

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра генетики, селекції і насінництва ім. проф. М.О. Зеленського

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**  
Декан агробіологічного факультету  
Тонха О. Л.  
Протокол № 4 від «18» 05 2023 р.

**«СХВАЛЕНО»**  
на засіданні кафедри генетики, селекції і  
насінництва ім. проф. М.О. Зеленського  
Протокол № 10 від «14» 05 2023 р.  
Завідувач кафедри Макарчук О.С.

**”РОЗГЛЯНУТО”**  
Гарант ОП Селекція і генетика  
сільськогосподарських-г. культур  
Гарант ОП Макарчук О.С.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Технічне забезпечення сучасних генетичних досліджень**

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма Селекція і генетика сільськогосподарських культур

Факультет Агробіологічний

Розробник професор, доктор с.-г. наук, ст.наук.співр. Мельничук Т.М.

Київ - 2023 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### Технічне забезпечення сучасних генетичних досліджень

| Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь     |  |                       |
|---|--|-----------------------|
| Освітній ступінь  | <i>Магістр</i>                           |                       |
| Спеціальність   | <i>201 Агроніомія</i>                    |                       |
| Освітня програма  | <i>Селекція і генетика с.-г. культур</i> |                       |
| Характеристика навчальної дисципліни                                |  |                       |
| Вид   | вибіркова                                |                       |
| Загальна кількість годин  | 120                                      |                       |
| Кількість кредитів ECTS   | 4  |                       |
| Кількість змістових модулів   | 3  |                       |
| Курсовий проект (робота)  |  |                       |
| Форма контролю  | <i>Екзамен</i>                           |                       |
| Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання |  |                       |
|   | денна форма навчання                     | заочна форма навчання |
| Курс (рік підготовки)   | 2  |                       |
| Семестр   | 3  |                       |
| Лекційні заняття  | 10 год.                                  | год.                  |
| Практичні, семінарські заняття                                      | 20 год.                                  | год.                  |
| Лабораторні заняття   |  | год.                  |
| Самостійна робота   | 90 год.                                  | год.                  |
| Індивідуальні завдання  |  | год.                  |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання       | 3 год.                                   |                       |

## 2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета дисципліни – висвітлення уявлень про сучасні платформи проведення генетичного аналізу, основні технічні засоби та платформи для первинної нуклеотидної послідовності геномів, проведення фрагментного генетичного аналізу, сучасні прилади для мікроскопії та візуалізації молекулярних процесів; надати практичні навички біоінформативного аналізу даних сиквенування та аналізу геномів.

Завдання дисципліни – навчитися аналізувати відомості про молекулярну організацію геному рослин, добирати відповідні методи застосування ДНК-маркерів для проведення маркерної селекції, навчитися працювати із базами нуклеотидних послідовностей рослин, навчитися працювати у відповідних програмах добору праймерів для ПЛР для створення нових ДНК-маркерів господарсько-цінних ознак, навчитися аналізувати спеціальну літературу, присвячену маркерній селекції для адаптації і використання ДНК-маркерів

цільових ознак, знати правила організації і роботи ПЛР-лабораторії, призначення і застосування приладів ПЛР-лабораторії.

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

- молекулярну організацію геному рослин;
- принцип полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), її модифікації;
- типи ДНК-маркерів на основі ПЛР та сферу їх застосування;
- принципи секвенування геномів;
- принципи маркерної і геномної селекції;
- сучасні методи та технології ідентифікації сортів рослин;
- спектр застосування класичної ПЛР та ПЛР у реальному часі;
- правила організації і роботи ПЛР-лабораторії;
- призначення і застосування приладів ПЛР-лабораторії;

**вміти**:

- ізолювати ДНК;
- проводити пошук необхідних нуклеотидних послідовностей у відповідних базах даних, проводити вирівнювання ДНК-послідовностей;
- добирати праймери для ПЛР;
- розраховувати компоненти ПЛР-суміші, добирати режим ПЛР, проводити ПЛР із застосуванням обладнання ПЛР-лабораторії;
- аналізувати спеціальну літературу для пошуку корисних ДНК-маркерів і застосовувати їх для пришвидшення селекційного процесу;
- розробляти програми маркерної селекції.

**Набуття компетентностей:**

***інтегральна компетентність (ІК):***

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у сфері агрономії під час здійснення професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

***загальні компетентності (ЗК):***

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу, синтезу.

ЗК4. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК6. Прагнення до збереження навколишнього середовища

***фахові (спеціальні) компетентності (СК):***

СК3. Здатність створювати нові технології та застосовувати сучасні технології агрономії, враховуючи їх особливості та користуючись передовим досвідом їх впровадження, розробляти наукові основи технологій вирощування сільськогосподарських культур.

