

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Кафедра молекулярної генетики та біотехнології



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІБХБ

Руслан БЕСПАЛЬКО

« 9 » 08 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Генетика та біоінженерія культурних рослин

Освітньо-професійна програма

Спеціальність

Галузь знань

Рівень вищої освіти

Біотехнології та біоінженерія

162 Біотехнології та біоінженерія

16 Хімічна інженерія та біоінженерія

другий (магістерський)

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Мова навчання

українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни Генетика та біоінженерія культурних рослин складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біотехнології та біоінженерія», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 8, від 27.05.2024)

Розробник: Волков Роман Анатолійович, завідувач кафедри молекулярної генетики та біотехнології, доктор біологічних наук, професор;
Тинкевич Юрій Олегович, асистент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, кандидат біологічних наук

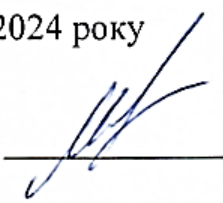
Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри молекулярної генетики та біотехнології

Протокол № 1 від «8» серпня 2024 року

Завідувач кафедри  Волков Р.А.

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту

Протокол № 1 від «09» серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІБХБ  Москалик Г.Г.

1. Мета навчальної дисципліни. Навчальна дисципліна «Генетика та біоінженерія культурних рослин» викладається для студентів 5 курсу спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія. Програма курсу передбачає знайомство з генетичними особливостями культурних рослин, основними розділами селекції та методами біотехнології та генетичної модифікації рослин. Охарактеризовано біологічні явища, які мають бути враховані при плануванні селекційної роботи, такі як гібридизація, гетерозис, поліплоїдія, апоміксис, самонесумісність тощо. Розкривається значення диких родичів культурних рослин як джерела корисних ознак, зокрема - генів стійкості до абіотичних/біотичних стресорів. Представлено методологію сучасної молекулярної селекції.

2. Результати навчання

В результаті навчання у здобувачів формуються наступні компетентності:

- ЗК 1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ФК 8. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах
- ФК 9. Здатність відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення.
- ФК 11. 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.
- ФК 12. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.
- ФК 13. Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.
- ФК 14. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біотехнології в контексті загального розвитку науки і техніки.
- ФК 19. Здатність проводити скринінгові дослідження продуцентів біологічно активних речовин, залучати сучасні методи виділення та аналізу цільових метаболітів та створювати на їх основі функціональні кормові та харчові композиційні препарати.
- ФК 20. Здатність до застосування повногеномного сиквенування методами нового покоління, вміння обробляти та аналізувати його результати, використовувати отримані дані для пошуку генів, що відповідають за господарсько-корисні ознаки у рослин, тварин та мікроорганізмів.
- ФК 21. Здатність проводити сиквенування транскриптомів методами нового покоління, обробляти та аналізувати його результати, використовувати отримані дані для аналізу рівня експресії рекомбінантних генів у трансгенних організмів та пошуку генів-мішеней, які відповідають за господарсько-корисні ознаки, для селекційної роботи у рослин, тварин та мікроорганізмів.

У результаті навчання формуються наступні програмні результати:

- ПР 5. Знати молекулярну організацію та регуляцію експресії генів, реплікації, рекомбінації та репарації, рестрикції та модифікації генетичного матеріалу у про- та еукаріотів, стратегію створення рекомбінантних ДНК для цілеспрямованого конструювання біологічних агентів.
- ПР 6. Знати та оцінювати основні методичні прийоми культивування еукаріотичних клітин тваринного та рослинного походження, розробляти нові технології їх застосування у наукових цілях, медицині, сільському господарстві тощо.

- ПР 7. Мати навички виділення, ідентифікації, зберігання, культивування, іммобілізації біологічних агентів, здійснювати оптимізацію поживних середовищ, обирати оптимальні методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту, використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології.
- ПР 8. Планувати та управляти науково-дослідними, науково-технічними та/або виробничими проектами у галузі біотехнології, базуючись на сучасних тенденціях розвитку науки, техніки та суспільства.
- ПР 10. Упроваджувати найбільш ефективні біотехнологічні методи та прийоми у практичну виробничу діяльність на основі оцінки ефективності передових біотехнологій та врахування загальних тенденцій розвитку новітніх біотехнологій у провідних країнах.
- ПР 19. Вміти готувати зразки генетичного матеріалу для повногеномного, метагеномного та транскриптомного секвенування, обробляти та аналізувати результати секвенування нового покоління за допомогою сучасних біоінформатичних підходів
- ПР 21. Вміти проводити генотипування (баркодинг) тварин, рослин та мікроорганізмів та розробляти стратегії маркер-опосередкованої селекції з використанням генетично-інженерних, молекулярно-генетичних та біоінформатичних підходів.

