

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології
Коломієць Ю.В.
_____ 2021 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри екобіотехнології
та біорізноманіття
Протокол № 12 від “01” 06 2021 р.
Завідувач кафедри
Патика М.В.

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Екологічна біотехнологія
та біоенергетика» ОС «Магістр»
Лісовий М.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БІОТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИН

спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»
освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Розробники: професор кафедри, доцент, д.с.-г.н. Кляченко О.Л.

Київ – 2021 р.

**1. Опис навчальної дисципліни
«Біотехнологія рослин»**

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»	
Освітня програма	Екологічна біотехнологія та біоенергетика	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	вибіркова
Загальна кількість годин	133	108
Кількість кредитів ECTS	3,7	3
Кількість змістових модулів	2	2
Курсовий проект (робота)	60	5
Форма контролю	Іспит	Іспит
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30 год.	6
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	6
Самостійна робота	73 год.	96
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: самостійної роботи студента:	4 год. 4 год.	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни «Біотехнологія рослин»

Метою даного курсу є вивчення та закріплення знань у студентів основних напрямів, сучасних знань та перспектив розвитку сучасної біотехнології рослин.

Завданням навчальної дисципліни «Біотехнологія рослин» є закріплення знань про особливості сучасних біотехнологій для прискорення науково-технічного прогресу в сільському господарстві для створення соматичних гібридів, цибридів, створення генетичних конструкцій для поліпшення сільськогосподарсько-цінних рослин, рослин стійких до несприятливих умов навколишнього середовища.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- принципи і теоретичні основи створення та приготування живильних середовищ;
- умови отримання та вирощування калюсних та суспензійних культур рослин;
- основні фітогормони і синтетичні регулятори росту та специфіку їх дії в культурі *in vitro*;
- етапи клонального розмноження рослин;
- досягнення та перспективи клітинної селекції;
- основні вектори для молекулярного клонування.
- принципи клонування фрагментів ДНК. Рекомбінантні ДНК та умови їх створення.

вміти:

- культивувати різноманітні об'єкти біотехнології рослин;
- розробити живильні середовища;
- розробити схему клітинних технологій;
- одержати гаплоїдні рослини *in vitro* шляхом андрогенезу, гіногенезу та партеногенезу.
- одержувати вільний від патогенів посадковий матеріал;
- отримувати клітинні лінії та рослини-регенеранти стійкі до стресових чинників довкілля;
- провести заморожування калюсних тканин та розмороження рослинного матеріалу і перевірити їх на життєздатність;
- ізолювати, культивувати протопласти, проводити відбір гібридних клітин та регенерацію з них рослин;
- виділяти ядра та ядерну ДНК з рослинних тканин, визначити кількісний вміст ДНК, РНК;
- провести ПЛР дослідження рослинного матеріалу;
- визначати активність пероксидази, каталази, поліфенолоксидази.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

- здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність до застосування методів аналізу для підбору і визначення певних послідовностей елементів технологічного ланцюгу;

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

- здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах;
- здатність відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення;
- здатність розробляти та реалізовувати комерційні та науково-технічні плани і проекти в галузі біотехнології з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи технічні, виробничі, експлуатаційні, комерційні, правові і навколишнього середовища;
- здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

3.1 Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.

Клітинна біологія.

Тема лекційного заняття 1. Предмет і методи біотехнології рослин. Передумови її виникнення. Основні напрямки та завдання сучасної біотехнології рослин. Зв'язок біотехнології з іншими дисциплінами. Використання біотехнології в рослинництві, фармакології та інших галузях народного господарства. Нові галузі промисловості, які створені на основі біотехнології. Роль біотехнології в прискоренні науково-технічного прогресу в сільському господарстві.

Тема лекційного заняття 2. Біотехнологія культивування ізольованих клітин і тканин. Історія методу культури ізольованих тканин. Принципи і теоретичні основи створення поживних середовищ. Культура експлантів коренеплодів, бульбоплодів, паренхіми серцевини стебел, гаплоїдних калюсних тканин, апікальних меристем, зародків, пиляків, зав'язей, плодів, коренів. Теоретичні питання, які вирішуються за допомогою культури ізольованих тканин. Перспективи використання цих даних для подальшого розвитку біотехнології.

Тема лекційного заняття 3. Культура калюсної тканини. Специфіка калюсних тканин. Вибір експлантів, підготовка і умови культивування ізольованих клітин, тканин та органів. Поживні середовища, їх склад. Умови приготування, освітлення, температура, вологість.

