

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету  
захисту рослин, біотехнологій та екології  
(Коломієць Ю.В.)  
02 2023 р.



**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри  
екобіотехнології та біорізноманіття  
Протокол № 02 від “15” лютого 2023 р.  
Завідувач кафедри  
Кваско (Кваско О.Ю.)

**”РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОНП «Біотехнології біологічних систем»  
Гарант ОНП

Прилуцька (Прилуцька С.В.)

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### МОЛЕКУЛЯРНА ДІАГНОСТИКА

Спеціальність – 091 «Біологія»

Освітньо-наукова програма – «Біотехнології біологічних систем»

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробники: д.с.-г.н., професор Коломієць Ю.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### «МОЛЕКУЛЯРНА ДІАГНОСТИКА»

<b>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь</b>		
Освітньо-науковий ступінь	Доктор філософії	
Спеціальність	091 «Біологія»	
Освітньо-наукова програма	«Біотехнології біологічних систем»	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	Не передбачено	
Курсовий проєкт (робота)	Не передбачено	
Форма контролю	Іспит	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30 год	8 год
Практичні, семінарські заняття	30 год	12 год
Лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота	90 год.	130 год.
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год	6 год

## 2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

**Метою** даного курсу є набуття теоретичних знань і практичних навичок молекулярної діагностики фітопатогенів (вірусних, віроїдних, грибних, бактеріальних) і генетично-модифікованих організмів.

Курс присвячено сучасним методам та підходам, які використовуються в Україні та світі для діагностики фітопатогенів (вірусних, віроїдних, грибних, бактеріальних) і генетично-модифікованих організмів. Розглядаються методи діагностики, які базуються на взаємодії антитіл з антигенами фітопатогенів, на аналізі нуклеїнових кислот фітопатогенів, методи отримання генетично модифікованих рослин, нові технології детекції та ідентифікації рослин з генетично модифікованими ознаками, перспективи використання нових поколінь біосенсорів.

**Завдання** курсу: формує навички із застосовування сучасних експериментальних методів роботи з біологічними об'єктами в польових і лабораторних умовах, навички роботи з сучасною апаратурою, здатність експлуатувати сучасну апаратуру та обладнання для виконання науково-дослідних польових і лабораторних біологічних робіт, здатність використовувати основні засоби аналізу геномної, структурної та іншої біологічної інформації і здатністю використовувати основні біологічні бази даних, в тому числі що містять геномну, структурну та іншу інформацію, в науково-дослідницькій роботі та практичній діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен **знати:**

- сучасні наукові системи та методи, які є універсальними в науковому вітчизняному і зарубіжному суспільстві;
- основні напрямки актуальних наукових і виробничих досліджень і перспективи їх розробки;
- сучасні методи діагностики та обліку шкідливих організмів, експериментальні методи вивчення їх біоекології і шкодочинності,
- теоретичні знання з молекулярної діагностики фітопатогенів (вірусних, віроїдних, грибних, бактеріальних) і генетично-модифікованих організмів,
- принципи, що лежать в основі сучасних методів детекції біологічних макромолекул;
- можливості різних методів молекулярної діагностики;
- особливості організації організмів різної складності організації і принципи та особливості їх молекулярної детекції;
- вимоги до організації сучасних молекулярно-діагностичних лабораторій

### **вміти:**

- критично освоювати наукову і виробничу інформацію,
- аналізувати і зіставляти дані, обґрунтовувати висновки, налагоджувати партнерські відносини з вітчизняними та зарубіжними колегами,
- здійснювати керівництво міждисциплінарними проектами,
- самостійно діагностувати і враховувати об'єкти досліджень;
- планувати лабораторні та польові дослідження з діагностики;
- об'єктивно аналізувати матеріали і узагальнювати результати наукових експериментів державною та іноземними мовами;
- організувати роботу колективу, націлену на рішення проблем сільського господарства

– проводити молекулярну діагностику фітопатогенів (вірусних, віроїдних, грибних, бактеріальних) і генетично-модифікованих організмів.

#### **Набуття компетентностей:**

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

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

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

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

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

РН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні 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.

РН10. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біотехнології та дотичних міждисциплінарних напрямків 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.

