

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ
ТВАРИНИЦТВА, СТАНДАРТИЗАЦІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЇ

«ПОГОДЖЕНО»

Декан факультету ТВІПТСБ

Михайло Гиль

« 28 » 08 2025 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

Дмитро Бабенко

« 09 » 09 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
БІОІНЖЕНЕРІЯ

освітньо-професійна програма
«Біотехнології та біоінженерія»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня 3-го року
очної (денної) форми навчання
на 2025-2026 навчальний рік

Освітній ступінь – Бакалавр

Галузь знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Мова викладання – українська

Миколаїв
2025

Програма відповідає вимогам Освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти «Біотехнології та біоінженерія», затвердженою Вченою радою Миколаївського національного аграрного університету 12.03.2024 р. (протокол № 8), чинної згідно наказу по університету №33-О від 19.03.2024 р.

Розробник програми: д-р тех. наук, професор **Стабніков В.П.**, Миколаївський національний аграрний університет.

Програма розглянута на засіданні кафедри біотехнології та біоінженерії факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету.

Протокол № 13 від 23.06.2025 року.

В.о. завідувачки кафедри
канд. с.-г. наук, доцентка

Олена КАРАТЄЄВА

Схвалено науково-методичною комісією факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології МНАУ протокол № 10 від 24.06.2025 року.

Голова науково-методичної комісії,
канд. с.-г. наук, доцентка

Галина КАЛИНИЧЕНКО

Гарант освітньої програми
канд. с.-г. наук, доцент

Олександр КРАМАРЕНКО

1. АНОТАЦІЯ

Актуальність дисципліни «Біоінженерія» полягає в ознайомленні з головними напрямками досліджень та методиками клітинної та генетичної інженерії. Вивчення даної дисципліни необхідне для широкого застосування студентами біоінженерних знань та методик у майбутній професійній діяльності.

Навчальна дисципліна, належачи до професійної та практичної підготовки, забезпечить майбутнім спеціалістам можливість орієнтуватися у все зростаючому потоці науково-технічної інформації та правильно застосовувати генноінженерні технології.

«Біоінженерія» є однією з найважливіших у системі підготовки фахівців з біотехнології. Окрім цього, для успішного опанування даної дисципліни студентам необхідно мати навички роботи в мережі Internet, досвід роботи на персональному комп'ютері з пошуковими програмами Google та PubMed для отримання сучасних науково-технічних даних з певних питань у іншомовних наукових джерелах.

ANNOTATION

The relevance of the discipline "Bioengineering" is that it introduces students to the main research areas and methods of cell and genetic engineering. Studying this discipline is necessary for students to widely apply bioengineering knowledge and methods in their future professional activities.

As part of their professional and practical training, this course will enable future specialists to navigate the ever-growing flow of scientific and technical information and correctly apply genetic engineering technologies.

"Bioengineering" is one of the most important courses in the training system for biotechnology specialists. In addition, to successfully master this discipline, students need to have Internet skills, experience working on a personal computer with search programs like Google and PubMed to obtain modern scientific and technical data on specific issues from foreign scientific sources.

2. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Біоінженерія

Галузь знань: **16 Хімічна інженерія та біоінженерія**

Освітня спеціальність: **162 Біотехнології та біоінженерія**

Освітній ступінь: **Бакалавр**

Кваліфікація: **Бакалавр з біотехнологій та біоінженерії**

Обов'язкова (вибіркова) компонента **Обов'язкова**

Семестр – 6, 7

Кількість кредитів ECTS – 9,0

Кількість модулів – 5

Загальна кількість годин – 270

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:

Семестр – 6

Кількість кредитів ECTS – 5,0

лекції – 34

практичні заняття – 18

лабораторні заняття – 34

самостійна робота – 64

Форми підсумкового контрольного заходу – залік

Семестр – 7

Кількість кредитів ECTS – 4,0

лекції – 30

практичні заняття – 30

лабораторні заняття – 30

самостійна робота – 30

Форми підсумкового контрольного заходу – іспит

3. МЕТА, ЗАВДАННЯ, ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Біоінженерія» входить до обов'язкові компоненти освітньої програми циклу професійної та практичної підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» за освітньо-професійною програмою «Біотехнології та біоінженерія».

Мета дисципліни: є ознайомлення студентів із принципами використання біологічних знань у виробництві практично цінних продуктів і набуті розуміння про сучасні біотехнологічні процеси, які базуються на генетичній і клітинній інженерії.

Завдання дисципліни – формування теоретичних знань про методи клонування фрагментів ДНК, особливості будови векторів на основі прокаріот та еукаріот, створення бібліотек геномів, рестрикційних карт, одержання лікарських препаратів, одержання трансгенних рослин і тварин. В результаті вивчення дисципліни бакалавр повинен вміти на основі новітніх досягнень, використовуючи методичні рекомендації, планувати та обирати оптимальні умови для отримання рекомбінантних ДНК та трансформації генетичного матеріалу.