Тема лекційного заняття 4. Суспензійні культури. Умови їх отримання та вирощування. Культивування калюсних та суспензійних культур з метою одержання речовин вторинного синтезу — алкалоїдів, глікозидів, ефірної олії,

стеринів і т.д. Фактори, які впливають на синтез та накопичення вторинних метаболітів в культурі ізольованих клітин і тканин.

Тема лекційного заняття 5. Прямий і непрямий органогенез. Індукція органогенезу за допомогою фітогормонів та інших синтетичних регуляторів росту. Стебловий органогенез в культурі калюсної тканини вищих рослин.

Тема лекційного заняття 6. Мікроклональне розмноження рослин та їх оздоровлення. Етапи клонального мікророзмноження та оптимізація процесів на кожному етапі. Культура апікальних меристем для одержання вільного від патогенів посадкового матеріалу. Тотипотентність рослинних клітин. Типи вторинної диференціації і морфогенезу. Індукція морфогенезу за допомогою фітогормонів. Стебловий органогенез в культурі калюсної тканини. Індукція стеблового органогенезу і соматичного ембріогенезу в калюсній культурі, отримання рослин-регенерантів. Ризогенез в умовах *in vitro*. Адаптація рослин-регенерантів до зовнішніх умов. Підвищення виходу рослин-регенерантів. Мікроклональне розмноження рослин рослин. Етапи клонального розмноження рослин та оптимізація процесів на кожному етапі. Меристемоїди та їх використання при розмноженні цінного генетичного матеріалу.

Тема лекційного заняття 7. Застосування методів *in vitro* в селекції рослин. Клітинна селекція рослин. Генетична варіабельність клітин, які культивуються *in vitro*, умови її виникнення. Сомаклональна мінливість. Мутагенез та селекція на рівні соматичних клітин. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових. Перспективи використання сомаклональної мінливості: направлена селекція сома клонів, індукований мутагенез *in vitro*, трансформація і перенесення окремих генів. Мутагенез та селекція на рівні соматичних клітин. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових сортів сільськогосподарських культур. Індукція гаплоїдії в культурі тканин. Отримання тетра- та октоплоїдних рослин в умовах *in vitro*.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

Клітинна та генетична інженерія.

Тема лекційного заняття 8. Культура ізольованих протопластів. Умови отримання та культивування їх. Спонтанне та індуковане злиття рослинних протопластів. Соматичні гібриди та цибриди. Використання культури ізольованих протопластів в селекції рослин. Технічні та методичні умови, які визначають сучасні шляхи розвитку генетичного конструювання. Генетична мінливість рослинних клітин в зв'язку з маніпуляціями *in vitro*. Генетичні зміни в клітинах в зв'язку із стадією ізольованого протопласту. Основна уява про долю генів при цибридизації соматичних клітин. Гібридизація в результаті злиття трьох і більше клітин. Доля неядерних генетичних детермінант.

Тема лекційного заняття 9. Генетична інженерія. Виділення плазмід, методи отримання чистих фракцій ДНК. Принципи клонування фрагментів ДНК. Рекомбінантні ДНК. Умови створення рекомбінантних ДНК. Основні напрямки генної інженерії в біотехнології. Принципи і методи генної інженерії. Генна інженерія рослин. Трансгенні рослини та методи їх одержання. Біобезпека використання трансгенних рослин

3.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем		Кількість годин											
		денна форма					Заочна форма						
		усього	у тому числі					усього	у тому числі				
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Змістовий модуль I. Клітинна біологія													
T.1.	Предмет і методи біотехнології рослин	15	3		3		8	5	0,5		0,5		9
T.2.	Біотехнологія культивування ізольованих клітин і тканин	15	3		3		8	5	0,5		0,5		9
T.3.	Культура калюсної тканини	15	3		3		8	4	1		1		9
T.4.	Суспензійні культури	15	3		3		8	4	1		1		9
T.5.	Прямий і непрямий органогенез	15	3		3		8	4	0,5		0,5		8
T.6.	Мікроклональне розмноження рослин та їх оздоровлення	15	3		3		8	4	0,5		0,5		8
T.7.	Застосування методів in vitro в селекції рослин	10	2		2		2	4	1		1		8
Разом за змістовим модулем 1		100	20		20		50	30	5		5		60
Змістовий модуль II. Клітинна та генетична інженерія													
T.1.	Культура ізольованих протопластів	25	5		5		10	3	0,5		0,5		18
T.2.	Генетична інженерія	30	5		5		13	3	0,5		0,5		18
Разом за змістовим модулем 2		55	10		10		23	6	1		1		36
Курсовий проект (робота) з _____ _____ (якщо є в робочому навчальному плані)		60	-		-		-	13	10		-		-
Усього годин		167	30		30		73	36	6		6		96