СК5. Здатність розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах на основі спеціалізованих концептуальних знань, що включають сучасні наукові здобутки у сфері агрономії.

СК7. Здатність самостійно організовувати та проводити наукові дослідження з використанням загальноприйнятих методів і стандартів ґрунтових і рослинних зразків.

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

ПРН1. Використовувати методологію наукових досліджень, спеціальні методи та інструменти експериментальних досліджень, сучасні методи обробки даних для розв'язання складних задач агрономії.

ПРН2. Інтегрувати знання з різних галузей для розв'язання складних теоретичних та/або практичних задач і проблем агрономії.

ПРН3. Розробляти і реалізовувати економічно значущі виробничі і дослідницькі проекти в сфері агрономії з урахуванням наявних ресурсів та обмежень, технічних, соціальних, правових та екологічних аспектів.

ПРН4. Здійснювати пошук необхідної інформації та оцінювати її в науково-технічній літературі, аналізувати, обробляти та оцінювати цю інформацію.

ПРН5. Планувати і виконувати наукові і прикладні дослідження в сфері агрономії, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки.

ПРН7. Розробляти та реалізовувати проекти екологічно безпечних прийомів і технологій виробництва високоякісної продукції рослинництва з урахуванням особливостей агроландшафтів та економічної ефективності.

ПРН9. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами для обговорення результатів професійної діяльності, досліджень та інноваційних проектів у сфері аграрних наук та продовольства.

ПРН10. Здійснювати ефективне управління персоналом і ресурсами, забезпечувати професійний розвиток персоналу, об'єктивно оцінювати результати діяльності колективу та внесок його учасників до цих результатів.

ПРН11. Здійснювати бізнесове проектування та маркетингове оцінювання виконання і впровадження інноваційних розробок.

ПРН13. Надавати консультації з питань інноваційних технологій в агрономії

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

– повного терміну денної 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. Особливості організації геному рослин |                 |        |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 1. Рослинні гени і геноми                            | 1               | 14     | 2            | 2 |     |     | 10   |              |              |    |     |     |      |  |
| Тема 2. Транскрипція рослинних генів                      | 2-3             | 15     | 1            | 4 |     |     | 10   |              |              |    |     |     |      |  |

|  |     |    |    |    |  |  |    |  |  |  |  |  |  |
|--|-----|----|----|----|--|--|----|--|--|--|--|--|--|
| Тема 3. Трансляція у рослинній клітині                                       | 4   | 13 | 1  | 2  |  |  | 10 |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 1   | 42  |    | 4  | 8  |  |  | 30 |  |  |  |  |  |  |
| Змістовий модуль 2. ПЛР і маркерна селекція                                  |     |    |    |    |  |  |    |  |  |  |  |  |  |
| Тема 1. Полімеразна ланцюгова реакція  | 5-6 | 15 | 1  | 4  |  |  | 10 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2. ДНКмаркери на основі ПЛР.  | 7   | 13 | 1  | 2  |  |  | 10 |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 2   |     | 46 | 3  | 8  |  |  | 35 |  |  |  |  |  |  |
| Змістовий модуль 3. Секвенування геномів та його застосування у рослинництві |     |    |    |    |  |  |    |  |  |  |  |  |  |
| Тема 1. Метод Сенгера. Секвенування наступного покоління.                    | 8-9 | 14 | 2  | 2  |  |  | 10 |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2. Геномна селекція   | 10  | 18 | 1  | 2  |  |  | 15 |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 3   |     | 32 | 3  | 4  |  |  | 25 |  |  |  |  |  |  |
| Усього годин   | 120 |    | 10 | 20 |  |  | 90 |  |  |  |  |  |  |

#### 4. Теми семінарських занять

| № з/п | Назва теми     | Кількість годин |
|-------|----------------|-----------------|
| 1     | Не передбачені |                 |

#### 5. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Організація та обладнання ПЛР-лабораторії                           | 2               |
| 2     | Ознайомлення із базою даних нуклеотидних послідовностей NCBI        | 2               |
| 3     | Добір праймерів для ПЛР у програмі Primer3                          | 4               |
| 4     | Екстракція ДНК  | 2               |
| 5     | Розрахунок компонентів ПЛР-суміші, добір режиму ПЛР, проведення ПЛР | 2               |
| 6     | Гель-електрофорез   | 4               |

|        |                               |    |
|--------|-------------------------------|----|
| 7      | Досягнення маркерної селекції | 2  |
| 8      | Досягнення геномної селекції  | 2  |
| Всього |                               | 20 |

