

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра генетики і цитології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Пантелеймонов А. В.

“ _____ ” _____ 2018 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Методи обліку мутацій

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

галузь знань _____ 0401 Природничі науки _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 6.040102 - біологія _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ Біологія _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____ _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ за вибором _____
обов'язкова / за вибором

факультет _____ Біологічний _____

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету (інституту, центру)
29 серпня 2018 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

О. Ю. Герман, канд. біол. наук, доцент кафедри генетики і цитології біологічного факультету
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Н. В. Колот, канд. біол. наук, доцент кафедри генетики і цитології біологічного факультету
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна

Програму схвалено на засіданні кафедри

Протокол від “ ____ ” _____ 20__ року № ____

Завідувач кафедри _____

_____ Л. О. Атраментова
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ ____ ” _____ 20__ року № ____

Голова методичної комісії _____

_____ В. В. Мартиненко
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Методи обліку мутацій» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки першого (бакалаврського) рівня спеціальності (напряму) Біологія

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Методи обліку мутацій» є ознайомити студентів першого (бакалаврського) рівня з класичними та сучасними методами обліку мутацій у тварин і рослин та використовувати їх у практичній діяльності в ході досліджень генотоксичності різних мутагенів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни «Методи обліку мутацій» є отримання студентами сучасних наукових даних про вплив мутагенів різної етіології на генетичний апарат рослин та тварин (наприклад, *Drosophila melanogaster*, *Allium cepa* L., *Helianthus annuus* L. тощо); оволодіння класичними та сучасними методами обліку різних видів мутацій на цитологічному і організменому рівнях.

1.3. Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
8-й	8-й
Лекції	
не передбачені навчальним планом	не передбачені навчальним планом
Практичні, семінарські заняття	
не передбачені навчальним планом	не передбачені навчальним планом
Лабораторні заняття	
90 год.	24 год.
Самостійна робота	
30 год.	96 год.
Індивідуальні завдання	
не передбачені навчальним планом	не передбачені навчальним планом

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми при вивченні дисципліни «Методи обліку мутацій» студенти повинні досягти таких результатів: при подальшому навчанні і професійній діяльності бути здатними осмислювати нову інформацію в контексті набутих знань про дію різних мутагенних чинників та особливості їх впливу на генетичний апарат рослинних і тваринних організмів, оволодіти методами обліку мутацій та використовувати їх у практичній діяльності.

Знати:

- класифікації мутацій;
- мутагени та механізм їх дії на організм;
- молекулярні механізми виникнення мутацій: генних, хромосомних, геномних - під впливом мутагенних факторів різної природи;
- біологію різних видів тварин;
- правила техніки безпеки роботи з мутагенами;
- правила роботи в лабораторії;
- основні тест-системи для виявлення мутагенів та оцінки ступеню генетичного ризику;
- класифікацію патологічних мітозів,
- методи виявлення рецесивних мутацій у рослин
- методи обліку патологічних мітозів
- класичні та сучасні методи обліку мутацій у рослин і тварин.

Вміти:

- утримувати культуру дрозофіли;
- встановлювати діючу дозу різних мутагенів;
- вибирати тестерні лінії дрозофіли та здійснювати їх схрещування;
- проводити експериментальні дослідження дії мутагенів на організм лабораторних тварин;
- підібрати рослинні тест-об'єкти і тест-системи для оцінки мутагенного впливу факторів навколишнього середовища
- відрізняти стадії клітинного циклу,
- визначити тип хромосомних порушень,
- проводити метафазний аналіз,
- проводити анафазний аналіз,
- проводити мікроядерний тест,
- оцінювати структурно-функціональний стан клітинних ядерців
- аналізувати результати та проводити їх статистичний аналіз;
- володіти навиками науково-дослідної роботи;
- сформулювати висновки.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Дрозофіла як тест-система при оцінюванні дії різних мутагенів.

Тема 1. Методи реєстрації частоти виникнення мутацій.