### **3. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

– повного терміну денної (заочної) форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
Змістовий модуль 1. Практичне застосування молекулярної діагностики														
Тема 1. Молекулярна	1	10	2	2			6	11	1	1				9

діагностика фітопатогенів													
Тема 2. Електронна мікроскопія і серологічна діагностика	2	10	2	2			6	11	1	1			9
Тема 3. ДНК діагностика	2	10	2	2			6	10		1			9
Тема 4. ПЛР в реальному часі	4	10	2	2			6	11	1	1			9
Тема 5. Біочіпи	5	10	2	2			6	10		1			9
Тема 6. Імунодіагностичні методи	6	10	2	2			6	11	1	1			9
Тема 7. Молекулярно-біологічні методи	7	10	2	2			6	10		1			9
Тема 8. Модифікації ПЛР	8	10	2	2			6	10	1				9
Тема 9. Особливості молекулярної діагностики в сільському господарстві	9	10	2	2			6	10		1			9
Тема 10. Застосування секвенування у створенні діагностичних тест-систем.	10	10	2	2			6	11	1	1			9
Тема 11. Молекулярні методи діагностики фітоплазм	11	10	2	2			6	9	1				8
Тема 12. Молекулярні методи діагностики вірусів / віроїдів	12	10	2	2			6	9		1			8
Тема 13. Молекулярні методи діагностики патогенних грибів	13	10	2	2			6	9	1				8
Тема 14. Молекулярні методи діагностики патогенних бактерій	14	10	2	2			6	9		1			8

Тема 15. Молекулярні методи діагностики ГМО	15	10	2	2			6	9		1			8
Разом		150	30	30			90	150	8	12			130
Усього годин		150	30	30			90	150	8	12			130

#### 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	Виділення ДНК із бактеріальних клітин	2
2	Виділення тотальної ДНК із тканин рослин	2
3	Електрофорез ДНК в агарозному гелі	2
4	Рестрикційний аналіз ДНК	2
5	Одержання трансгенних рослин тютюну методом агробактеріальної трансформації	2
6	Одержання трансгенних рослин картоплі методом агробактеріальної трансформації	2
7	Визначення активності нітратредуктази в калюсній тканині і експлантатах <i>in vitro</i> генетично модифікованих рослин	2
8	ПЛР ідентифікація вірусів	2
9	Методи молекулярної діагностики в селекційній роботі	2
10	Методи ампліфікації нуклеїнових кислот	2
11	Молекулярні методи діагностики фітоплазм	2
12	Молекулярні методи діагностики вірусів / віроїдів	2
13	Молекулярні методи діагностики патогенних грибів	2
14	Молекулярні методи діагностики патогенних бактерій	2
15	Молекулярні методи діагностики ГМО	2
<b>Разом</b>		<b>30 год</b>

#### 6. Теми лабораторних занять

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

#### 7. Самостійна робота

№	Назва теми	Кількість
---	------------	-----------

з/п		ГОДИН
1	Репарація місметчів у ДНК.	5
2	Репарація дволанцюгових розривів ДНК	5
3	Ексцизійна репарація основ і нуклеотидів	5
4	Відбір, зберігання і підготовка зразків для аналізу	5
5	Виділення ДНК з біологічного матеріалу	5
6	Підготовка та проведення ПЛР	5
7	Проведення прямої ПЛР	5
8	Візуалізація ПЛР продуктів	5
9	Детекція результатів ампліфікації	5
10	Метод виділення ДНК з комах переносників	5
11	ПДРФ аналіз	5
12	Приготування поліакріламідного гелю (ПААГ) і вертикальний лектрофорез	5
13	Детекція флуоресценції	5
14	Основна характеристика і принцип роботи біочіпів	5
15	Які методи засновані на використанні неізотопних міток	5
16	Які три основні методики застосовуються при спостереженні імунного комплексу в електронному мікроскопі.	5
17	Напишіть стандартні скорочення для 20 амінокислот. На які дві групи їх можна поділити за фізико-хімічними властивостями?	5
18	Які властивості має пептидна група? Чи взаємодіє вона з водою?	5
	<b>Разом</b>	<b>90</b>

## **8. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами**

1. Що таке вторинна структура білка?
2. Укажіть типи й основні риси вторинних структур, що зустрічаються у глобулярних білках. Які взаємодії стабілізують регулярну вторинну структуру?
3. Які взаємодії є основною рушійною силою, що зумовлює укладання поліпептидного ланцюга в компактну глобулу?
4. Укажіть основні загальні риси структури глобулярних водорозчинних білків.
5. Чому глобула завжди формується елементами регулярної вторинної структури?
6. Які взаємодії зумовлюють твердість білкової глобули?
7. Яке значення має твердість білка для його функціонування?
8. Що таке структурний мотив?
9. Укажіть основні структурні мотиви, що часто зустрічаються у глобулярних білках.
10. Як структура мембранних білків відрізняється від такої водорозчинних?