## 6. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми     | Кількість годин |
|-------|----------------|-----------------|
| 1     | Не передбачені |                 |

## 7. Теми самостійної роботи

| № з/п  | Назва теми  | Кількість годин |
|--------|---|-----------------|
| 1      | Історія розвитку та перспективи молекулярної біології           | 6               |
| 2      | Властивості та функції нуклеїнових кислот                       | 8               |
| 3      | Білки та принципи їх функціонування                             | 8               |
| 4      | Білково-нуклеїнові взаємодії                                    | 8               |
| 5      | Загальні закономірності реплікації в клітині                    | 4               |
| 6      | Матричний синтез біополімерів клітини.                          | 4               |
| 7      | Підтримання стабільності геному та захист генетичної інформації | 8               |
| 98     | Склад та структура рибосоми                                     | 8               |
| 10     | Синтез білків   | 8               |
| 11     | Рекомбінація ДНК  | 8               |
| 12     | Процесинг еукаріотичних мРНК                                    | 6               |
| 13     | Методи молекулярної біології                                    | 8               |
| 14     | Методи аналізу структури й експресії генів і геномів            | 6               |
| Всього |   | 90              |

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

### МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА (ПЕРШИЙ МОДУЛЬ)

#### Варіант 1

1. Геном мітохондрій.
2. Транскрипція в рослинній клітині.

|  |   |  |                         |
|--|---|--|-------------------------|
| Питання 1. Розставте у відповідності геноми органел рослинної клітини: |   | Питання 6. Транскрипційні фактори - це:                      |                         |
| 1. Пластидний геном  | А. Структура представлена численними кільцевими молекулами розміром не більше 80 тис. п. н. трохи більше 50 генів | 1  | білки                   |
| 2. Мітохондріальний геном  | Б. Високоплідна ДНК, що має розмір від 120 до 180 т.п.н. та кодує приблизно 120 генів                             | 2  | жири                    |
|  |   | 3  | вуглеводи               |
|  |   | 4  | Такого терміну не існує |
| Питання 2. Скільки генетичних систем включає рослинна клітина?         |   | Питання 7. Рік розшифрування структури подвійної спіралі ДНК |                         |
| 1  | одну  | 1  | 1941                    |
|  |   | 2  | 1953                    |

|   |                    |  |                                  |
|---|--------------------|--|----------------------------------|
| 2   | дві                | 3  | 1968                             |
| 3   | три                |  |                                  |
| 4   | чотири             |  |                                  |
| Питання 3. За функціональними особливостями гени поділяють на:<br>Впишіть відповідь у бланку відповідей         |                    | Питання 8. Які нуклеотиди входять до складу дезоксирибонуклеїнової кислоти?  |                                  |
|   |                    | 1  | аденін, гуанін, тимін, цитозин   |
|   |                    | 2  | гуанін, аденін, цитозин, урацил. |
|   |                    | 3  | урацил, цитозин, тимін, гуанін   |
| Питання 4. Працює на кластерах генів рибосомної РНК і здійснює синтез рРНК 18S, 28S та 5,8S                     |                    | Питання 9. В еукаріот унаслідок транскрипції утворюються переважно про-і-РНК, які містять незмістовні ділянки (інтрони), які вирізаються у процесі її дозрівання. Цей процес називається |                                  |
| 1   | РНК-полімераза II  | 1  | кепування                        |
| 2   | РНК-полімераза I   | 2  | сплайсинг                        |
| 3   | РНК-полімераза III | 3  | процесинг                        |
| Питання 5. Як називається сукупність послідовностей ДНК у клітинах даного організму?<br>Впишіть вірну відповідь |                    | Питання 10. Які структурні й хімічні компоненти беруть участь у трансляції?  |                                  |
|   |                    | 1  | ДНК                              |
|   |                    | 2  | РНК                              |
|   |                    | 3  | амінокислоти                     |

### Контрольні питання

1. Будова ДНК.
2. Будова РНК.
3. Реплікація ДНК.
4. Транскрипція в рослинній клітині.
5. Трансляція в рослинній клітині.
6. Структура гена.
7. Мобільні елементи в геномі рослин.
8. Організація хроматину.
9. Центромери і теломери.
10. Транскрипційні фактори.
11. Експресія генів.
12. Епігенетичні модифікації ДНК.
13. Геном мітохондрій.
14. Геном пластид.
15. Процесинг РНК.
16. Транспрт РНК.
17. Типи РНК в клітині.
18. Маленькі РНК.
19. Денатурація ДНК.
20. Ренатурація ДНК.
21. ДНК-маркери.
22. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР).
23. Компоненти ПЛР-суміші.
24. Використання ДНК-маркерів для ідентифікації сортів, визначення типовості і гібридності партій насіння.
25. Використання ДНК-маркерів для створення паспорту сорту і захисту авторського права селекціонера.
26. Використання ДНК-маркерів цінних ознак у маркерній селекції.
27. ПЛР у реальному часі та сфера її застосування.