Принципи класифікації мутацій у тварин. Методи індукції мутацій. Встановлення характеру змін генетичного матеріалу. Типи мутацій, що визначаються молекулярними, біохімічними, цитологічними та гібридологічними методами.

Тема 2. Дрозофіла як тест-об'єкт для оцінки дії мутагенів.

Методи культивування дрозофіли в експерименті для вивчення мутагенної активності факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Опис генотипу та фенотипу тестерних ліній дрозофіли. Отримання масових тимчасових кладок дрозофіли. Техніка збору яєць дрозофіли. Синхронізація віку імаго, личинки, лялечки. Встановлення діючих доз різних мутагенів. Методи обробки мутагеном дрозофіл.

Тема 3. Мобільні генетичні елементи та методи їх обліку.

Мобільні генетичні елементи у дрозофіл. Механізми регуляції транспозицій мобільних генетичних елементів у дрозофіли. Наслідки активації мобільних елементів. Гібридний дисгенез. Метод обліку гібридного дисгенезу на тестерних лініях Canton-S (дикий тип) та 1-45 (генотип $w^{hd80k17}$), що має копії P - мобільного елемента.

Розділ 2. Методи обліку мутацій у дрозофіли.

Тема 1. Метод збалансованих леталей Cyrlу для обліку рецесивних летальних мутацій у дрозофіли.

Визначення частоти рецесивних летальних мутацій у хромосомі 2 дрозофіли з використанням тестерної лінії дрозофіли *Cyrlu*. Проведення схеми схрещування самок тестерної лінії з самцями, що зазнали дії хімічного або іншого мутагену. Облік рецесивних мутацій проводять в F₃.

Тема 2. Облік частоти зчеплених зі статтю рецесивних летальних мутацій методом Меллер-5.

Проведення схрещувань самок тестерної лінії дрозофіли Меллер-5 з самцями, що зазнали дії хімічного або іншого мутагену. Облік мутацій проводять в F₂.

Тема 3. Визначення частоти домінантних летальних мутацій.

Проведення схрещувань дрозофіл контрольної групи та групи, яка зазнала дії хімічного або іншого мутагену. Частоту домінантних леталей визначають по ембріональній загибелі нащадків (рані та пізні домінантні летальні мутації) після цих схрещувань.

Тема 4. Встановлення стадії загибелі ембріонів при дії мутагенів на їх батьків.

Проведення схрещувань самців і самок дрозофіли контрольної групи та групи, яка зазнала дії мутагенів різної етіології. Встановлення стадій загибелі ембріонів.

Тема 5. Облік частоти нерозходження X-хромосом.

Особливості мейозу та утворення гамет у анеуплоїдів. Життєздатність та плодючість анеуплоїдних форм. Проведення схрещування самок дикого типу, що зазнали дії мутагену, з самцем тестерної лінії *white*. Облік мутацій нерозходження хромосом визначають проводять в F₁.

Тема 6. Облік транслокацій в гаметах самців дрозофіли.

Проведення схрещувань самців дикого типу, які зазнали дії мутагену та індукували реципрокно транслокацію між II та III хромосомами, та самок тестерної лінії з маркерами у II та III хромосомах. Фенотипічними маркерами хромосоми II є мутація *dumpy* (2; 13,0: dp) – короткі крила та хромосоми III – *ebony* (3; 70,7: e) – чорне тіло. Облік мутацій проводять в F₁ та F_B.

Розділ 3. Методи обліку мутацій у ссавців і людини.

Тема 1. Методи оцінки мутагенності хімічних речовин у ссавців.

Хімічні мутагени та їх вплив на генетичний апарат ссавців. Проблеми виявлення потенціальної небезпеки хімічних мутагенів у ссавців. Методи, які використовують для встановлення мутагенної та генотоксичної дії хімічних мутагенів.

Тема 2. Виявлення мутацій методом секвенування ДНК.

Особливості використання методу секвенування ДНК для оцінки інтенсивності мутагенної дії факторів навколишнього середовища на організм тварин.

Тема 3. ПЦР-аналіз як метод виявлення мутацій.