Студент повинен *знати*:

- центри походження культурних рослин,
- основні теоретичні підходи та методи селекції рослин,
- застосування віддаленої гібридизації та поліплоїдії,
- молекулярно-генетичні підходи у селекції рослин,
- особливості генетики та селекції основних груп культурних рослин

Студент повинен *вміти*:

- застосовувати теоретичні положення для пояснення генетичних особливостей рослин різних таксономічних груп;
- запропонувати можливі підходи для селекційного покращення тієї чи іншої сільськогосподарської культури.

3. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1	1	6	180	20	25	-	-	135	-	екзамен

3.1. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	с	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Теми	Змістовий модуль 1. Загальна генетика культурних рослин											
Походження культурних рослин	14	2	2			10						
Генетичні основи селекції	13	2	2			9						
Використання методів генетичної інженерії у селекції	13	2	2			9						
Міжвидова гібридизація та поліплоїдія	20	3	2			15						
Апоміксис і його значення у селекції рослин	16	2	-			14						
Використання молекулярних маркерів у селекції та паспортизації сортів культурних рослин	6	-	2			4						
Разом за змістовим модулем 1	82	11	10			61						
Змістовий модуль 2. Спеціальна та порівняльна генетика культурних рослин												
Генетична характеристика та селекція рослин родини Poaceae	10	3	-			7						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Solanaceae	11	2	2			7						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Asteraceae	8	1	-			7						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Rosaceae	10	2	2			6						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Brassicaceae	9	1	2			6						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Fabaceae	9	-	2			7						

Генетична характеристика та селекція рослин родини Rutaceae	8	-	2			6						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Cucurbitaceae	6	-	-			6						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Chenopodiaceae	4	-	-			4						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Malvaceae	4	-	-			4						
Генетична характеристика та селекція рослин родини Umbeliferae	4	-	-			4						
Генетична характеристика та селекція найважливіших культивованих в Україні рослин	9	-	3			6						
Генетична характеристика та селекція тропічних плодових рослин	6	-	2			4						
Разом за змістовим модулем 2	98	9	15			74						
Усього годин	180	20	25			135						
Підсумкова форма контролю	екзамен											

3.2. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теорія про центри походження культурних рослин.	2
2	Сучасні підходи до селекції культурних рослин	2
3	Поширення та використання поліплоїдії у культурних рослин	2
4	Використання віддаленої гібридизації для селекції культурних рослин	2
5	Використання молекулярних маркерів у селекції і паспортизації сортів культурних рослин	2
6	Генетична характеристика культурних рослин родини <i>Solanaceae</i>	2
7	Генетична характеристика культурних рослин родини <i>Rosaceae</i>	2
8	Генетична характеристика культурних рослин родини <i>Brassicaceae</i>	2
9	Генетична характеристика культурних рослин родини <i>Fabaceae</i>	2

10	Генетична характеристика культурних рослин родини Rutaceae	2
11	Генетична характеристика тропічних культурних плодових рослин	2
12	Генетична характеристика культивованих в Україні важливих культурних рослин	3

3.3. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

3.4. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

3.5. Теми індивідуальних завдань

Індивідуальні завдання не передбачені.

3.6. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми	
1	Розвиток уявлень про походження основних груп культурних рослин.	
2	Селекція на стійкість до стресових факторів	
3	Селекція кількісних ознак у плодових рослин	
4	Використання маркер-опосередкованої селекції (MAS)	
5	Методи генетичної модифікації деревних рослин	
6	Використання інтрогресивної гібридизації для перенесення корисних ознак від диких родичів культурних рослин	
7	Використання поліплоїдизації у селекції культурних рослин.	
8	Переваги апоміксису та їх застосування у селекції	
9	Застосування сучасних методів селекції та біотехнологічних підходів для представників	родини Cucurbitaceae
10		родини Poaceae
11		родини Solanaceae
12		родини Asteraceae
13		родини Rosaceae
14		родини Chenopodiaceae
15		родини Brassicaceae
16		родини Fabaceae
17		родини Rutaceae
18		родини Malvaceae
19		родини Umbeliferae
20		тропічних культурних плодових
21		найважливіших культивованих в Україні культурних рослин

4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Форми організації навчання: лекція, практичне заняття, індивідуальне навчальне заняття, консультація.