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

6. Теми лабораторних занять

№	Назва	к-ть годин
Тема 1.	Організація і техніка культивування клітин та тканин в умовах in vitro	
	Робота 1. Методи стерилізації приміщення, посуду, поживних середовищ та рослинного матеріалу при проведенні робіт з культурою ізольованих клітин та тканин рослин.	1
	Робота 2. Приготування поживних середовищ для культивування ізольованих клітин та тканин рослин.	1
	Робота 3. Стерилізація насіння сої для отримання стерильних проростків.	1,5
	Робота 4. Стерилізація коренеплодів моркви та бульб картоплі і посадка на стерильні поживні середовища.	1,5
Тема 2.	Морфогенез та регенерація рослин. Мікроклональне розмноження.	
	Робота 5. Індукція стеблового органогенезу в культурі калюсної тканини томатів. Одержання рослин-регенерантів.	1
	Робота 6. Індукція стеблового органогенезу і соматичного ембріогенезу в калюсній тканині з листків люцерни. Одержання рослин-регенерантів.	1
	Робота 7. Регенерація рослин з калюсної тканини ячменю.	1
	Робота 8. Виділення і культивування апікальних	1,5

		меристем /гвоздики, картоплі, троянд, смородини/.	
	Робота 9.	Мікророзмноження картоплі /гвоздики/ черенкуванням.	1,5
	Робота 10.	Індукція коренеутворення при мікроклональному розмноженні троянд.	1
Тема 3.	Нетрадиційні методи селекції з використанням клітинних біотехнологій.		
	Робота 11.	Отримання суспензійної культури з калюсної тканини /суниця, ячмінь, кукурудза/.	1
	Робота 12.	Оцінка життєдіяльності клітин і ступеня агрегації суспензії.	1,5
	Робота 13.	Пересадка суспензії.	1
	Робота 14.	Висів суспензії на тверде агаризоване середовище для отримання одноклітинних клонів.	1
	Робота 15.	Висів суспензії на селективне поживне середовище з додаванням NaCl або поліетиленгліколю.	1,5
Тема 4.	Культура ізольованих протопластів		
	Робота 16.	Виділення протопластів із меристем тютюну	1
	Робота 17.	Культивування протопластів тютюну.	1,5
	Робота 18.	Отримання соматичних гібридів.	1
Тема 8.	Генетична інженерія рослин.		
	Робота 24.	Використання природної трансформації в модельних дослідах для одержання пухлинної тканини.	1,5
	Робота 25.	Одержання корончатогалових пухлин на експлантатах моркви та картоплі.	1
	Робота 26.	Електрофорез нуклеїнових кислот в агарозному гелі.	1
Усього годин			30

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Контрольні питання

1. Методи стерилізації рослинного матеріалу.
2. Методи стерилізації приміщення, інструментів, посуду.
3. Методи, які використовуються в біотехнології.
4. Історія розвитку біотехнології.
5. Метод культури клітин та тканин.
6. Суспензійна культура, умови вирощування, використання.
7. Калюсна культура, умови вирощування, використання.
8. Культура ізольованих зародків, її використання.
9. Культура ізольованих протопластів.
10. Схема приготування поживних середовищ, склад поживного середовища.
11. Експлант. Диференціація, дедиференціація.
12. Клітинна селекція, значення використання.
13. Отримання рослин-регенерантів.
14. Мікроклональне розмноження його використання.
15. Етапи мікроклонального розмноження.
16. Переваги мікроклонального розмноження.
17. Теоретичні основи створення поживних середовищ.
18. Прямий та непрямий морфогенез в культурі.
19. Методи виділення протопластів.
20. Методи злиття протопластів.
21. Розвиток ізольованих тканин та клітин на штучних поживних середовищах по Мору.
22. Фази ростового циклу рослинних суспензійних культур.
23. Методи відбору в клітинній селекції.
24. Соматичні гібриди. Соматичні цибриди.
25. Індукція стеблового органогенезу.
26. Індукція ризогенезу в культурі *in vitro*.
27. Регенерація рослин з калюсної тканини.
28. Відносний вихід і практичне застосування речовин вторинного синтезу.
29. Індукція морфогенезу за допомогою фітогормонів.
30. Індукція гаплоїдії в культурі тканин, використання гаплоїдів в селекції.
31. Класифікація фітогормонів.
32. Механізм дії фітогормонів.
33. Вплив фітогормонів на генетичний апарат рослин.
34. Біосинтез фітогормонів.
35. Транспорт та інактивація фітогормонів.
36. Роль фітогормонів в онтогенезі рослин.
37. Апікальне домінування. Фітогормональна регуляція його.
38. Методи отримання фітогормонів.
39. Фітогормональна регуляція процесів диференціювання та дедиференціювання.
40. Визначення цитокінінової активності фіторегуляторів.
41. Калюсна культура сої як тест-система на цитокініні.
42. Кріозбереження, кріобіологія.
43. Генетична інженерія, як один із методів біотехнології.
44. Схема генно-інженерної роботи.