Особливості використання методу ПЦР-аналізу для оцінки інтенсивності мутагенної дії факторів навколишнього середовища на організм тварин.

Тема 4. Виявлення точкових мутацій за допомогою аналізу конформаційного поліморфізму одноланцюгової ДНК.

Особливості використання аналізу конформаційного поліморфізму одноланцюгової ДНК для виявлення точкових мутацій у тварин при дії мутагенних факторів навколишнього середовища на організм тварин.

Тема 5. Метод ДНК-комет.

Використання методу ДНК-комет для оцінки одно- та дволанцюгових пошкоджень ДНК у тварин при дії мутагенних факторів навколишнього середовища на організм тварин.

Тема 6. Особливості аналізу спермограми ссавців при дії мутагенів.

Особливості спермограми у ссавців при дії мутагенних факторів навколишнього середовища на їх організм.

Тема 7. Метод визначення мікроядер у клітинах букального епітелію людини.

Мутагени, що індукують появу мікроядер в клітинах ссавців. Механізми появи мікроядер в клітинах ссавців. Мікроядерний тест для оцінки дії факторів навколишнього середовища на їх організм.

Розділ 4. Механізми виникнення хромосомних мутацій та методи ідентифікації їх в мітозі.

Тема 1. Огляд рослинних тест-систем

Рослинні тест-об'єкти і тест-системи для оцінки мутагенного впливу факторів навколишнього середовища. Класифікація мутацій. Механізми виникнення генних мутацій. Гіпотези появи хромосомних аберацій. Механізми утворення геномних мутацій.

Тема 2. Облік рецесивних мутацій у рослин

Облік рецесивних мутацій у рослин на прикладі *Arabidopsis thaliana*. Ембріон-тест Мюллера. Хлорофільні мутації.

Тема 3. Методи обліку патологічних мітозів

Класифікація патологічних мітозів (за Аловим). Хроматидні і хромосомні мутації. Методи виявлення мутацій хромосом.

Тема 4. Метафазний метод обліку мутацій.

Облік мутацій на стадії метафази мітозу. Приготування цитологічних препаратів і проведення метафазного аналізу хромосомних аберацій.

Тема 5. Анафазний метод обліку мутацій.

Облік мутацій на стадії анафази мітозу. Приготування цитологічних препаратів і проведення анафазного аналізу хромосомних аберацій.

Розділ 5. Оцінка структурно-функціонального стану клітини протягом інтерфази і в мейозі.

Тема 1. Мікроядерний тест.

Механізми утворення мікроядер і наслідки для клітини. Приготування цитологічних препаратів і проведення мікроядерного тесту.

Тема 2. Структурно-функціональний стан клітинних ядерць як показник впливу мутагенних факторів.

Будова ядерця. Морфологічні типи ядерць і функціональний стан клітини. Приготування цитологічних препаратів і аналіз кількості ядерць.

Тема 3. Аналіз порушень в мейозі. Пилковий аналіз.

Мейоз – основні події, генетична регуляція, порушення, наслідки хромосомних аберацій. Приготування цитологічних препаратів і визначення ступеню фертильності пилку. Визначення ступеню життєздатності пилку.

Тема 4. Основи цитогенетичного моніторингу.

Принципи проведення цитогенетичного моніторингу. Цитогенетичний аналіз рослин, що ростуть на березі водойм м. Харкова та/або області.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	заочна форма				
		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
Розділ 1. Дрозофіла як тест-система при оцінюванні дії різних мутагенів.												
Тема 1. Методи реєстрації частоти виникнення мутацій.	2	-	-	2	-	-	4	-	-	1	-	3
Тема 2. Дрозофіла як тест-система	3	-	-	2	-	1	4	-	-	1	-	3