Методи навчання: словесні (розповідь, пояснення, лекція), наочні (демонстрація, ілюстрація, спостереження), практичні (вирішення проблемних задач), робота у групах.

5. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

5.1. Критерії підсумкового оцінювання

- 40 балів** – вичерпна відповідь на всі теоретичні питання, правильний розв'язок запропонованої задачі та тестових завдань;
- 30 балів** – допущення окремих неточностей та наявність незначних помилок у відповідях;
- 20 балів** – відповідь неповна, наявність суттєвих помилок при розв'язанні задачі і тестових завдань;
- 10 балів** – надання окремих правильних положень з теоретичних питань, допущення грубих помилок при розв'язанні запропонованих задачі і тестів.
- 0 балів** – відсутність будь-яких правильних відповідей на запропоновані теоретичні і практичні завдання.

5.2. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерії оцінювання усної відповіді

- 4 бали** – вичерпна відповідь на питання, повне володіння матеріалом,
- 3 бали** – у відповіді допущені деякі помилки, що не стосуються основної суті питання,
- 2 бали** – наявність у відповіді грубих помилок, що стосуються основоположних питань матеріалу,
- 1 бал** – наявність у відповіді лише окремих правильних тверджень,
- 0 балів** – неправильна відповідь або відсутність відповіді.

Критерії оцінювання тестових завдань

- 4 бали** – правильний розв'язок тестового завдання,
- 3 бали** – наявність третини неправильних відповідей (правильні та неповні відповіді),
- 2 бали** – наявність половини правильних відповідей,
- 1 бал** – переважання неправильних відповідей,
- 0 балів** – завдання розв'язано неправильно.

Критерії оцінювання модульних контрольних робіт

Проміжний модульний контроль включає відповідь на два теоретичних питання, та розв'язок 10 тестових завдань. Максимальна кількість балів за кожне із завдань – 5 балів. У разі допущення помилок чи надання неповної відповіді оцінка знижується на 1 бал відповідно до допущеного ступеня неточності.

Перелік питань для самооцінювання та контролю

1. Назвіть та коротко охарактеризуйте основні групи культурних рослин за корисними властивостями.
2. Розкрийте основні положення теорії Н.І. Вавилова про центри походження культурних рослин.
3. Назвіть та дайте загальну характеристику центрам походження культурних рослин.
4. Селекція як наука. Основні розділи, методи та напрямки селекції. Проблема вихідного матеріалу.
5. Яке значення мають дикі види у селекції? Які проблеми виникають при створенні віддалених гібридів?
6. Яке значення для селекції має мінливість рослин? Розкрийте суть закону гомологічних рядів у спадковій мінливості.
7. Що Ви знаєте про штучний мутагенез та його застосування у селекції рослин?
8. Що таке моногенні та полігенні ознаки? Як успадковуються кількісні ознаки?
9. Вплив середовища на прояв корисних ознак. Районування сортів культурних рослин.
10. Охарактеризуйте інбридинг, його генетичні наслідки та значення для селекції рослин.
11. Охарактеризуйте аутбридинг, його генетичні наслідки та значення для селекції рослин.