Предметом дисципліни: теоретичні знання, практичні навички та методи біоінженерії на рівні прокаріотичних та еукаріотичних клітин, а також багатоклітинних організмів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти повинні засвоїти наступні *компетентності*:

Інтегральні компетентності: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.

Загальні компетентності:

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

K05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

K06. Навички здійснення безпечної діяльності;

Спеціальні (фахові) компетентності:

K11. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми;

K13. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти);

K14. Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів;

K19. Здатність складати технологічні схеми виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення;

K24. Здатність дотримуватися вимог біобезпеки, біозахисту та біоетики.

Програмні результати навчання:

ПР07. Вміти застосовувати знання складу та структури клітин різних

біологічних агентів для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології;

ПР09. Вміти складати базові поживні середовища для вирощування різних біологічних агентів. Оцінювати особливості росту біологічних агентів на середовищах різного складу;

ПР11. Вміти здійснювати базові генетичні та цитологічні дослідження з вдосконалення і підвищення біосинтетичної здатності біологічних агентів з урахуванням принципів біобезпеки, біозахисту та біоетики (індукований мутагенез з використанням фізичних і хімічних мутагенних факторів, відбір та накопичення ауксотрофних мутантів, перенесення генетичної інформації тощо);

ПР12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення;

ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу;

ПР15. Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності;

ПР16. Базуючись на знаннях, одержаних під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання.

Додаткові програмні результати:

ПР24. Вміти розробляти та застосовувати на практиці нові технології, що дозволяють підвищити ефективність рослинництва: регулятори росту рослин, мікробіологічні засоби захисту рослин від хвороб і шкідників, бактеріальні добрива;

ПР25. Вміти розробляти та застосовувати на практиці нові технології, що дозволяють підвищити ефективність тваринництва: техніку трансплантації і мікрomanipуляцій на ембріонах домашніх тварин, отримання кормових засобів (білок, амінокислоти, вітаміни) мікробіологічним синтезом;

ПР26. Вміти розробляти та застосовувати на практиці нові технології переробки сільськогосподарських, промислових і побутових відходів, забезпечувати екологізацію біотехнологічних процесів та виробництв.

4. МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ У СТРУКТУРІ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН

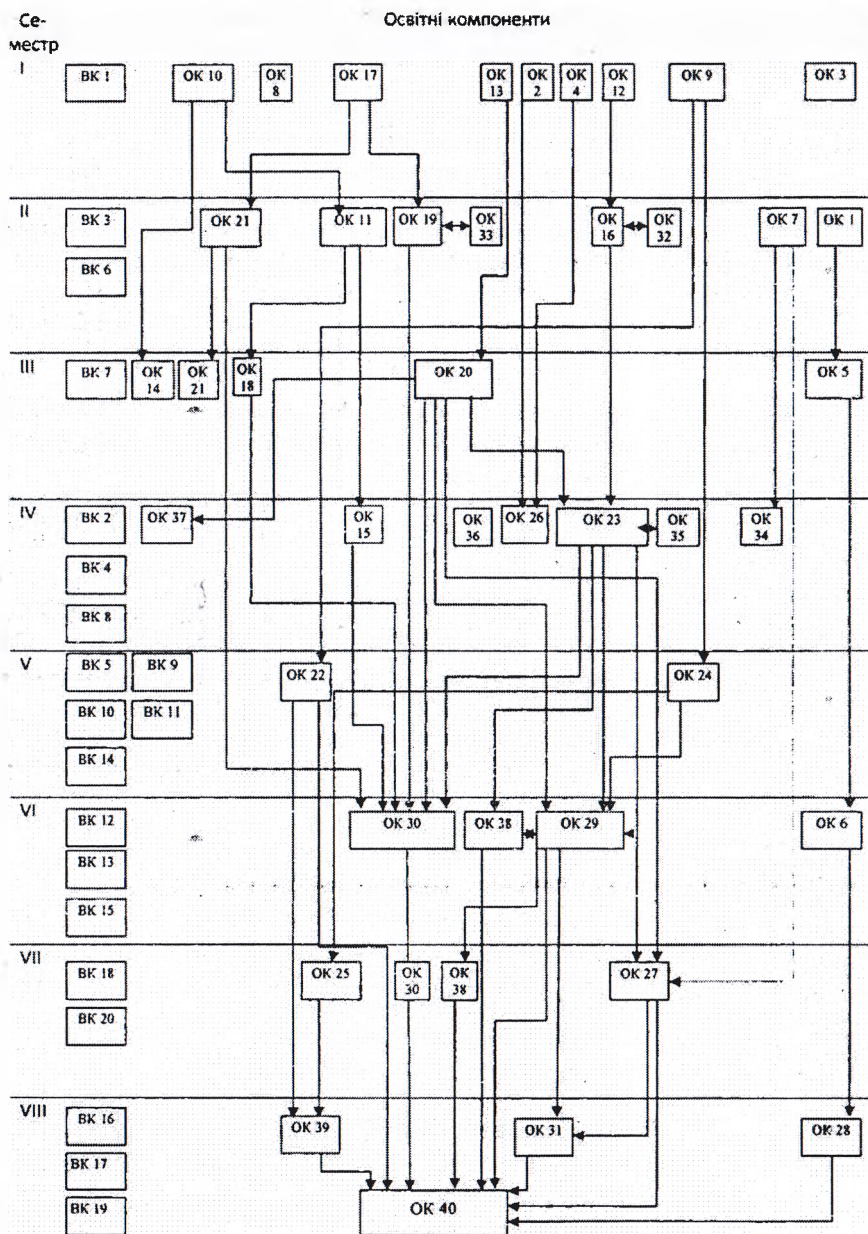
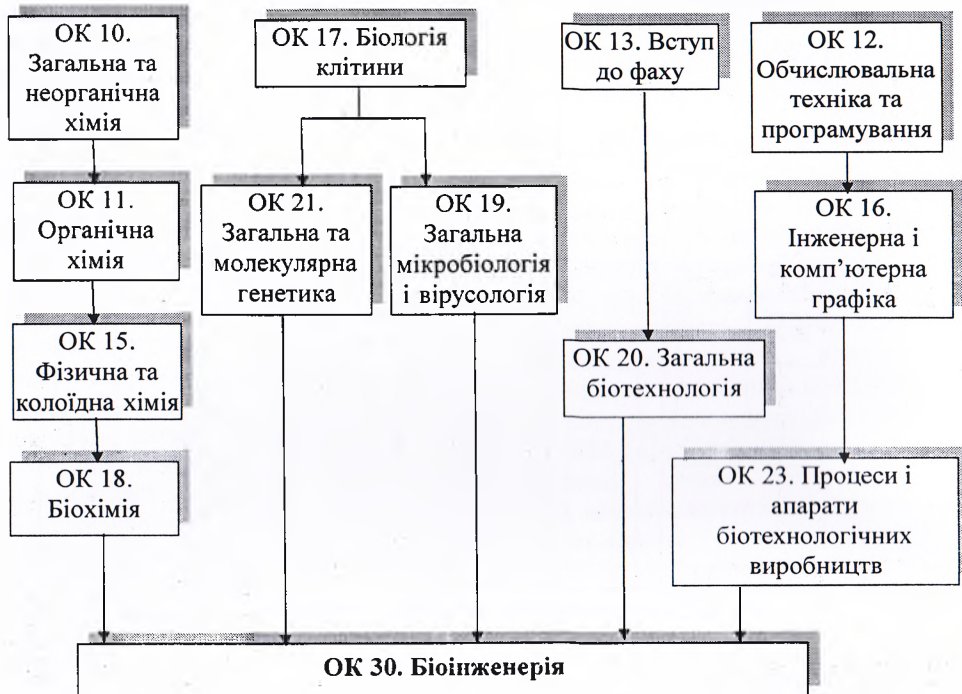


Рис. 1. Структурно-логічна схема

5. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ



6. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістовного модуля	Назва теми	Обсяги годин				
		ЛК	ЛЗ	ПР	СР	Разом
6 семестр						
Змістовий модуль 1. Інструментальна біоінженерія	Лекція 1. Вступ в дисципліну. Предмет і основні завдання біоінженерії. Загальні відомості щодо сучасної біоінженерії та передумови її виникнення.	2	2		4	8
	Лекція 2. Об'єкти біоінженерії. Методи і технології біоінженерії. Основні гілки біоінженерії та біоінженерних досліджень.	2	4	2	4	12
	Лекція 3. Біотехнології одержання L-амінокислот.	2	2	2	4	10
	Лекція 4. Біотехнологія виробництва антибіотиків.	2	2	2	4	10
	Лекція 5. Біотехнологія виробництва	2	2	2	4	10

