібридних клітин. Аналізувати результати по отриманню соматичних гібридів та збільшенні їх кількості. *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень		
Тема 13. Клональне мікророзмноження рослин та оздоровлення посадкового матеріалу	2/2	*Знати*: процес клонального мікророзмноження, переваги його порівняно з традиційними методами розмноження. Основні типи та етапи та етапи мікророзмноження. Фактори, що впливають на процес клонального розмноження. Отримання безвірусного посадкового матеріалу. Застосування хімічних препаратів для оптимізації поєднання методу культивування меристем з хімієтерапією. Високоспецифічні і високочутливі діагностикуми для виявлення вірусних інфекцій. *Вміти:* розмножити гетерозисні гібриди рослин, гаплоїдні та дигаплоїдні рослини, культури стійкі до біотичних та абіотичних чинників довкілля. Провести розмноження	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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn

		овочевих, ягідних культур. Отримати безвірусний посадковий матеріал та перевірити його на вірусоносійство *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень		
Тема.14. Генетична інженерія рослинних клітин	2/2	*Знати*: молекулярні основи генетичної інженерії, трансформацію та трансгеноз рослинних клітин. ДНК хлоропластів і мітохондрій. ДНК вірусів рослин. основні методи отримання трансгенних рослин. Туморогенні штами Agrobacterium tumefaciens. *Вміти:* провести агробактеріальну трансформацію клітин та ПЛР аналіз ГМ клітин. *Використовувати*: сучасні 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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn
Тема. 15. Збереження генофонду вищих рослин у колекціях і кріобанках	2/2	*Знати*: кріозбереження і його основи. Способи підготовки до глибокого заморожування. Застосування кріопротекторів. Етапи видалення кріопротекторів і рекультивування. Методи визначення життєздатності клітин після розморожування. Створення кріобанків. *Вміти:* провести дослідження по впливу різних кріопротекторів на стійкість клітин до дії низьких температур, вивчити вплив кріопротекторів на білки цитоплазми	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, (на eLearn) та усного/письмового опитування – згідно з журналом оцінювання в eLearn. Проведення модульного контролю знань на eLearn

		рослинних клітин за дії негативних температур, визначити життєздатність розморожених клітин за допомогою їх зафарбовування. *Використовувати*: сучасні лабораторні прилади та реактиви для проведення досліджень		
Можливість отримання додаткових балів:	Додаткові бали можна отримати за підготовку доповіді та участь в наукових конференціях			до 10 балів
Всього за семестр				**100х0,7 (максимум 70 балів)**
Іспит				**30 балів**
Всього разом				**100 балів**

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	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).
Політика щодо академічної доброчесності:	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.
Політика щодо відвідування:	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

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

Рекомендовані джерела інформації

Основна література:

1. Біотехнологія : підруч. для підготов. спец. в аграр. вищ. навч. закладах / В. Г. Герасименко, М. О. Герасименко, М. І. Цвіліховський ; за ред. В. Г. Герасименка. Київ : Фірма "Інкос", 2006. 646 с.
2. Іншина Н. М. Біотехнологія. Суми : Видавництво СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2009. 171 с.
3. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Янсе Л.А., Постоєнко В.О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія. Ч.1. Біоінженерія. К.: Аграрна освіта, 2020. – 135 с.
4. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Янсе Л.А., Постоєнко В.О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія. Ч.2. Клітинні технології. К.: Аграрна освіта, 2020. – 255 с.
5. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Янсе Л.А., Постоєнко В.О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія. Ч.3. Промислова та екологічна біотехнологія. К.: Аграрна освіта, 2020. – 340 с.
6. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Бородай В.В. Українсько-англійський термінологічний словник із загальної біотехнології. Вінниця, «ТОВ Нілан ЛТД», 2016. – 760 с.

7. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. Київ : Логос, 2005. 730 с.
8. Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Мікроклональне розмноження рослин. Київ : Наукова думка, 2005. – 272 с.
9. Мартиненко О. І. Методи молекулярної біотехнології. Лабораторний практикум. Київ : Академперіодика, 2010. 232 с.
10. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин : підручник. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2003. 520 с.
11. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л. Біотехнологія в агросфері. Вінниця, «ТОВ Нілан ЛТД», 2014. – 266с.
12. Пирог Т. П., Ігнатова О. А. Загальна біотехнологія. Київ : НУХТ, 2009. 336 с.
13. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. К.: Наукова Думка, 1994. – 280 с.
14. Яворська Г. В., Ґудзь С. П., Гнатуш С. О. Промислова мікробіологія. Львів, вид. центр Львів. нац. ун-ту ім. І Франка, 2008. 256 с.

Додаткова література

1. Дробик Н. М., Гуменюк Г. Б., Грубінко В. В. Лабораторний практикум з біотехнології. Тернопіль, 2019. 124 с.
2. Загальна цитологія і гістологія: підручник / М. Е. Дзержинський, Н. В. Скрипник, Г.В. Островська та ін. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. –575 с.
3. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Коломієць Ю.В. Біоінженерія. Вінниця, «ТОВ Нілан-ЛТД.», 2015. – 456 с.
4. Молекулярна біологія клітини / Альбертс Б., Джонсон А., Льюіс Дж. та ін. – К.: Наутілус, 2014. – 1536 с.
5. Нельсон Д. Основи біохімії за Ленінджером: Навчальний посібник / Д. Нельсон, М. Кокс. – Львів: БаК, 2015. – 1280 с.
6. Екологічна біотехнологія / Швед О. В., Миколів О. Б., Комаровська-Порохнявець О. З., Новіков В. П.: у 2 кн. Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2010. Кн. 1. 424 с.

Інформаційні ресурси

1. https://onlinelibrary.wiley.com/journal/1768322x
2. https://www.microscopemaster.com/cell-biology.html
3. https://nautilus.com.ua/ebook/molekulyarna-biolohiya
4. http://biology.org.ua/index.php?subj=main&lang=ukr&chapter=lib
5. https://www.nature.com/scitable/topic/cell-biology-13906536/