

Затверджено
Вченою радою
біологічного факультету
протокол № 2 від 29 вересня 2023 р.



Голова Вченої ради, декан

Л. О. Омелянчик

М. П.

СУЧАСНІ БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ В РОСЛИННИЦТВІ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
ступеня доктора філософії

зі спеціальності 091 Біологія та біохімія

код та найменування спеціальності

освітньо-наукова програма Біологія

назва освітньо-наукової програми

Укладач:

Сорока А. І., професор кафедри генетики та рослинних ресурсів, доктор сільськогосподарських наук, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Погоджено:

Гарант освітньо-наукової програми

В. О. Лях

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна, вечірня, заочна форми навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>09 Біологія</u> (шифр і назва)	Вибіркова
		Цикл професійної підготовки
Змістових модулів – 6	Спеціальність <u>091 Біологія та біохімія</u> (код і найменування)	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 120		2-й
		Лекції 16 год.
		Практичні 14 год.
Освітньо-наукова програма <u>Біологія</u> (назва програми)		Самостійна робота 90 год.
Рівень вищої освіти: третій (доктор філософії)		Вид підсумкового контролю: залік

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання дисципліни «Сучасні біотехнологічні методи в рослинництві» є надання здобувачам третього рівня вищої освіти уявлення про можливості роботи з культурою *in vitro*; генетичні процеси, на які опирається сучасна біотехнологія; спектр біотехнологічних методів для практичного застосування.

Основні **завдання** курсу: ознайомлення з можливостями використання мікроклонального розмноження для масового розмноження в промислових умовах рослин, збереження генофонду цінних сільськогосподарських культур, отримання безвірусного садівного матеріалу, опанування методів клітинної інженерії та гібридизації соматичних клітин, набуття навичок застосування методів експериментальної гаплоїдії для стабілізації геному чи картування генів, засвоєння методик, необхідних для отримання стабільних форм організмів або, навпаки, збільшення мінливості.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні досягти таких **програмних компетентностей і програмних результатів навчання:**

Програмні компетентності	
ЗК 2	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
ЗК 3	Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми
ЗК 5	Здатність до критичного мислення
ЗК 10	Здатність розв'язувати комплексні проблеми біології на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності

СК 2	Здатність здійснювати планування та виконання оригінальних досліджень, досягати наукових результатів, які створюють нові знання як в предметній області, так і в міждисциплінарних напрямках, і можуть бути опубліковані у провідних вітчизняних та міжнародних наукових виданнях з галузі «Біологія» та суміжних галузей
СК 4	Здатність використовувати сучасні методології, методи та інструменти емпіричних і теоретичних досліджень у галузі, методи комп'ютерного моделювання, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та науково-педагогічній діяльності
СК 5	Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та іноземною мовами, демонструвати глибоке розуміння іншомовних наукових текстів за напрямом досліджень; володіти навичками академічного письма
СК 10	Здатність ефективно використовувати базові знання принципів функціонування генетичних систем з метою їх дослідження й модифікації та застосовувати методи маніпулювання генетичним матеріалом для створення ефективних схем селекції та генно-інженерних технологій
Програмні результати навчання	
ПРН 1	Мати передові концептуальні та методологічні знання з предметної області та 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
ПРН 4	Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані з метою розв'язання значущих наукових та науково-прикладних проблем
ПРН 5	Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження за напрямом спеціальності та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів; оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень; комерціалізувати їх результати; здійснювати захист прав інтелектуальної власності
ПРН 7	Критично аналізувати та узагальнювати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної наукової проблеми, визначати перспективи подальших наукових розвідок
ПРН 13	Володіти основними методичними підходами до вивчення, аналізу та генетичного скринінгу біологічних об'єктів; використовувати сучасні інформаційні та методичні технології для маніпулювання реалізацією генетичної інформації

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Біотехнологічна лабораторія та її інструментарій

Тема 1. Предмет «Сучасні біотехнологічні методи в рослинництві». Основна мета та проблеми біотехнології. Прилади та інструменти біотехнологічної лабораторії. Біотехнологія рослин як наука. Основна мета та проблеми біотехнології рослин. Окремі поняття та термінологія. Значення біотехнології для рослинництва. Основні етапи розвитку біотехнології рослин. Обладнання та інструментарій біотехнологічної лабораторії. Базові поживні середовища. Мікро- та макроелементи, вітаміни, що входять до складу поживних середовищ. Фітогормональний склад поживних середовищ – ауксини, гібереліни, цитокініни. Значення рН поживного середовища та його встановлення. Поживні середовища для культивування різних експлантів та видів рослин.