для оцінки дії мутагенів.												
Тема 3. Мобільні генетичні елементи та методи їх обліку.	4	-	-	3	-	1	4	-	-	1		3
Разом за розділом 1	9	-	-	7	-	2	12	-	-	3		9
Розділ 2. Методи обліку мутацій у тварин.												
Тема 1. Метод збалансованих леталей Curgly для обліку рецесивних летальних мутацій у дрозофіли.	4	-	-	3	-	1	3	-	-	-	-	3
Тема 2. Облік частоти зчеплених зі статтю рецесивних летальних мутацій методом Меллер-5.	5	-	-	4	-	1	4	-	-	1	-	3
Тема 3. Визначення домінантних летальних мутацій.	5	-	-	4	-	1	4	-	-	1	-	3
Тема 4. Встановлення стадії загибелі ембріонів при дії мутагенів на їх батьків.	5	-	-	4	-	1	4	-	-	1	-	3
Тема 5. Облік нерозходження X-хромосом.	4	-	-	3	-	1	4	-	-	1	-	3
Тема 6. Облік транслокацій у гаметах самців дрозофіли.	4	-	-	3	-	1	3	-	-		-	3
Разом за розділом 2	27	-	-	21	-	6	22	-	-	4	-	18
Розділ 3. Методи обліку мутацій у ссавців і людини.												
Тема 1. Методи оцінки мутагенності хімічних речовин у ссавців.	4	-	-	3	-	1	4	-	-	1	-	3
Тема 2. Виявлення мутацій методом секвенування	3	-	-	2	-	1	3	-	-		-	3

ДНК.												
Тема 3. ПЦР-аналіз як метод виявлення мутацій.	3	-	-	2	-	1	3	-	-	-	-	3
Тема 4. Виявлення точкових мутацій за допомогою аналізу конформаційного поліморфізму одноланцюгової ДНК.	3	-	-	2	-	1	4	-	-	1	-	3
Тема 5. Метод ДНК-комет.	4	-	-	3	-	1	4	-	-	1	-	3
Тема 6. Особливості аналізу спермограми у ссавців при дії мутагенів.	3	-	-	2	-	1	4	-	-	1	-	3
Тема 7. Метод визначення мікроядер у клітинах букального епітелію людини.	4	-	-	3	-	1	4	-	-	1	-	3
Разом за розділом 3	24	-	-	17	-	7	26	-	-		-	21
Розділ 4. Механізми виникнення хромосомних мутацій та методи ідентифікації їх в мітозі.												
Тема 1. Огляд рослинних тест-систем	5	-	-	3	-	2	6	-	-	1	-	5
Тема 2. Облік рецесивних мутацій у рослин	4	-	-	3	-	1	6	-	-	1	-	5
Тема 3. Методи обліку патологічних мітозів	11	-	-	9	-	2	6	-	-	2	-	4
Тема 4. Метафазний метод обліку мутацій.	4	-	-	3	-	1	6	-	-	1	-	5
Тема 5. Анафазний метод обліку мутацій	6	-	-	5	-	1	6	-	-	1	-	5

Разом за розділом 4	30	-	-	23	-	7	30	-	-	6	-	24
Розділ 5. Оцінка структурно-функціонального стану клітини протягом інтерфази і в мейозі.												
Тема 1. Мікроядерний тест.	5	-	-	3	-	2	7	-	-	1		6
Тема 2. Структурно-функціональний стан клітинних ядерець як показник впливу мутагенних факторів.	8	-	-	6	-	2	7	-	-	1		6
Тема 3. Аналіз порушень в мейозі. Пилковий аналіз.	7	-	-	5	-	2	7	-	-	1		6
Тема 4. Основи цитогенетичного моніторингу.	10	-	-	8	-	2	9	-	-	3		6
Разом за розділом 5	30	-	-	22	-	8	30	-	-	6		24
Усього годин	120	-	-	90	-	30	120	-	-	24		96