12. Що таке гетерозис, для чого він застосовується? Що Ви знаєте про генетичні та молекулярно-біохімічні механізми гетерозису?
13. Системи та методи штучного добору у селекції рослин. Їх переваги та недоліки.
14. Як методи молекулярної біології застосовуються у сучасній селекції рослин?
15. Явище міжвидової або віддаленої гібридизації. Поширеність у рослин. Значення для селекції.
16. Розкрийте уявлення про гомологічні та гомеологічні хромосоми. Як можна визначити спорідненість двох видів на хромосомному рівні?
17. Охарактеризуйте зовнішні бар'єри репродуктивної ізоляції.
18. Охарактеризуйте внутрішні бар'єри репродуктивної ізоляції.
19. Генні, хромосомні та геномні причини несумісності рослин при гібридизації.
20. Методи подолання бар'єрів репродуктивної ізоляції.
21. Явище поліплоїдії. Її поширеність та значення для еволюції та селекції рослин.
22. Типи поліплоїдії та критерії плоідності.
23. Методи поєднання генетичного матеріалу різних видів.
24. Характеристика явища апоміксису. Його розповсюдження у рослин.
25. Механізм та форми агамоспермії.
26. Зв'язок між явищами апоміксису та поліплоїдії.
27. Значення апоміксису для селекції рослин.
28. Молекулярні маркери на основі ампліфікації мікросателітних послідовностей та їх використання у селекції культурних рослин.
29. RAPD і AFLP - молекулярні маркери, та їх використання для селекції та генетичної паспортизації сортів культурних рослин.
30. MAS - маркер-асоційована селекція культурних рослин.
31. QTL (quantitative trait loci) - локуси кількісних ознак, їх ідентифікація та використання у селекції.
32. Використання маркерів на основі хлоропластної та ядерної ДНК для селекції та генетичної паспортизації сортів культурних рослин.
33. Використання технологій NGS секвенування для пошуку молекулярних маркерів.
34. Дикі та культурні види картоплі: видовий склад особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
35. Історія культури картоплі – *Solanum tuberosum*, господарське значення, основні напрямки та методи селекції. Міжвидова гібридизація та селекція картоплі. Біотехнологічні підходи у селекції картоплі.
36. Дикі та культурні види томату: видовий склад особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
37. Історія культури томату – *Solanum lycopersicum*, господарське значення, основні напрямки та методи селекції. Селекція томату. Біотехнологічні підходи у селекції томату.
38. Овочеві культури роду *Solanum* (баклажан, томаріло, пепіно) та роду *Paprica*: видовий склад, географічне походження, цитогенетичні особливості та господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
39. Охарактеризуйте рід *Nicotiana*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
40. Охарактеризуйте рід *Helianthus* (соняшник, топінамбур): видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
41. Кукурудза - *Zea mays*: генетичний поліморфізм, походження та дикі родичі, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
42. Охарактеризуйте рід *Triticum*, видовий склад, походження, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
43. Поясніть, яке значення мала поліплоїдія у походженні культурної пшениці.

44. Жито – *Secale cereale*: походження та дикі родичі, господарське значення, основні напрямки та методи селекції. Гібриди жита з пшеницею
45. Ячмінь – *Hordeum vulgare*: походження та дикі родичі, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
46. Овес – *Avena sativa*: походження та дикі родичі, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
47. Рис посівний - *Oryza sativa*: походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, дикі родичі, основні напрямки та методи селекції.
48. Цукрова тростина – *Saccharum officinarum*: походження та дикі родичі, міжвидова гібридизація, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
49. Культурні представники родини Poaceae. Просо, сорго, кормові трави: походження, генетичний поліморфізм та господарське значення.
50. Дайте загальну та генетичну характеристику представників родини Brassicaceae.
51. Охарактеризуйте рід *Brassica*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
52. Охарактеризуйте рід *Raphanus*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
53. Генетичне різноманіття та особливості походження *Brassica oleraceae*.
54. Розкрити суть генетичної моделі «трикутник Brassica».
55. Особливості походження та генетична характеристика китайських видів капусти.
56. Генетична характеристика та походження *Raphanobrassica*.
57. Дайте загальну та генетичну характеристику представників родини Fabaceae.
58. Охарактеризуйте рід *Pisum*: видовий склад, особливості походження, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
59. Охарактеризуйте рід *Glycine*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
60. Охарактеризуйте рід *Malus*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
61. Охарактеризуйте роди *Pyrus*, *Cydonia*, *Chenomeles*, *Mespilus*, *Sorbus*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
62. Походження базового хромосомного числа у представників триби Maleae.
63. Охарактеризуйте рід *Prunus*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
64. Опишіть основні гіпотези походження культурної сливи – *P. domestica*.
65. Опишіть походження, поліморфізм та селекцію суниці садової – *F. × ananassa*
66. Охарактеризуйте рід *Fragaria*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
67. Охарактеризуйте роди *Rubus*, *Rosa*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, специфічні системи розмноження, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
68. Охарактеризуйте роди *Cucumis*, *Citrulus*, *Lagenaria* та *Luffa*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
69. Охарактеризуйте рід *Cucurbita*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
70. Цитрусові
71. Охарактеризуйте рід *Citrus*: видовий склад, географічне походження та господарське значення, основні напрямки та методи селекції. Апоміксис у цитрусових.
72. Морква посівна - *Daucus carota*: особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
73. Охарактеризуйте рід *Fagopyrum*: видовий склад, генетичний поліморфізм. Особливості

походження, господарське значення, основні напрямки та методи селекції гречки посівної - *Fagopyrum esculentum*.