Змістовий модуль 2. Культура окремих клітин

Тема 2. Культура клітин як біологічна система. Суспензійні культури. Культура окремих клітин. Культура клітин як клонова популяція. Калюсогенез як основа створення клітинних культур. Дедиференціювання та калюсоутворення *in vitro*. Довгостроково вирощувані культури. Культивування окремих клітин.

Змістовий модуль 3. Основні біотехнологічні методи

Тема 3. Мікроклональне розмноження, ембріокultura, методи збільшення біомаси клітин. Морфогенез та регенерація *in vitro*. Основні механізми регенерації. Типи та основні етапи мікроклонального розмноження. Одержання безвірусного садівного матеріалу. Практичне значення методу мікроклонального розмноження. Статеве розмноження рослин. Несумісність та її генетичні основи. Культура ізольованих зародків (ембріокultura). Запліднення *in vitro*. Подолання стерильності та віддаленої гібридизації.

Змістовий модуль 4. Експериментальна гаплоїдія

Тема 4. Методи експериментальної гаплоїдії. Стабілізація гібридного геному. Андрогенез. Фактори, що впливають на процес андрогенезу. Гібридні зародки як джерело гаплоїдів. Гіногенез. Регенерація та особливості гаплоїдних рослин. Диплоїдизація гаплоїдів.

Змістовий модуль 5. Соматична гібридизація та генна інженерія

Тема 5. Методи генної інженерії. Технологія рекомбінантних ДНК. Методи створення рослин, стійких до гербіцидів та патогенів і шкідників. Методи отримання гібридних клітин. Використання соматичної гібридизації близькоспоріднених видів. Трансформація рослинного геному. Аналіз рослинної ДНК за Саузерном. Трансформація великих гетерогенних експлантів за допомогою неонкогенних Ті-плазмідних векторів. Пряма регенерація трансформованих рослин: трансформація листових дисків тютюну. Регенерація трансформованих рослин через стадію калюсу: трансформація експлантів проростків льону. Використання соматичної гібридизації близькоспоріднених видів. Трансформація гіпокотилів, регенерація з трансформованого калюсу, селекція, розмноження і вкорінення трансформованих пагонів. Трансформація рослинних клітин шляхом мікроін'єкцій. Основні методи трансформації рослинних клітин за допомогою агробактеріальних векторів.

Змістовий модуль 6. Кріоконсервація

Тема 6. Метод кріоконсервування. Банки генів. Методи кріозберігання. Банки генетичних ресурсів. Класифікація продуктів метаболізму. Культура клітин як продуцент вторинних сполук. Регуляція синтезу вторинних сполук. Основні процеси культивування клітин як біопродуцентів.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин			
	усього	у тому числі		
		л.	практ.	сам. роб.
1	2	3	4	5
Змістовий модуль 1. Біотехнологічна лабораторія та її інструментарій				
Тема 1. Предмет «Сучасні біотехнологічні методи в рослинництві». Основна мета та проблеми біотехнології. Прилади та інструменти біотехнологічної лабораторії	20	2	-	18
Разом за змістовим модулем 1	20	2	-	18
Змістовий модуль 2. Культура окремих клітин				
Тема 2. Культура клітин як біологічна система. Суспензійні культури. Культура окремих клітин	20	2	-	18
Разом за змістовим модулем 2	20	2	-	18
Змістовий модуль 3. Основні біотехнологічні методи				
Тема 3. Мікроклональне розмноження, ембріокультура, методи збільшення біомаси клітин	20	4	8	8
Разом за змістовим модулем 3	20	4	8	8
Змістовий модуль 4. Експериментальна гаплоїдія				
Тема 4. Методи експериментальної гаплоїдії. Стабілізація гібридного геному	20	2	-	18
Разом за змістовим модулем 4	20	2	-	18
Змістовий модуль 5. Соматична гібридизація та генна інженерія				
Тема 5. Методи генної інженерії. Технологія рекомбінантних ДНК. Методи створення рослин, стійких до гербіцидів та патогенів і шкідників. Методи отримання гібридних клітин	20	4	6	10
Разом за змістовим модулем 5	20	4	6	10
Змістовий модуль 6. Кріоконсервація				
Тема 6. Метод кріоконсервування. Банки генів	20	2	-	18
Разом за змістовим модулем 6	20	2	-	18
Усього годин	120	16	14	90

5. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
Змістовий модуль 1. Біотехнологічна лабораторія та її інструментарій		
1	Тема 1. Предмет «Сучасні біотехнологічні методи в рослинництві». Основна мета та проблеми біотехнології. Прилади та інструменти біотехнологічної лабораторії.	2
	Разом за змістовим модулем 1	2
Змістовий модуль 2. Культура окремих клітин		
2	Тема 2. Культура клітин як біологічна система. Суспензійні культури. Культура окремих клітин.	2
	Разом за змістовим модулем 2	2
Змістовий модуль 3. Основні біотехнологічні методи		
3.	Тема 3. Мікроклональне розмноження, ембріокультура, методи збільшення біомаси клітин.	4
	Разом за змістовим модулем 3	4
Змістовий модуль 4. Експериментальна гаплоїдія		
4.	Тема 4. Методи експериментальної гаплоїдії. Стабілізація гібридного геному.	2
	Разом за змістовим модулем 4	2
Змістовий модуль 5. Соматична гібридизація та генна інженерія		
5.	Тема 5. Методи генної інженерії. Технологія рекомбінантних ДНК. Методи створення рослин, стійких до гербіцидів та патогенів і шкідників. Методи отримання гібридних клітин.	4
	Разом за змістовим модулем 5	4
Змістовий модуль 6. Кріоконсервація		
6.	Тема 6. Метод кріоконсервування. Банки генів.	2
	Разом за змістовим модулем 6	2
Усього годин		16

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
Змістовий модуль 3. Основні біотехнологічні методи		
3	Основні методи біотехнологічних досліджень та напрями їх використання.	2
3	Мікроклональне розмноження у сільськогосподарських та декоративних рослин.	4
3	Методи збільшення біомаси клітин, якості та кількості продуктів метаболізму шляхом використання процесів іммобілізації.	2
	Разом за змістовим модулем 3	8
Змістовий модуль 5. Соматична гібридизація та генна інженерія		
5	Соматична гібридизація у сільськогосподарських та декоративних рослин.	2
5	Отримання генетично-модифікованих сільськогосподарських та декоративних рослин.	2
5	Методи прецизійного редагування геному. Система CRISPR-Cas9.	2
	Разом за змістовим модулем 5	6
Усього годин		14

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
1	2	3
Змістовий модуль 1. Біотехнологічна лабораторія та її інструментарій		
1	Стерилізація в умовах біотехнологічної лабораторії.	18
	Разом за змістовим модулем 1	18
Змістовий модуль 2. Культура окремих клітин		
2	Поживні середовища при використанні різних біотехнологічних методів.	18
	Разом за змістовим модулем 2	18
Змістовий модуль 3. Основні біотехнологічні методи		
3	Шляхи отримання безвірусного матеріалу.	8
	Разом за змістовим модулем 3	8
Змістовий модуль 4. Експериментальна гаплоїдія		
4	Практичне застосування методу гаплоїдії при створенні гібридів сільськогосподарських культур.	18
	Разом за змістовим модулем 4	18
Змістовий модуль 5. Соматична гібридизація та генна інженерія		
5	Практичне застосування культури протопластів.	10
	Разом за змістовим модулем 5	10
Змістовий модуль 6. Кріоконсервація		
6	Банки генів <i>in vitro</i> та <i>in vivo</i> .	18
	Разом за змістовим модулем 6	18
Усього годин		90

8. ВИДИ КОНТРОЛЮ ТА СИСТЕМА НАКОПИЧЕННЯ БАЛІВ

№ змістового модуля	Вид контролю та контрольні заходи	Кіл-ть балів
ПОТОЧНИЙ		
1	Тестування за змістовим модулем 1	5
2	Тестування за змістовим модулем 2	5
3	Тестування за змістовим модулем 3	5
	Презентація та доповідь за темою «Основні методи біотехнологічних досліджень та напрями їх використання»	5
	Презентація та доповідь за темою «Мікроклональне розмноження у сільськогосподарських та декоративних рослин»	5
	Презентація та доповідь за темою «Методи збільшення біомаси клітин, якості та кількості продуктів метаболізму шляхом використання процесів іммобілізації»	5
4	Тестування за змістовим модулем 4	5
5	Тестування за змістовим модулем 5	5
	Презентація та доповідь за темою «Соматична гібридизація у сільськогосподарських та декоративних рослин»	5
	Презентація та доповідь за темою «Отримання генетично-модифікованих сільськогосподарських та декоративних рослин»	5