	гормонів.					
	Лекція 6. Біотехнологія виробництва інтерферонів.	2	2		4	8
	Лекція 7. Біотехнологія одержання моноклональних антитіл (антитіл одного епітопу).	2		2	4	8
	Лекція 8. ДНК-вакцини.	2		2		4
	Лекція 9. Біоінженерія промислових мікроорганізмів.	2	2		4	8
Разом за змістовим модулем 1		18	16	12	32	78
Змістовий модуль 2. Практичне використання біоінженерії	Лекція 10. Застосування іммобілізованих ферментів у біотехнології.	2		2	4	8
	Лекція 11. Біотехнологія одержання ферментів.	2	4	2	4	12
	Лекція 12. Генодіагностика та генотерапія людини.	2	2		4	8
	Лекція 13. Біосенсиори.	2	2		4	8
	Лекція 14. Генетична інженерія тварин.	2	2	2	4	10
	Лекція 15. Геномна інженерія.	2	2		4	8
	Лекція 16. Клітинна інженерія.	2	2		4	8
	Лекція 17. ДНК-технології.	2	4		4	10
Разом за змістовим модулем 2		16	18	6	32	72
Разом за 6 семестр		34	34	18	64	150
7 семестр						
Змістовий модуль 1. Прикладна біоінженерія	Лекція 1. Біоінженерія як самостійний науковий напрям. Молекулярно-генетичні та фізіологічні основи біоінженерії.	2	6	2	4	14
	Лекція 2. Біотехнологія у галузі рослинництва.	2	2	4	3	11
	Лекція 3. Біотехнологія у галузі тваринництва.	2	2	2	4	10
	Лекція 4. Біотехнологія у галузі медицини.	2		4	2	8
	Лекція 5. Біоінженерія у промисловій біотехнології.	2	2	2	3	9
	Лекція 6. Біоінженерія в екології.	2	2		2	6
Разом за змістовим модулем 1		12	14	14	18	58
Змістовий модуль 2. Сучасні напрями створення, змінення живих організмів	Лекція 7. Інженерна ензимологія. Біосенсорика.	2	2			4
	Лекція 8. Білкова інженерія. Абзими.	2	2	4	3	11
	Лекція 9. Гібридоми. Роль ядра в	2	2		3	7

та отримання, використання їх компонентів	спадковості. Трансплантація ядер.					
	Лекція 10. Проблеми клонування людини.	2	2			4
	Лекція 11. Генна та генетична інженерія. Методичні особливості генетичної інженерії. Трансгенні тварини.	2	4	2		8
	Лекція 12. Генетично модифіковані організми (ГМО) і генетично модифіковані харчові продукти. Ставлення до них в США і Європі. Ситуація в Україні у зв'язку з комерційним та неправомірним поширенням біотехнологічних (генетично модифікованих) організмів.	2	4	4	2	12
	Лекція 13. Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики.	2		4		6
	Лекція 14. Синтетична біологія як новітнє відгалуження біоінженерії.	2			2	4
	Лекція 15. Питання біоетики. Біобезпека генетично-інженерної діяльності. Законодавчі аспекти.	2		2	2	6
Разом за змістовим модулем 2		18	16	16	12	62
Разом за 7 семестр		30	30	30	30	120
Всього годин по навчальній дисципліні		64	64	48	94	270

7. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

7.1. Загальний розподіл годин і кредитів

Назва змістовного модуля	Кількість годин і кредитів		
	год.	кредитів	%
6 семестр			
Інструментальна біоінженерія	78	2,6	28,9
Практичне використання біоінженерії	72	2,4	26,7
7 семестр			
Прикладна біоінженерія	58	1,93	21,5
Сучасні напрями створення, змінення живих організмів та отримання, використання їх компонентів	62	2,07	22,9
Всього	270	9,0	100,0

7.2. Склад, обсяг і терміни виконання змістовних модулів

Назва змістовного модуля	Кількість годин	Термін виконання
6 семестр		
Інструментальна біоінженерія	78	Відповідно до семестрового навчального плану та графіку навчального процесу
Практичне використання біоінженерії	72	
7 семестр		
Прикладна біоінженерія	58	
Сучасні напрями створення, змінення живих організмів та отримання, використання їх компонентів	62	
Всього	270	×

7.3. Перелік та короткий зміст лекцій

6 семестр

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Інструментальна біоінженерія

Лекція 1. Вступ в дисципліну. Предмет і основні завдання біоінженерії. Загальні відомості щодо сучасної біоінженерії та передумови її виникнення.

Предмет біоінженерії. Біоінженерія як одна із складових сталого розвитку. Історія біоінженерії як науки. Основні поняття та принципи біоінженерії. Основні напрями сучасної біоінженерії. Формування біоінженерії, як гілки загальної біотехнології, та її зав'язків із загальною і молекулярною генетикою, селекцією, біохімією, молекулярною біологією, фармакологією, харчовою промисловістю, сільським господарством, технологіями збереження довкілля. Поняття про ноосферу.

Key words: Genetic engineering, Recombinant DNA, transgenic organism, enzymes of genetic engineering, Restriction card.

2 год.

Лекція 2. Об'єкти біоінженерії. Методи і технології біоінженерії. Основні гілки біоінженерії та біоінженерних досліджень.