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин д/з
1	Методи реєстрації частоти виникнення мутацій.	2/1
2	Дрозофіла як тест-система при оцінюванні мутагенної дії різних чинників.	2/1
3	Мобільні генетичні елементи та методи їх обліку.	3/1
4	Метод збалансованих леталей Sуглу для обліку рецесивних летальних мутацій у дрозофіли.	3/0
5	Облік частоти зчеплених зі статтю рецесивних летальних мутацій методом Меллер-5.	4/1
6	Визначення домінантних летальних мутацій.	4/1
7	Встановлення стадії загибелі ембріонів при дії мутагенів на їх батьків.	4/1
8	Облік нерозходження X-хромосом.	3/1
9	Облік транслокацій у гаметах самців дрозофіли.	3/0
10	Сучасні методи оцінки мутагенності хімічних речовин на модельних об'єктах - ссавцях.	3/1

11	Виявлення мутацій методом секвенування ДНК.	2/0
12	ПЦР-аналіз як метод виявлення мутацій.	2/0
13	Виявлення точкових мутацій.	2/1
14	Метод ДНК-комет.	3/1
15	Аналіз спермограми ссавців при дії на них мутагенів різної природи.	3/1
16	Метод визначення мікроядер.	2/1
	Разом	45/12
17	Рослинні тест-об'єкти і тест-системи для оцінки мутагенного впливу факторів навколишнього середовища.	1/1
18	Механізми утворення мутацій.	2/1
19	Облік рецесивних мутацій у рослин	3/1
20	Методи обліку патологічних мітозів	3/1
21	Метафазний метод обліку мутацій.	3/1
22	Облік мітотичної активності меристеми рослин	3/1
23	Анафазний метод обліку мутацій.	5/1
24	Приготування цитологічних препаратів меристеми рослин	3/1
25	Мікроядерний тест	3/1
26	Структурно-функціональний стан клітинних ядерців як показник впливу мутагенних факторів.	6/1
27	Аналіз порушень в мейозі. Пилковий аналіз	5/0
28	Основи цитогенетичного моніторингу.	4/1
29	Цитогенетичний аналіз рослин, що ростуть на березі водойм м. Харкова та/або області.	4/1
	Разом	45/12
	Разом	90/24

* - практичні та семінарські заняття не передбачені навчальним планом

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин д/з
1	Опрацювання навчального матеріалу за розділом 1	2/8
	Опрацювання навчального матеріалу за розділом 2	2/8
	Опрацювання навчального матеріалу за розділом 3	2/9
	Опрацювання навчального матеріалу за розділом 4	2/9
	Опрацювання навчального матеріалу за розділом 5	2/9
2	Підготовка до контрольних робіт (1).	5/5
3	систематизація вивченого матеріалу перед заліком	4/14
4	опрацювання та підготовка огляду опублікованих у фахових та інших виданнях статей	4/12
5	переклад іноземних джерел встановленої тематики	3/10
6	поглиблене вивчення літератури на задану тему та пошук додаткової інформації	4/12
	Разом	30/96

7. Методи контролю

Самоконтроль. Методичні посібники та підручники з відповідних розділів курсу містять завдання для самопідготовки та самоконтролю, який студенти можуть здійснювати, використовуючи підручники під час вирішення завдань.

Поточний контроль. Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

- **усне опитування:** здійснюється під час практичних і семінарських занять з метою контролю засвоєння теоретичних положень;
- **тестування:** проводиться у формі експрес-контролю за тестовими завданнями, які є показником для контролю самостійної роботи студентів;
- **контрольна робота:** передбачає письмову відповідь на поставлені теоретичні запитання.

Підсумковий контроль. Залікова у письмовій формі (передбачає письмову відповідь на поставлені запитання).