11. За рахунок чого є можливим перемикання структури білка між двома конформаційними станами?
12. У чому полягає фізична природа ферментативного каталізу?
13. За яким принципом використовується вільна енергія гідролізу АТР для здійснення реакцій синтезу?
14. Як використовується вільна енергія гідролізу АТР для виконання роботи молекулярними машинами?
15. Сформулюйте основні принципи роботи молекулярних машин.
16. З яких трьох елементів складається нуклеотид? Назвіть основні фізико-хімічні властивості цих елементів.
17. Чим хімічно відрізняються між собою рибо- і дезоксирибонуклеїнові кислоти?
18. Між якими хімічними групами утворюється полінуклеотидний ланцюг за рахунок ковалентного зв'язку? Як позначаються кінці ланцюга й чому саме так?
19. Опишіть основні риси структури подвійної спіралі ДНК.
20. Які взаємодії стабілізують подвійну спіраль? Що лежить в основі комплементарності нуклеотидів і яке значення має комплементарність для стабілізації спіралі?
21. Які структурні форми подвійних спіралей нуклеїнових кислот ви знаєте? Чим вони відрізняються? Які з цих форм є основними формами існування подвійних спіралей ДНК і РНК *in vivo*?
22. Які конформаційні параметри характеризують вигин і ступінь спіральної закрутки молекули ДНК?
23. Напишіть усі типи динуклеотидних контактів у складі полінуклеотидного ланцюга та у складі подвійної спіралі. Як і чому різняться ці два набори контактів?
24. Чим визначається локальна конформація та динамічні властивості подвійної спіралі?
25. Назвіть основні структурні мотиви білків, котрі взаємодіють із ДНК. Які елементи структури білків залучаються до взаємодії, і з якими структурними елементами подвійної спіралі?
26. Взаємодії якого типу реалізуються між ДНК і білками?
27. До чого приводить взаємодія елементів регулярної вторинної структури білків з маленьким жолобком ДНК?
28. Сформулюйте головний принцип, за яким здійснюється специфічне впізнання білком певної послідовності пар основ ДНК.
29. Що таке число зчеплень, твіст і райзинг циркулярної ДНК? Як співвідносяться ці величини? Що таке топоізомер?
30. Як виникає надспіралізація в циркулярних ДНК? Яка різниця між негативною та позитивною надспіралізацією?
31. У чому полягають основні механізми роботи й функціональне значення ДНК-топоізомераз?
32. Дайте визначення кодона і відкритої рамки зчитування. Скільки існує кодонів? Які позиції нуклеотидів у складі кодона є найбільш і найменш визначальними?
33. Що таке ген?



34. Що таке геном? У чому полягає найсуттєвіша відмінність між геномами про- та еукаріотів?
35. У чому полягає перекриття генів у вірусів та еукаріотів?
36. Дайте визначення інтрона і екзона.
37. Яка різниця між кластером генів і опероном?
38. Назвіть основні типи послідовностей ДНК, що повторюються.
39. З яких елементів складається нуклеосома? Яке місце в її структурі належить білкам? Як організована у просторі ДНК у нуклеосомі?
40. Які взаємодії стабілізують нуклеосому? За яким принципом відбувається збирання нуклеосоми?
41. У чому полягає механізм позиціонування нуклеосом відносно послідовності ДНК?
42. Назвіть основні типи посттрансляційних модифікацій гістонів. Які амінокислотні залишки піддаються модифікаціям? В яких частинах молекул гістонів ці залишки розташовані?
43. Як організована хроматинова фібрила у просторі? За яким основним механізмом фібрила піддається компактизації? У чому полягає роль гістону H1?
44. Що таке ядерний матрикс і яку участь він бере в організації хроматину в клітинному ядрі?
45. У чому полягає процес клонування ДНК? Яким вимогам має відповідати плазмідний вектор для клонування і чому?
46. Що таке рестриктази та як їх використовують у рекомбінантних технологіях?
47. Поясніть принцип і охарактеризуйте основні типи гель-електрофорезу.
48. Що таке геномна бібліотека? Як створюються такі бібліотеки?
49. Дайте визначення кДНК. Як створюють бібліотеку клонів кДНК?
50. Що таке гібридизація? Як здійснюється гібридизація ДНК на нітроцелюлозних фільтрах?
51. Опишіть основні принципи полімеразної ланцюгової реакції.
52. Як здійснюють секвенування ДНК за Сангером?
53. Опишіть принципову схему експресії рекомбінантних білків у бактеріальних клітинах.
54. Що таке блот-гібридизація? Яка різниця між Саузерн-, нозерн- і вестерн-блотингом?
55. Як здійснюють фінгерпринтинг ДНК?
56. Яким чином можна визначити стартові та кінцеві точки транскрипції?
57. Як аналізують активність геному за допомогою ДНК-мікроареїв?
58. Що таке футпринтинг ДНК?
59. Як і з якою метою здійснюють імунопреципітацію хроматину?
60. Охарактеризуйте основні фізичні методи дослідження біологічних макромолекул.
61. Дайте визначення гіперхромного ефекту. Як його використовують?
62. Яким чином можна з'ясувати просторову структуру макромолекули з високою роздільною здатністю?
63. Що таке реплікон? Охарактеризуйте основні типи репліконів.