Субклітинні структури як об'єкти біоінженерії: білки, нуклеїнові кислоти. Загальна характеристика мікроорганізмів-продуцентів біотехнологічних виробництв. Культури клітин як об'єкти біоінженерії. Використання багатоклітинних організмів у біоінженерії. Методи генної інженерії: технологія рекомбінантних ДНК, клонування генів, ПЛР: Методи клітинної інженерії: гібридизація соматичних клітин, метод культури клітин, клонування. Методи білкової інженерії: раціональний дизайн і спрямована еволюція білків, молекулярний імпринтинг. Класичні методи селекції рослинних, тваринних і мікроорганізмів: індукований мутагенез, гетерозис, гібридизація, добір.

Key words: election of microorganisms. Industrial strains. Selection of antibiotic producers.

2 год.

Лекція 3. Біотехнології одержання L-амінокислот.

Методи одержання L-амінокислот. Біотехнологія виробництва L-метіоніну, L-триптофану, L-лізину, L-треоніну, L-аспарагінової кислоти, L-глутамінової

кислоти.

Key words: Non-traditional sources of protein, feed biomass. Production of enzyme preparations. 2 год.

Лекція 4. Біотехнологія виробництва антибіотиків.

Виробництво β-лактамних антибіотиків. Модифікація β-лактамних антибіотиків. Одержання 6-амінопеніциланової кислоти (6-АПК). Одержання 7-λ-аміноцефалоспоринової кислоти (7-АЦК). Створення нової біотехнології виробництва і застосування антибіотиків.

Key words: Medical biotechnology. General information about antibiotics. Selection of antibiotics. Production of vaccines. Production of enzymes. Production of diagnostic drugs. Hormone production. Interferon production. Production of immunomodulators. 2 год.

Лекція 5. Біотехнологія виробництва гормонів.

Шляхи отримання гормонів. Отримання інсуліну. Нові технології одержання інсуліну. Отримання соматотропіну. Використання генно-інженерного соматотропіну. 2 год.

Key words: Hormone, Insulin, Technology, Somatotropin. 2 год.

Лекція 6. Біотехнологія виробництва інтерферонів.

Класи і типи інтерферонів. Традиційні шляхи отримання інтерферонів. Генно-інженерний метод отримання інтерферонів. Одержання вдосконалених інтерферонів. Використання екзогенного інтерферону.

Key words: Interferon, Polypeptide chain, Antiviral immunity, Prophylaxis. 2 год.

Лекція 7. Біотехнологія одержання моноклональних антитіл (антитіл одного епітопу).

Традиційний спосіб одержання антитіл. Моноклональні антитіла і гібридомні технології. Застосування моноклональних антитіл.

Key words: Antibodies, Antigen, Lymphoid cells, Polysaccharides, Lymphocyte, Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). 2 год.

Лекція 8. ДНК-вакцини.

Основні принципи біотехнологічних процесів отримання вакцин та контроль їх якості. Технологія одержання вакцин за допомогою бактерій. Комбіновані вакцини та особливості їх одержання. Структура, вибір генів, методи і шляхи введення. Модуляція імунної відповіді. Підвищення імуногенності ДНК-вакцин.

Key words: Combined vaccines, Bacteria, Genetic engineering construct, DNA plasmid, Foreign protein, Cellular immunity. 2 год.

Лекція 9. Біоінженерія промислових мікроорганізмів.

Біоінженерія мікроорганізмів – продуцентів білків, амінокислот, ферментів. Промисловий синтез біологічно активних сполук: вітамінів, гормонів, інтерферонів, антибіотиків. Сучасні технології одержання рекомбінантних вакцин. Генні вакцини.

Key words: Microorganisms, Vitamins, uHormones, Interferons, Antibiotics, Industrial strains, Mutagens, Metabolite transport, Nutrient medium, Inoculum. 2 год.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Практичне використання біоінженерії

Лекція 10. Застосування іммобілізованих ферментів у біотехнології.

Інженерна ензимологія. Іммобілізація біологічно активних речовин та клітин. Іммобілізація ферментів. Носії для іммобілізації ферментів. Органічні полімерні носії. Носії неорганічної природи. Місткість, модифікація, вимоги до носіїв. Методи іммобілізації ферментів, фізико-хімічна характеристика, класифікація іммобілізованих ферментів.

Key words: Possibilities of using microorganisms. Immobilized drugs are used in various industries. Ecological aspect of the use of immobilized microorganisms. 2 год.

Лекція 11. Біотехнологія одержання ферментів.

Джерела ферментів. Методи культивування мікроорганізмів-продуцентів ферментів. Одержання товарних форм ферментних препаратів. Виділення ферментів. Очищення ферментних препаратів. Концентрування ферментів. Стандартизація, ідентифікація й індексація ферментних препаратів. Промислові ферментні препарати.