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Інд. завдання	Разом	Залікова робота	Сума
Розділ 1-2		Розділ 3	Розділ 4-5						
Т 1-3	Т 1-6	Т1-Т7	Т 1-5	Т 1-4					
10	10	10	10	10	10		60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. *Атраментова Л. О., Утевська О. М.* Статистичні методи в біології. – Х. : ХНУ, 2007. – 253 с.
2. *База даних «Геном дрозофіли»* (<http://flybase.org/>).
3. *Бегека А. Д., Злотін О. З., Бойчук Ю. Д. та ін.* Лабораторні культури комах. – Харків : ХДПУ, 1996. – 384 с.
4. *Генетика.* Учебник для вузов / под ред. академика РАМН В.И. Иванова. – М. : ИКЦ Академкнига, 2006. – 638 с.
5. *Глик Б., Пастернак Дж.* Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. – М. : Мир, 2002. – 589 с.
6. *Медведев Н. Н.* Практическая генетика. – М. : Мир, 1966. – 236 с.
7. *Патрушев Л. И.* Искусственные генетические системы. – М. : Наука, 2005. – в 2 т. Т. 1. Генная и белковая инженерия. – 526 с.
8. *Тихомирова М. М.* Генетический анализ. – Л., 1990. – 280 с.
9. *Drosophila. Methods and protocols.* / Ed. by Christian Dahmann. - Humana Press Inc., 2008. – 437 p.
10. *Алов И.А.* Цитофизиология и патология митоза. – М.: Издательство «Медицина», 1972. – 264 с.
11. *Митрофанов Ю.А.* Индуцированный мутационный процесс эукариот. – М.: Наука, 1980. – 264 с.

12. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
13. Немцева А.С. Метафазный метод учета перестроек хромосом. – М.: Наука, 1970. – 125 с.
14. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность / под ред. Ильинских Н.Н. – Томск: Издательство Томского университета, 1992. – 272 с.
15. В. А. Пухальский, А. А. Соловьев, Е. Д. Бадаева, В. Н. Юрцев. Практикум по цитологии и цитогенетике растений

Допоміжна література

1. Ауэрбах Ш. Проблемы мутагенеза. – М.: Мир, 1978. – 464с.
2. Бочков Н. П., Демин Ю. С., Лучник Н. В. Классификация и методы учета хромосомных aberrаций в соматических клетках // Генетика. – 1972. – Т. 8, № 5. – С. 133-141.
3. Дубинина И. Г. Метод полимеразной цепной реакции в лабораторной практике // И. Г. Дубинина, С. Н. Щербо, В. Б. Макаров // Клиническая лабораторная диагностика. 1997. – № 7. – С. 4-6.
4. Ковалева О. А. Цитогенетические аномалии в соматических клетках млекопитающих // Цитология и генетика. – 2008. - № 1. – С. 58-72.
5. Леруа А. М. Мутанты / Арман Мари Леруа; пер. с англ. Е. Годиной. – М.: Астрель: CORPUS, 2010. – 560 с.
6. Момыналиев К. Т, Говорун В. М. Перспективы применения методов ДНК-диагностики в лабораторной службе // Клиническая лабораторная диагностика. – 2000. – № 4. – С.25-32.
7. Herman J. G, Graff J. R, Myöhänen S, Nelkin B. D, Baylin S. B Methylation-specific PCR: a novel PCR assay for methylation status of CpG islands // Proc Natl Acad Sci USA. – 1996. – Vol. 93, Issue 13. – P. 9821–9826.
- 8.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Інформаційні ресурси

1. <http://molbiol.ru> – Підручники, наукові монографії, огляди, лабораторні практикуми у вільному доступі на сайті практичної молекулярної біології.
2. www.biotechnolog.ru – Підручники, наукові монографії, огляди, лабораторні практикуми у вільному доступі на сайті практичної молекулярної біології.
3. www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed – Вільний доступ у найбільшу базу наукових даних у галузі біомедичних наук MedLine.
4. <http://star.mit.edu/genetics/index.html>
5. <http://atlasgeneticsoncology.org/>
6. <https://www.wiziq.com/tests/cytogenetics>
7. <http://www.kumc.edu/Gec/prof/cytogene.html>

Періодичні видання

Вітчизняні

Журнал “Біологія тварин”

Журнал “Цитология и генетика”

Журнал «Фізіологія і біохімія культурних рослин»

Зарубіжні

Журнал “Генетика”

Journal “Nature”

Journal “Mutat. Res.”

Journal” Cytogenet. Cell Genet.”

Журнал “Biol. Chem.”

Journal “Science”