74. Охарактеризуйте рід *Vitis*: видовий склад, особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції.
75. Буряк цукровий - *Beta vulgaris*: особливості походження, генетичний поліморфізм, господарське значення, основні напрямки та методи селекції

5.3. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

5.4. Засоби оцінювання

- стандартизовані тести;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- контрольні роботи;
- розв'язування ситуативних задач.

6. Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі усного опитування, тестового контролю, письмового опитування з використанням елементів порівняльного аналізу, перевірки виконання практичних робіт.

Підсумковий контроль (залік) проводиться у письмовій формі, яка охоплює відповідь на теоретичні питання і розв'язок практичного та тестових завдань.

Зарахування результатів неформальної освіти

Зарахування результатів неформальної освіти проводиться згідно «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти у системі формальної освіти)» <https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

Політика курсу

Впродовж семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою застосовують письмові роботи та тестовий контроль. При виконанні різних форм робіт студенти повинні дотримуватися принципів академічної доброчесності.

Питання плагіату та академічної доброчесності регламентуються ЗУ «Про вищу освіту» та локально-правовими актами ЗВО: Правила академічної доброчесності у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/lnojdab4/pravylyla-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>

Положення про виявлення та запобігання плагиату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwgb/polozhennia-chnu-pro-plahiat-2023plusdodatky-31102023.pdf>

та Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

7. Рекомендована література

7.1. Фахова (основна)

1. Ніколайчук, В. І., & Вакерич, М. М. (2013). Генетика: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Ужгород: Вид-во Гражда., 504 с.
2. Меженський В. М., Меженська Л. О. (2023). Генетичні ресурси нетрадиційних плодових та декоративних культур. Київ: Ліра., 694 с.
3. Мельничук, М. Д., Новак, Т. В., & Кунах, В. А. (2003). Біотехнологія рослин. К.: Поліграфконсалтинг, 520 с.
4. Сиволап, Ю. М. (2008). Геном рослин і «Молекулярна селекція». Селекція і насінництво, (96), 34-42.
5. Чугункова, Т. В., Дубровна, О. В., & Лялько, І. І. (2006). Генетичні і цитогенетичні основи гетерозису у рослин. К.: Логос, 100-103.
6. Acquaah, G. (2009). Principles of plant genetics and breeding. John Wiley & Sons.
7. Huang, X., Huang, S., Han, B., & Li, J. (2022). The integrated genomics of crop domestication and breeding. Cell, 185(15), 2828-2839.
8. Kang, M. S. (Ed.). (2020). Quantitative genetics, genomics and plant breeding. CABI.
9. Kumar, K., Gambhir, G., Dass, A., Tripathi, A. K., Singh, A., Jha, A. K., ... & Rakshit, S. (2020). Genetically modified crops: current status and future prospects. Planta, 251(4), 91.