- 28.Що таке секвенування?
- 29.Суть методу Сенгера.
- 30.Методи секвенування наступного покоління (NGS).
- 31.Час винаходу і винахідник ПЛР.
- 32.Що таке ампліфікація ДНК?
- 33.Метод, що використовується для визначення вмісту ГМО у продуктах?
- 34.Що таке фрагментний аналіз?
- 35.Де застосовується метод обриву ланцюга?
- 36.Що таке маркерна селекція?
- 37.Переваги і недоліки маркерної селекції у порівнянні із традиційною селекцією.
- 38.Мультилокусні ДНК-маркери.
- 39.Монолокусні ДНК-маркери.
- 40.Сучасні підходи до селекції кількісних ознак.
- 41.Що таке геномна селекція?
- 42.Порівняння MAS- і геномної селекції.
- 43.Вимоги до ПЛР-лабораторії.
- 44.План приміщень у ПЛР-лабораторії.
- 45.Прилади та їх призначення у ПЛР-лабораторії.
- 46.Що таке контамінація?
- 47.Напрямок руху зразка у ПЛР-лабораторії?
- 48.Заходи щодо запобігання контамінації у ПЛР-лабораторії.

### Приклад екзаменаційного білету

| НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ                                   |   |  |   |
|--|---|--|---|
| ОС Магістр<br>Спеціальність Агрономія<br>ОПП Селекція і генетика<br>сільськогосподарських<br>культур | Кафедра<br>Кафедра генетики,<br>селекції і<br>насінництва<br>ім. проф.<br>М.О. Зеленського<br>2023-2024 навч. рік | ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ<br>БІЛЕТ № 10<br>з дисципліни<br>Технічне забезпечення<br>сучасних генетичних<br>досліджень | Затверджую<br>Зав. кафедри<br><br>(підпис)<br>Макарчук О.С.<br>«__» _____ 2023 р. |
| <b>Екзаменаційні запитання</b>   |   |  |   |
| 1. Експресія генів.  |   |  |   |
| 2. Мультилокусні та монолокусні ДНК-маркери та їх застосування в селекції.                           |   |  |   |
| <b>3. Тестові завдання різних типів</b>  |   |  |   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Питання 1. Метод секвенування полягає у визначенні:</b> |   |
| 1.   | нуклеотидної послідовності ДНК: аденіну, гуаніну, цитозину й тиміну |
| 2.   | кількості генів у організмі людини                                  |
| 3.   | кількості амінокислот у організмі людини                            |

|   |  |
|---|--|
| <b>Питання 2. Впишіть відповідь у бланку відповідей:</b>  |  |
| Одиниця спадкового матеріалу, що відповідає за формування певної елементарної ознаки. називається ... |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Питання 3. Біологічний процес, який спрямований на виправлення помилок синтезу ДНК при реплікації, а також численних пошкоджень, котрі</b> |  |
|---|--|

|  |  |
|--|--|
| <b>виникають у ДНК унаслідок дії хімічних і фізичних факторів називається...</b> |  |
| Впишіть відповідь у бланку відповідей  |  |

|  |                 |
|--|-----------------|
| <b>Питання 4. Кому належить відкриття полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР)?</b> |                 |
| 1  | Фредерік Сенгер |
| 2  | Кері Малліс     |
| 3  | Роджер Корнберг |

|   |  |
|---|--|
| <b>Питання 5. Як називається збільшення кількості заданого фрагмента ДНК?</b> |  |
| Впишіть вірну відповідь   |  |



| <b>Питання 6. Постійна експресія гена називається</b> |                           |
|---|---------------------------|
| 1   | регульованою експресією   |
| 2   | конститутивною експресією |
| 3   | термінацією               |

| <b>Питання 7. <u>Мультилокусні молекулярно-генетичні маркери (відмітити зайве)</u></b> |      |
|--|------|
| 1  | RAPD |
| 2  | ISSR |
| 3  | AFLP |
| 4  | SSR  |

| <b>Питання 8. Заміна між класами азотистих основце:</b> |             |
|---|-------------|
| 1   | Транзиція   |
| 2   | Трансверсія |
| 3   | Трансляція  |