45. Дати визначення плазмиди, вектору.
46. Класифікація плазмід.
47. Схема отримання химерних плазмід.
48. Вектор, що може виступати в ролі вектору.
49. Вимоги до векторів.
50. Несумісність плазмід.
51. Методи виділення плазмідних ДНК.
52. Етапи клонування генів.
53. Принципи клонування фрагментів ДНК.
54. Перенесення індивідуальних генів або їх груп у реципієнтні клітини.
55. Одержання банків генів.
56. Ідентифікація рекомбінантних клонів.
57. Рестрикційне картування геному.
58. Синтетичні олігонуклеотиди, їх використання в генній інженерії.
59. Експресія трансформованих генів і способи її оптимізації.
60. Ферменти, які використовуються для конструювання рекомбінантної ДНК.

Форма № Н-5.05

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
<u>ОС «Магістр»</u> <u>«Екологічна</u> <u>біотехнологія та</u> <u>біоенергетика»</u>	Кафедра <u>екобіотехнології та</u> <u>біорізноманіття</u> 2020-2021 н.р	ЗАЛКОВИЙ БІЛЕТ 1 Біотехнологія рослин	Затверджую Зав кафедри (підпис) <u>Патика М.В.</u> 7 травня 2020 р.
<i>Залікові запитання</i>			
1. Апікальне домінування. Основні гіпотези, що пояснюють це явище			
2. Основні типи мікроклонального розмноження			
Тестові завдання			

1.

<i>Умови in vitro – це:</i>	
1	вирощування в асептичних умовах на штучних живильних середовищах;
	культивування рослин в умовах закритого ґрунту;
	культивування рослин у клімокамері;
	одержання рослин-регенерантів
	вирощування рослин у польових умовах.

2.

<i>Калюс - це</i>	
1	регулятори росту;
2	живильне середовище;
3	родючий шар ґрунту;
4	“ранева” тканина, виникає в місці поранення рослини;
5	диференційована тканина експлантату.

3.

<i>Основні складові живильних середовищ:</i>	
1	мікро- та макроелементи, вітаміни, регулятори росту, агар-агар;
2	мінеральні та органічні добрива;
3	дистильована вода;
4	вермикуліт;
5	кокосове молоко, березовий та томатний соки.

4.

<i>Запліднення в умовах in vitro передбачає культивування</i>	
1	кореневої системи;
2	фрагментів стебла і листка;
3	молодих рослин та сіянців;
4	пелюсток; чашолистиків;
5	пиляків, пилку, зав'язі.

5. Гаплоїдні рослини характеризуються

1	гетерозисним ефектом;
2	надсинтезом сполук вторинного обміну;
3	поліплоїдією;
4	збільшеним вдвічі набором хромосом;
5	зменшеним вдвічі набором хромосом.

6. Непрямий морфогенез –це

1	одержання рослин з тканин експланту;
2	утворення рослин з експланту в асептичних умовах на живильних середовищах;
3	одержання рослин-регенерантів шляхом повторної диференціації з калюсних тканин;
4	одержання рослин з бульб та коренеплодів;
5	одержання рослин-регенерантів схрещуванням.

7. Меристемойди - це

1	тканина експлантату
2	морфогенетична тканина
3	утворення морфогенних структур
4	підживлення рослин;
5	метод формування крони.