Key words: Medical biotechnology, enzyme preparations, antibiotics, probiotics. 2 год.

Лекція 12. Генодіагностика та генотерапія людини.

Біотехнології конструювання рекомбінантних ДНК, одержання фрагментів ДНК, плазмиди і віруси як донорні переносники генетичної інформації, конструювання рекомбінантної ДНК, клонування молекул рекомбінантної ДНК, експресію еукаріотичних генів у клітинах прокаріот, перспективи і проблеми біотехнології клонування генів.

Key words: Donor, Genetic information, Construction, Prokaryote, Cloning. 2 год.

Лекція 13. Біосенсори.

Біосенсори. Різновиди біосенсорів та їх застосування.

Key words: Biosensors, Enzyme, Antibody, Nanotubes, Graphene, Diagnostics, Monitoring. 2 год.

Лекція 14. Генетична інженерія тварин.

Генетична трансформація соматичних клітин тварин. Клонування тварин. Досягнення генетичної інженерії тварин.

Key words: Transgenesis, Retroviral and adenoviral vectors, Chromosome, Liposome, Animal cloning, Gene inactivation. 2 год.

Лекція 15. Геномна інженерія.

Способи здійснення геномної перебудови. Принципи геномного конструювання. Модифіковані гібриди одноклітинних і багатоклітинних організмів. Трансгеномні рослини.

Key words: Genome, Rearrangement, Modified hybrids, Unicellular, Multicellular, Organisms, Transgenomic plants. 2 год.

Лекція 16. Клітинна інженерія.

Гібридизація соматичних клітин. Трансплантація ядер. Біотехнології перенесення генів у соматичні клітини за допомогою метафазних хромосом. Біотехнології перенесення генів у еукаріотичні клітини за допомогою ДНК (ДНК

технологія).

Key words: Hybridization, Somatic cells, Nuclear transplantation, Gene transfer, Eukaryotic cells. 2 год.

Лекція 17. ДНК-технології.

Біотехнологія рекомбінантних ДНК та їх конструювання. Клонування та експресія генів у різних організмах. Використання генетичної інженерії.

Key words: DNA technology, Recombinant DNA, Construction, Cloning, Gene expression. 2 год.

7 семестр

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Прикладна біоінженерія

Лекція 1. Біоінженерія як самостійний науковий напрям. Молекулярно-генетичні та фізіологічні основи біоінженерії.

Історія розвитку, передумови появи, становлення біоінженерії як самостійної науки. Зв'язок генетичної інженерії з іншими науками. Основні напрямки сучасної біоінженерії. Новітні галузі промисловості, що створені на основі біоінженерії. Роль біоінженерії та біотехнології у прискоренні науково-технічного прогресу в галузях народного господарства. Шляхи інтенсифікації розвитку біоінженерії в Україні. Молекули спадковості. Генетична роль нуклеїнових кислот. Структура нуклеїнових кислот. Будова ДНК. Фізичні властивості ДНК: гіперхромний ефект, денатурація (плавлення), ренатурація, молекулярна гібридизація. РНК: транспортна, рибосомальна, матрична. Реплікація ДНК. Синтез білків в клітині. Транскрипція. Процес утворення іРНК у еукаріот. Генетичний код. Трансляція генетичного коду. Регуляція транскрипції РНК. Регуляція роботи генів у вищих організмів. Геном вірусів і прокаріот. Транспозонні елементи прокаріот. Позахромосомні генетичні елементи. Особливості геномів вищих організмів. Рухливі генетичні елементи.

Key words: Protein synthesis, Nucleic acid structure, Hyperchromic effect, Denaturation, Renaturation, Molecular hybridization, DNA replication, Viral genome, Prokaryote. 2 год.

Лекція 2. Біоінженерія у галузі рослинництва.

Культура експлантатів коренеплодів, бульбоплодів, паренхіми серцевини стебел, гаплоїдних калусних тканин, апікальних меристем, зародків, пиляків, зав'язей, плодів, коренів. Інокуляція тканинних експлантів. Метод кокультивації. Мікроклональне розмноження рослин. Культура апікальних меристем для одержання вільного від патогенів посадкового матеріалу. Індукція морфогенезу за допомогою фітогормонів. Стебловий органогенез в культурі калусної тканини. Індукція стеблового органогенезу і соматичного ембріогенезу в калусній культурі, отримання рослин-регенерантів. Ризогенез в умовах *in vitro*. Адаптація рослин-регенерантів до зовнішніх умов. Підвищення виходу рослин-регенерантів. Клітинна селекція рослин. Генетична варіабельність клітин в умовах *in vitro*, фактори виникнення. Перспективи використання соматоклональної мінливості: направлена селекція соматоклонів, індукований мутагенез *in vitro*, трансформація і перенесення окремих генів. Соматоклональна і гаметоклональна мінливість. Запилення і запліднення в пробірці. Культури пиляків і пилку. Культура