| <b>Питання 9. Які структурні й хімічні компоненти беруть участь у трансляції?</b> |   |
|---|---|
| 1   | рибосоми, і-РНК, т-РНК, АТФ, нуклеотиди, ферменти   |
| 2   | рибосоми, і-РНК, т-РНК, АТФ, амінокислоти, ферменти |
| 3   | рибосоми, про-РНК, т-РНК, АТФ, ліпіди, ферменти     |

| <b>Питання 10. Серед списку обладнання ПЛР-лабораторії відмітьте зайве</b> |  |
|--|--|
| 1  | Бокс біологічної безпеки не нижче II класу   |
| 2  | Центрифуга клінічна  |
| 3  | Центрифуга-вортекс   |
| 4  | Муфельна піч   |
| 5  | Мікроцентрифуга  |
| 6  | Твердотільний термостат  |
| 7  | Набір автоматичних піпеток змінного об'єму   |
| 8  | Холодильник з камерами, що підтримують температуру плюс (6+-2) та мінус (18+-2) °С |
| 9  | Одноразові поліпропіленові мікроцентрифужні пробірки з кришками                    |
| 10   | Одноразові наконечники для піпеток змінного об'єму з аерозольним бар'єром          |
| 11   | Ємкість з дезінфекційним розчином  |

\_\_\_\_\_ (Мельничук Т.М)

## 9. Методи навчання.

Програмою курсу передбачено читання лекцій, проведення практичних занять, самостійна робота студентів, виконання індивідуальних завдань.

З метою формування професійних компетентностей широко впроваджуються інноваційні методи навчання, а саме, використання презентацій із детальними наочними ілюстраціями, відеоматеріалами, виконання комп'ютерних тестів, проведення опитувань думки у відповідних програмах, тощо, виконання практичних завдань у програмах ресурсу NCBI.

## 10. Форми контролю.

Рівень знань студентів з дисципліни буде оцінюватись із застосуванням поточного контролю (здача 3-х змістових модулів), аналізу виконання індивідуальних завдань, заслуховування доповідей та підсумкової атестації (здача іспиту). За активну і сумлінну роботу протягом семестру, передбачається підвищення рейтингу з дисципліни за допомогою додаткових балів.

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 26.04.2023 р. протокол № 10)

| Рейтинг студента,<br>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):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$ .

## 12. Навчально-методичне забезпечення

1. Вдовиченко Ж.В., Табака П.П., Ситник К.С., Плотницька А.В., Ступак І.Ю., Спиридонов В.Г., Парій М.Ф. Використання AFLP для генотипування ярого ячменю (*Hordeum vulgare* L.). Методичні рекомендації, Київ, 2012. 23 с.

2. Вдовиченко Ж.В., Ситник К.С., Плотницька А.В., Ступак І.Ю., Спиридонов В.Г., Парій М.Ф. Використання мікросателітів для генотипування ярого ячменю (*Hordeum vulgare* L.). Методичні рекомендації, Київ, 2012. 16 с.

## 13. Рекомендовані джерела інформації

**Основні:**

1. Гиль М.І., Сметана О.Ю., Юлевич О.І. та ін. Молекулярна генетика та технології дослідження генома, 2015, Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 318 с.
2. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія, К.: «Київський університет», 2008, 384 с.
3. Grotewold E., Chappell J., Kellogg E. Plant genes, genomes, and genetics, 2015, USA: JohnWiley & Sons, 261 p.

**Допоміжні:**

1. Lodish H., Berk A., Kaiser C. et al. Molecular cell biology, 8<sup>th</sup> Edition, 2016, New York: W.H.Freeman Macmillan Learning, 1166 p.
2. Glick B.R., Pasternak J.J., Patten C.L. Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA, 4th Edition, Washington, DC, ASM Press, 2010.
3. Сиволап Ю.М. Молекулярные маркеры и селекция. Цитология и генетика 2013. Т. 47. № 3 С.71-80.

**Інформаційні ресурси:**

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> (ресурс наукової літератури)
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucscore> (база даних нуклеотидних послідовностей National Center for Biotechnology Information)
3. <http://www.arabidopsis.org/> (ресурс, присвячений генетиці і геноміці арабідопсиса)
4. <http://www.bioinformatics.org/sms2/> (програмне забезпечення для маніпуляцій із послідовностями ДНК та білків)
5. [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1439-0523](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1439-0523) (науковий журнал)
6. [http://www.fao.org/index\\_en.htm](http://www.fao.org/index_en.htm) (міжнародна організація FAO)