64. Дайте визначення реплікативної вилки. Яка різниця між двома ланцюгами ДНК, що синтезуються під час реплікації? Що таке фрагменти Оказакі?
65. Які ферментативні активності мають бактеріальні ДНК-полімерази? Порівняйте особливості й функціональне значення ДНК-полімераз I і III.
66. Опишіть основні риси просторової структури ДНК-полімераз.
67. Які спільні риси мають РНК- і ДНК-полімерази? У чому полягають принципові відмінності між ними?
68. Як здійснюється редагування помилок при синтезі ДНК?
69. Що таке реплісома? Назвіть її основні компоненти та їхнє функціональне значення.
70. Дайте визначення гелікази. Яку роль вона відіграє в реплікації? Що таке білки SSB?
71. Що таке праймер? Навіщо він потрібен, яка його хімічна природа, який елемент реплісоми його синтезує?
72. Яку роль виконує лігаза при реплікації ДНК?
73. Як забезпечується висока процесивність ДНК-полімерази?
74. Які топологічні проблеми виникають під час реплікації та за допомогою чого вони розв'язуються?
75. Дайте визначення ориджина. Як саме здійснюється ініціація реплікації в бактерій?
76. Укажіть особливості еукаріотичної системи реплікації порівняно з прокаріотичною.
77. Які ДНК-полімерази працюють в еукаріотичній клітині? Яка полімераза здійснює ініціацію реплікації?
78. Яку функціональну роль виконує теломераза? Опишіть механізм роботи цього ферменту.

#### Питання 1.

ДНК-гіраза	
1	подовжує ДНК в напрямку 5'→3' приєднанням комплементарного нуклеотида
2	розрізає ДНК по специфічним послідовностям
3	поєднує ДНК шляхом відновлення фосфодієфірних зв'язків
4	подовжує ДНК в напрямку 3'→5' приєднанням комплементарного нуклеотида
5	надрізає ДНК і розплітає ориджин

#### Питання 2.

Аміноацил-тРНК-синтетаза	
1	здійснює ковалентне приєднання нуклеотидів до 2'- або 3'-ОН кінцям тРНК
2	здійснює ковалентне приєднання білка до 2'- або 3'-ОН кінцям тРНК
3	здійснює ковалентне приєднання амінокислот до 2'- або 3'-ОН кінцям тРНК
4	здійснює ковалентне приєднання аденіну до 2'- або 3'-ОН кінцям тРНК
5	здійснює ковалентне приєднання кодонів до 2'- або 3'-ОН кінцям тРНК

#### Питання 3.

Гуанін	
--------	--

1	піримідинова основа, комплементарна цитозину
2	пуринова основа, комплементарна цитозину
3	піримідинова основа, комплементарна урацилу
4	пуринова основа, комплементарна гуаніну
5	пуринова основа, комплементарна тиміну

Питання 4.

Кеп	
1	метильований гуанозин на 5'-кінці мРНК еукаріот
2	метильований аденін на 5'-кінці мРНК еукаріот
3	метильований гістидин на 5'-кінці мРНК еукаріот
4	метильований метіонін на 5'-кінці мРНК еукаріот
5	метильований треонін на 5'-кінці мРНК еукаріот

Питання 5.

Регуляторними складовими гену є:	
1	ген-маркер, плазміда
2	рестриктази, лігази;
3	екзони, інтрони;
4	термінатор, промотор;
5	плазміда.

Питання 6.

Антикодон	
1	група із чотирьох нуклеотидів у мРНК, яка кодує амінокислоту
2	триплет нуклеотидів тРНК, комплементарний нуклеотидам мРНК
3	триплет нуклеотидів, який кодує послідовність маркерних генів
4	триплет нуклеотидів, який кодує послідовність рРНК
5	група із трьох нуклеотидів у мРНК, яка кодує амінокислоту

Питання 7.