8. Білок фракції 1 - це

1	фермент фруктозобіфосфататальдолаза
2	фермент фруктофуранозидаза
3	рибульозо-1.5-біфосфаткарбоксилаза-оксигеназа
4	фермент целюлоза

5	фермент оксигеназа
---	--------------------

9. Сомаклональні варіанти (сوماклони) – це:	
1	рослини-регенеранти, які виникли шляхом неорганізованої проліферації клітин
2	гетерозисні рослини-регенеранти
3	рослини-регенеранти, які відрізняються від вихідних рослин за фенотиповими ознаками
4	рослини-регенеранти, які відрізняються від вихідних рослин за генотиповими ознаками
5	рослини-регенеранти, які відрізняються від вихідних рослин за фенотиповими та генотиповими ознаками
6	мутантні калусні тканини

10. Механізми, які обумовлюють стійкість до амінокислот та їх аналогів є:	
1	зменшення проникності аналогу в клітину, розпад аналогу в процесі метаболізму в нетоксичні з'єднання
2	порушення можливості включення аналогу в білки
3	зниження енергії активації молекул, необхідної для здійснення реакції
4	підвищення вмісту фітогормонів в тканинах
5	нестійкий стан білкової молекули, при якому білок випадає в осад
6	послаблення зворотнього контролю біосинтезу амінокислот, яке призводить до їх надсинтезу

8. Методи навчання

Теоретичні, лабораторні, самостійна робота

9. Форми контролю

Модульні тестові роботи, іспит

10. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

11. Методичне забезпечення

1. Кляченко О.Л., Косарчук О.В. Біотехнологія рослин. Методичні вказівки до виконання курсових робіт студентів зі спеціальності 8.05140105 «Екологічна біотехнологія та біоенергетика». К., 2019. – 30 с.

2. Кляченко О.Л. Біотехнологія рослин. Курс лекцій для студентів зі спеціальності 8.05140105 «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

12. Рекомендована література

Основна:

1. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Бородай В.В., Субін О.В. Біотехнологія та біоінженерія. Вінниця, ТОВ «Нілан ЛТД», 2017. – 650 с.

2. Кляченко О.Л., Мельничук М.Д., Коломієць Ю.В., Антіпов І.О. Біотехнологія. Ч.1. Сільськогосподарська біотехнологія. Київ, ЦП «КОМПРИНТ», 2015. – 491 с.

3. Мельничук М.Д, Кляченко О.Л. Біотехнологія в агросфері. Вінниця, 2014. – 265 с.

4. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин. К., Наукова думка, 2003. - 528 с.

5. Божков А.И. Биотехнология. Фундаментальные и промышленные аспекты. Харьков, 2008. – 363 с.

6. Мельничук М.Д., Новак Т.В., Кунах В.А. Біотехнологія рослин. К., Поліграфконсалтинг, 2003. – 520 с.

7. Введение в генетику, биоинформатика, ДНК-технология, геновая терапия, ДНК-экология, протеомика, метаболика: Навч. посіб. / В.И. Глазко, Г.В. Глазко; Ин-т агроэкологии и биотехнологии УААН. – 2-е изд., испр. и доп. – К.: КВІЦ, 2003. – 640 с.

8. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002 – 589 с.

9. Агол В.И. и др. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. Под ред. А.С.Спирина. М., Высшая школа, 1990г.

10. Левенко Б.А. Трансгенные растения. Современное состояние. Проблемы. Перспективы. К., Дошкольник, 2000. – 305с.

11. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В. Біотехнологія в рослинництві. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять для студентів та слухачів магістратури. К., Видавничий центр НАУ, 2003. – 54с.

12. Ніколайчук В. І., Горбатенко І. Ю. Генетична інженерія. Ужгород, 1999. - 101 с.

Додаткова:

1. Альбертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. М., Мир, 1994 .
2. Льюин Б. Гены. М., Мир, 2010. – 650 с.
3. Уотсон Д. Молекулярная биология гена. М., Мир, 1978 г.
4. Стент Г., Кэлиндар Р. Молекулярная генетика. М.: Мир, 1981.
5. Инге-Вечтомов С. Г. Введение в молекулярную генетику. М.: Высш. шк., 1983.
6. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. М.: Мир, 1987. Т. 1–2.
7. Глазко В.И. Генетически модифицированные организмы: от бактерий до человека
8. Глеба Ю.Ю., Сытник К.М. Слияние протопластов и генетическое конструирование высших растений. К., 1982.-102 с.
9. Глеба Ю.Ю., Сытник К.М. Клеточная инженерия растений. К., Наукова думка, 1984. – 159с.
10. Дж. Дрейпер, Р.Скотт, Ф. Армитидж, Р.Уолден. Генная инженерия растений. М., Мир, 1991.-270 с.
11. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. К., Наукова думка, 1990. - 280с.

13. Інформаційні ресурси

<http://sbio.info>

www.biotechnolog.ru

www.genetika.ru