7.2. Допоміжна

1. Дубровна, О. В., Моргун, Б. В., & Бавол, А. В. (2014). Біотехнології пшениці: клітинна селекція та генетична інженерія. К.: Логос., 375 с.
2. Рибалка, О. І., Моргун, В. В., & Моргун, Б. В. (2020). Кольорове зерно пшениці і ячменю – нова стратегія селекції зернових культур із високою біологічною цінністю зерна. Фізіологія рослин і генетика, 52(2), 95-127.
3. Bala, M., Rehana, S., & Singh, M. P. (2023). Self-incompatibility: a targeted, unexplored pre-fertilization barrier in flower crops of Asteraceae. Journal of Plant Research, 136(5), 587-612.
4. Biswas, M. K., Patil, A., & Sunkad, G. (2023). Enhancing legume cultivars through agronomy, breeding, and genetics. Agronomy, 13(4), 1035.
5. Blume, R. Y., Kalendar, R., Guo, L., Cahoon, E. B., & Blume, Y. B. (2023). Overcoming genetic paucity of *Camelina sativa*: possibilities for interspecific hybridization conditioned by the genus evolution pathway. Frontiers in Plant Science, 14, 1259431.
6. Bohra, A., Kilian, B., Sivasankar, S., Caccamo, M., Mba, C., McCouch, S. R., & Varshney, R. K. (2022). Reap the crop wild relatives for breeding future crops. Trends in Biotechnology, 40(4), 412-431.
7. Campos, H., & Ortiz, O. (2020). The potato crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind. Springer Nature, 518 p.
8. Fahad, S., Sonmez, O., Saud, S., Wang, D., Wu, C., Adnan, M., & Turan, V. (Eds.). (2021). Developing climate-resilient crops: improving global food security and safety. CRC Press.
9. Ivanovych, Y., & Volkov, R. (2018). Genetic relatedness of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars from Ukraine determined by microsatellite markers. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 93(1), 64-72.
10. Karellov, A., Kozub, N., Sozinova, O., Pirko, Y., Sozinov, I., Yemets, A., & Blume, Y. (2022). Wheat genes associated with different types of resistance against stem rust (*Puccinia graminis* Pers.). Pathogens, 11(10), 1157.
11. Kim, C., Guo, H., Kong, W., Chandnani, R., Shuang, L. S., & Paterson, A. H. (2016). Application of genotyping by sequencing technology to a variety of crop breeding programs. Plant Science, 242, 14-22.
12. Kozub, N., Pascual, L., Sobko, T., Chebotar, S., & Metakovsky, E. (2024). Genotypes of common wheat cultivars bred in south Ukraine can be easily distinguished from any other wheat genotypes. Journal of Cereal Science, 103916.

13. Lyzenga, W. J., Pozniak, C. J., & Kagale, S. (2021). Advanced domestication: harnessing the precision of gene editing in crop breeding. *Plant Biotechnology Journal*, 19(4), 660-670.
14. Mahlandt, A., Singh, D. K., & Mercier, R. (2023). Engineering apomixis in crops. *Theoretical and Applied Genetics*, 136(6), 131.
15. Maxted, N., & Vincent, H. (2021). Review of congruence between global crop wild relative hotspots and centres of crop origin/diversity. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 68, 1283-1297.
16. Mezhenyskyj, V. M. (2018). Collecting sorboid plants for their horticultural merit and use in breeding work in Ukraine. In *III International Symposium on Horticultural Crop Wild Relatives 1259* (pp. 25-30).
17. Partap, M., Verma, V., Thakur, M., & Bhargava, B. (2023). Designing of future ornamental crops: a biotechnological driven perspective. *Horticulture Research*, uhad192.
18. Touchell, D. H., Palmer, I. E., & Ranney, T. G. (2020). In vitro ploidy manipulation for crop improvement. *Frontiers in Plant Science*, 11, 517580.
19. Tynkevich, Y. O., Shelyfist, A. Y., Kozub, L. V., Hemleben, V., Panchuk, I. I., & Volkov, R. A. (2022). 5S ribosomal DNA of genus *Solanum*: molecular organization, evolution, and taxonomy. *Frontiers in Plant Science*, 13, 852406.
20. Volkov, R. A., Komarova, N. Y., & Hemleben, V. (2007). Ribosomal DNA in plant hybrids: inheritance, rearrangement, expression. *Systematics and Biodiversity*, 5(3), 261-276.
21. Zhang, D., Li, Y. Y., Zhao, X., Zhang, C., Liu, D. K., Lan, S., ... & Liu, Z. J. (2023). Molecular insights into self-incompatibility systems: From evolution to breeding. *Plant Communications*.

8. Інформаційні ресурси

1. <https://www.cabi.org/>
2. <https://goat.genomehubs.org/>
3. <https://powo.science.kew.org/>

Додатково

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота; модульні контрольні роботи)																					Кількість балів (екзамена-ційна робота)	Сумар на к-ть балів
Змістовий модуль 1							Змістовий модуль 2															
Теми																						
1	2	3	4	5	6	M1	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	M2	40	100
3	3	2	2	3	2	15	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	15		

T1, T2... T16 – теми змістових модулів.