ізолюваних зародків. Використання ембріокультури для отримання віддалених гібридів. Технології створення генетичної різноманітності в пробірці. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових сортів сільськогосподарських культур. Експериментальна гаплоїдія. Андрогенез: отримання гаплоїдних рослин в культурі пиляків. Отримання гаплоїдів через елімінацію хромосом. Гіногенез: отримання гаплоїдів через культуру незапліднених сім'ябруньок і зав'язі. Проблеми регенерації гаплоїдних рослин. Дигаплоїдизація гаплоїдів. Практичне значення гаплоїдії. Культура протопластів та соматична гібридизація рослин. Перспективи генно-інженерних досліджень у рослинництві. Методи трансформації рослинних клітин (за допомогою агробактерій). Ін'єкція ДНК у клітини рослин (метод електропорації, упаковка ДНК в ліпосоми, метод біобалістики). Прикладні аспекти біоінженерії у рослинництві. Підвищення продуктивності рослин. Стійкість рослин до гербіцидів, фітопатогенів, комах, вірусів. Регуляція терміну дозрівання. Стійкість до грибкових, бактеріальних захворювань і нематод. Стійкість до абіотичних стресів. Чоловічостерильні форми рослин. Збалансований амінокислотний склад запасних білків. Зміна складу рослинного масла. Підвищення ефективності фотосинтезу, засвоєння азоту, тривалий термін зберігання. Метаболічна інженерія рослин. Одержання білків, актитіл, вакцин модифікованого складу з трансгенних рослин. Зміна складу накопичуваних вуглеводів, вторинних метаболітів, смакових і товарних властивостей у трансгенних рослин. Зміна кольору (пігментного складу) у декоративних рослин.

Key words: Biofertilizers, symbiotic and free nitrogen fixers, phosphatmobilizing microorganisms. Industrial production of feed additives. Biotechnological modification of plant feeds. Bacterial leavens. Premixes and probiotics in animal husbandry. Production of bacterial fertilizers.

2 год.

Лекція 3. Біоінженерія у галузі тваринництва.

Біотехнологічний контроль відтворення сільськогосподарських тварин. Ендокринний контроль відтворювальної функції у тварин. Регулювання статевого циклу у тварин. Клітинна біотехнологія у тваринництві. Трансплантація ембріонів. Запліднення яйцеклітин *in vitro*. Міжвидове пересадження ембріонів. Химерні тварини. Клонування тварин. Клонування методом трансплантації ядер. Трансплантація ембріонів. Запліднення яйцеклітин у пробірці. Генетична інженерія у тваринництві. Отримання трансгенних тварин. Трансгеноз, основні етапи. Одержання трансгенних тварин за допомогою ретровірусів. Мікроін'єкції ДНК в пронуклеуси зигот. Використання модифікованих ембріональних стовбурових клітин. Механізм злиття клітин. Високошвидка механічна ін'єкція ДНК в зародкові клітини. Використання ліпосом і рецепторопосередковане перенесення ДНК. Перенесення генів за допомогою штучних дріжджових хромосом. Переваги трансгенних тварин. Проекти зі створення трансгенних тварин з новими господарсько-корисними властивостями (збільшення швидкості росту і маси, підвищення надоїв і поліпшення якості продукції), стійких до захворювань, які продукують біологічно активні речовини.

Key words: Embryo transplantation, fertilization of eggs in vitro, chimeric animals, animal cloning, Regulation of the estrous/menstrual cycle, Gene transfer,

Germ cells, Oocyte fertilization.

2 год.

Лекція 4. Біоінженерія у галузі медицини.

Генетичні карти здоров'я. Генетичне діагностування. Методи ДНК-діагностики. Програми генної терапії. Генна терапія *ex vivo*. Генна терапія *in vivo*. Системи доставки генів, які використовуються в генній терапії. Вірусні системи доставки генів: ретровіруси, аденовіруси, вірус простого герпеса I типу (HSV). Невірусні системи доставки генів: доставка генів за допомогою ліпосом, штучна хромосома людини. Генна терапія на основі РНК-інтерференції і антисмислової мРНК. Активація попередника лікарського засобу. Лікарські засоби на основі олігонуклеотидів. Стівбурові клітини. Лікування радіаційного ураження. Соматична і генна терапія. Замісна і коригуюча терапія. Клонування ссавців методом ядерного трансферу, репрограмування клітин. Терапевтичне і репродуктивне клонування. Спрямована модифікація геному. Генотерапія спадкових і неспадкових захворювань. Вакцинація. Генна імунізація. Використання моноклональних антитіл в терапії злоякісних пухлин. Химерні антитіла, гуманізація антитіл. Проблеми генної терапії. Технологія створення штучних органів як шлях вирішення проблем трансплантації. Етичні та юридичні аспекти генної терапії і терапевтичного клонування.