	Презентація та доповідь за темою «Методи прецизійного редагування геному. Система CRISPR-Cas9»	5
6	Тестування за змістовим модулем 6	5
	<i>Загалом за поточним контролем</i>	60
ПІДСУМКОВИЙ		
	Залік, у т.ч.	40
	<i>Тестування у системі Moodle</i>	20
	<i>Усна відповідь на 3 теоретичних питання та 1 практичне завдання</i>	20
	Разом:	100

9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

№	Контрольні заходи	Критерії оцінювання
ПОТОЧНИЙ		
1	Тестування	Максимальна кількість балів – 5. Тест складається з 10 питань. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів.
2	Презентація та доповідь	Максимальна кількість балів – 5. При цьому оцінюється: 1. Підготовка презентації за відповідною темою (<i>max 2 бали</i>). Повне розкриття теми у презентації в обсязі не менше 10 інформативних слайдів – 2 бали. Часткове відображення теми у презентації в обсязі менше 10 інформативних слайдів – 1 бал. 2. Доповідь (<i>max 3 бали</i>). Оцінюється глибина розуміння обраної теми доповіді (1 бал), логічність та послідовність викладення матеріалу (1 бал), відповіді на питання (1 бал)
ПІДСУМКОВИЙ		
3	Тестування	Максимальна кількість балів – 20. Тест складається з 40 питань. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів.
4	Усна відповідь	Включає оцінку відповіді на 3 теоретичних питання та 1 практичне завдання, кожне оцінюється в 5 балів максимально. Шкала оцінювання теоретичних питань та практичного завдання: <i>5 балів</i> – відповідь здобувача бездоганна за змістом, формою обсягом. Здобувач повною мірою засвоїв програмний матеріал. При відповіді дає глибокі відповіді на поставлені запитання, а також показує знання не лише основної, а й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних, галузевих дисциплін, доцільно використовує вивчений матеріал для аналізу практичних завдань. <i>4 бали</i> – передбачає високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь здобувача досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності, недостатню чіткість в визначенні понять. Додаткова література недостатньо пророблена. <i>3 бали</i> – передбачає наявність знань лише основної літератури, здобувач відповідає по суті питання і в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить

	<p>неточності, дає недостатньо правильні формулювання, порушує послідовність викладу матеріалу, здобувач відчуває труднощі, застосовуючи знання при рішенні практичних завдань.</p> <p><i>2 бали</i> – ставиться, коли здобувач не знає значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті, робить велику кількість помилок в усній відповіді.</p> <p><i>1 бал</i> – ставиться, коли здобувач не виявив здатності засвоїти матеріал в обсязі, достатньому для подальшого засвоєння курсу.</p>
--	---

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою
A	90 – 100 (зараховано)	зараховано
B	85 – 89 (зараховано)	
C	75 – 84 (зараховано)	
D	70 – 74 (зараховано)	
E	60 – 69 (зараховано)	
FX	35 – 59 (не зараховано – з можливістю повторного складання)	не зараховано
F	1 – 34 (не зараховано – з обов'язковим повторним курсом)	

Зараховано (90 – 100 балів) виставляється, якщо здобувач у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано викладає його під час відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу; демонструє високий рівень застосування отриманих умінь і навичок, а також оригінальний підхід під час дискусії та обговорення теми наукового дослідження.

Зараховано (75 – 89 балів) виставляється, якщо здобувач достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обгрунтовано його викладає під час усних виступів; в основному розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу; демонструє високий рівень застосування отриманих умінь і навичок під час виконання практичних завдань. Проте, при викладенні деяких теоретичних питань та вирішення практичних завдань йому не вистачає достатньої глибини та аргументації, може припускатися окремих несуттєвих неточностей та незначних помилок.

Зараховано (60 – 74 бали) виставляється, якщо здобувач в цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів, але без глибокого всебічного аналізу, обгрунтування та аргументації; демонструє середній рівень застосування отриманих умінь і навичок під час виконання практичних завдань, припускаючись при цьому суттєвих неточностей та окремих помилок.

Не зараховано (з можливістю повторного складання) (35 – 59 балів) виставляється, якщо здобувач слабо володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обгрунтування) викладає його під час усних виступів; демонструє низький рівень застосування отриманих умінь і навичок під час виконання практичних завдань, припускаючись суттєвих помилок та неточностей.