Нуклеотиди зв'язуються між собою	
1	водневими зв'язками основ
2	дисульфідними зв'язками
3	N-глікозидним зв'язком
4	3',5'-фосфодіефірним зв'язком
5	полі-А-послідовністю

Питання 8.

Еухроматин	
1	ділянки сильно конденсованого хроматину, які не транскрибуються
2	ділянки сильно конденсованого хроматину, які містять велику кількість негістонових білків
3	ділянки менш конденсованого хроматину, які містять велику кількість негістонових білків
4	ділянки менш конденсованого хроматину, які не транскрибуються
5	ділянки сильно конденсованого хроматину, які транскрибуються

Питання 9.

Добудовує пошкоджений нуклеотидний ланцюг	
1	ДНК-полімераза $\beta$

2	ДНК-лігаза
3	ендонуклеаза
4	ДНК-N-глікозидаза
5	ДНК-інсертаза

Питання 10.

При реплікації матрицями служать обидва ланцюги ДНК	
1	універсальність
2	специфічність
3	симетричність
4	однонаправленість
5	виродженість

### 9. Методи навчання.

Основними видами навчальних занять дисципліни «Біотехнологія навколишнього середовища» є заняття: аудиторні (лекція, лабораторне заняття, консультація) та позааудиторні - самостійна робота аспірантів.

### 10. Форми контролю.

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Екзамен.

**11. Розподіл балів, які отримують здобувачі.** Оцінювання знань здобувача 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 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг здобувача, 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 здобувача (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. Навчально-методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти, навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні

завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

## **12. Рекомендовані джерела інформації**

### **Основна література:**

1. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 384 с.
2. Сиволоб А.В. Фізика ДНК. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. 335 с.
3. Павліченко В.І., Пішак В.П., Булик Р.Є. Основи молекулярної біології: Навчальний посібник. Чернівці: Медуніверситет, 2012. 388 с.
4. Боечко Ф.Ф., Боечко Л.О., Шмиголь І.В. Основи молекулярної біології (курс лекцій). Черкаси: Вид. від ЧНУ імені Б. Хмельницького, 2013. 255 с.
5. Дубінін С.І., Пілюгін В.О., Ваценко А.В. та ін. Сучасні проблеми молекулярної біології. Полтава, 2016. 395 с.
6. Карпов О.В. Клітинна та генна інженерія: підручник. Київ: Фітосоцінцентр, 2010. 208 с.

### **Додаткова література**

1. Ліманська Н.В. Курс лекцій до дисципліни «Молекулярно-біологічні основи діагностики патогенних мікроорганізмів». ОНУ імені І.І. Мечникова, 2021. 111 с.
2. Ліманська Н.В., Тоцький В.М., Сергєєва Ж.Ю., Іваниця Т.В., Васильєва Н.Ю., Крилова К.Д., Іваниця, Ф. І. Товкач. Молекулярно-біологічні методи дослідження мікроорганізмів: навч. посіб.; Одеський нац. університет ім. І.І. Мечникова. Одеса: Одеський нац. ун-т, 2014. 179 с.
3. Гандірук Н.Г. Біотехнологія. Навчально-методичний посібник. Частина І, 2004. Одеса: ОНУ, 74 с.
4. Тоцький В.Н. Генетика. Одеса: Астропринт, 2008. 712 с.
5. Сергєєва Ж.Ю., Іваниця Т.В., Ліманська Н.В.; під ред.: В. О. Іваниці. Лабораторний практикум з молекулярної мікробіології, вірусології біотехнології і біоінформатики; ОНУ ім. І.І. Мечникова. Одеса: Одеський нац. ун-т, 2015. 40 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
2. <http://www.genome.jp/kegg/pathway.html>
3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
4. <http://www.uniprot.org/>
5. <http://www.ebi.ac.uk/>
6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
7. <https://www.dnalc.org/resources/animations/gelelectrophoresis.html>
8. <http://www.nature.com/scitable/definition/northern-blot-287>
9. [http://www.nature.com/nbt/journal/v18/n10s/full/nbt1000\\_IT43.html](http://www.nature.com/nbt/journal/v18/n10s/full/nbt1000_IT43.html)
10. <https://www.dnalc.org/resources/animations/pcr.ht>

11. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0088-08>
12. [http://www.uazakon.com/documents/date\\_b6/pg\\_gscswx/index.htm](http://www.uazakon.com/documents/date_b6/pg_gscswx/index.htm)
13. <http://www.pcrdiagnostics.eu/en/Ecoli.alej>
14. <http://molecular.roche.com/pcr/Pages/default.aspx>