Не зараховано (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни) (1 – 34 бали) виставляється, якщо здобувач майже не володіє навчальним матеріалом, не в змозі розкрити зміст більшості питань під час усних виступів та надання письмових відповідей; не вміє застосовувати отримані уміння й навички під час виконання практичних завдань.

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кравченко О. О., Савчук О. М., Остапченко Л. І. Основи біотехнології : навч. посіб. Київ : Київський університет, 2019. 270 с.
2. Кушнір Г. П., Сарнацька В. В. Мікроклональне розмноження рослин: теорія і практика : монографія. Київ : Наукова думка, 2005. 271 с.
3. Манушкіна Т. М. Біотехнологія в рослинництві : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2014. 51 с.
4. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2003. 520 с.
5. Сатарова Т. М., Абраїмова О. Є., Вінніков А. І., Черенков А. В. Біотехнологія рослин : навч. посіб. Дніпропетровськ : Адверта, 2016. 136 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Biotechnology in Agriculture and Forestry / Ed/ J.P.S Bajaj. Berlin: Springer, 1986-2002. Vol. 1-52.
2. Venkataram S., Hefferon K. Agricultural Biotechnology : Genetic Engineering for a Food Cause. London : Academic Press, 2023. 265 p.
3. Біотехнологія з основами екології: навчальний посібник / Трохимчук І. М., Плюта Н. В., Логвиненко І. П., Сачук Р. М. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. 304 с.
4. 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.
5. Галяс В. Л., Колотницький А. Г. Біохімічний і біотехнологічний словник. Львів : ОріянаНова, 2006. 468 с.
6. Дробик Н. М., Гуменюк Г. Б., Грубінко В. В. Лабораторний практикум з біотехнології. Тернопіль, 2019. 124 с.
7. Іншина Н. М. Біотехнологія. Суми: Видавництво СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2009. 171 с.
8. Каратєєва О. І., Юлевич О. І. Загальна біотехнологія : курс лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2022. 107 с.
9. Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Коломієць Ю. В., Антіпов І. О. Біотехнологія. Частина 1. Сільськогосподарська біотехнологія. Підручник. Київ : ЦП Компрінт, 2015. 492 с.
10. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. Київ : Логос, 2005. 730 с.
11. Мартиненко О. І. Методи молекулярної біотехнології. Лабораторний практикум. Київ : Академперіодика, 2010. 232 с.
12. Мусієнко М. М., Панюта О. О. Культура ізолюваних клітин, тканин і органів рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 48 с.
13. Основи біотехнології рослин / уклад. Т. М. Манушкіна. Миколаїв : МНАУ, 2017. 48 с.
14. Основи біотехнології: навч. посібник. / В. О. Слободян та ін.; Інститут менеджменту та економіки. Івано-Франківськ : Видавництво ІМЕ, 2002. 188 с.
15. Основи біотехнології : підручник для студ. освітнього рівня бакалавр спец. «Біологія» / уклад. Н. Ю. Мацай. Луганськ : Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка», 2011. 153 с.
16. Пирог Т. П., Ігнатова О. А. Загальна біотехнологія. Київ : НУХТ, 2009. 336 с.
17. Федоренко В. О., Осташ Б. О., Гончар М. В., Ребець Ю. В. Великий практикум з генетики, генетичної інженерії та аналітичної біотехнології мікроорганізмів : навч. посіб. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 280 с.

18. Юлевич О. І. Біотехнологія : навчальний посібник / О. І. Юлевич, С. І. Ковтун, М. І. Гиль ; за ред. М. І. Гиль. Миколаїв : МДАУ, 2012. 476 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Application of Sampling and Detection Methods in Agricultural Plant Biotechnology / R. Shillito, G. Shan (eds.). Duxford : Woodhead Publishing ; Cereal & Grains Association, 2022. 303 p. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0053118/>
2. Applied Plant Biotechnology for Improving Resistance to Biotic Stress / P. Poltronieri, Y. Hong (eds.). London : Academic Press, 2020. 355 p.
URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0053117/>
3. Plant Cryopreservation / C. Benelli (ed.). Basel : MDPI, 2022. 174 p.
URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0053108.pdf>
4. Suza W., Lee D. Genetics, Agriculture, and Biotechnology. Ames : Iowa State University Digital Press, 2021. 156 p. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0053100.pdf>