Key words: Human Immunodeficiency, Virus, T-lymphocytes-helper cells, New Generation Vaccines.

2 год.

Лекція 5. Біоінженерія у промисловій біотехнології.

Отримання біологічно активних речовин рослинного походження. Культури клітин рослин і тварин як поновлювальні джерела фармакологічно цінних вторинних метаболітів. Виробництво моноклональних антитіл. Використання трансгенних рослин і тварин для синтезу фармацевтичних препаратів (антитіл, вакцин), полімерів та інших речовин.

Key words: Biotechnological production, essential amino acids, industrial microorganisms.

2 год.

Лекція 6. Біоінженерія в екології.

Генна інженерія у вирішенні екологічних проблем навколишнього середовища. Еволюція природних систем детоксикації. Біологічна рекультивация ґрунтів. Ксенобіотики і гена інженерія. Генетичні методи створення мікроорганізмів з новими ферментативними властивостями (руйнування пестицидів ґрунтовими мікроорганізмами, біотична детоксикація сполук важких металів у ґрунтах, мікробіологічна деградація ПАР). Селекція біооб'єктів – продуцентів вуглеводнів. Біоінженерія і підвищення продуктивності агроєкосистем. Генетичні методи поліпшення сортів рослин, порід тварин, підвищення їх продуктивності, посилення ефективності біологічної фіксації атмосферного азоту мікроорганізмами. Біоінженерія в технологіях виробництва біопестицидів, бактеріальних добрив.

Key words: Ecological biotechnology. Biological problems of environmental protection and restoration. Aerobic water purification processes. Anaerobic wastewater treatment systems. Microbiological transformation of organic compounds. Biodegradation of pesticides.

2 год.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Сучасні напрями створення, змінення живих організмів та отримання, використання їх компонентів

Лекція 7. Інженерна ензимологія. Біосенсорика.

Імобілізовані ферменти: особливості каталітичної дії, способи одержання, сфери застосування. Біосенсиори: будова, класифікація, галузі застосування. Розробка біосенсорів в Україні.

Key words: immobilized enzymes, methods of obtaining, areas of application. 2 год.

Лекція 8. Білкова інженерія. Абзими.

Методи модифікації білкових молекул з метою покращення їх властивостей. Хімічні методи підвищення стабілізації ферментів. Абзими – каталітичні антитіла.

Key words: modification, protein molecule, enzyme. 2 год.

Лекція 9. Гібридоми. Роль ядра в спадковості. Трансплантація ядер.

Гібридоми. Властивість потенційного безсмертя гібридом. Ядерної детермінації окремих ознак. Цитоплазматична детермінація ознак. Методи трансплантації ядер та переносу генів в соматичні клітини за допомогою метафазних хромосом, одержання трансхромосомних форм, злиття геномів, підготовка клітинного матеріалу; міні-клітини та перспективи їх застосування.

Key words: Transplantation, chromosome, gene transfer, fusion, material. 2 год.

Лекція 10. Проблеми клонування людини.

Основні причини принципової неможливості «класичного» клонування людського організму. Біоетичні проблеми створення біотехнологічних людських організмів. Репрограмування ядра.

Key words: nucleus, somatic cell, genome, chromosome, transplantation. 2 год.

Лекція 11. Генна та генетична інженерія. Методичні особливості генетичної інженерії. Трансгенні тварини.

Генна інженерія, конструювання рекомбінантних ДНК. Вектори в генній інженерії. Вимоги до векторів. Класифікація векторів. Можливості, переваги та вади тих або інших векторів і проблема вибору. Ензимологія рекомбінантних ДНК. Рестриктази, лігази, ДНК-полімерази, зворотна транскриптаза, нуклеази, метилази, полінуклеотидкіназа. Трансгенні рослини: отримання та поширення. ГМ-тварини, методи отримання. Категорії трансгенних рослин. Рослини-суперпродуценти. Банки ДНК.

Key words: genetic engineering, vector classification, chimeric antibodies, antibody humanization. 2 год.

Лекція 12. Генетично модифіковані організми (ГМО) і генетично модифіковані харчові продукти. Ставлення до них в США і Європі. Ситуація в Україні у зв'язку з комерційним та неправомірним поширенням біотехнологічних (генетично модифікованих) організмів.

Визначення ГМО. Приклади ГМО. Генетично модифіковані харчові продукти. Проблема потенційної небезпеки ГМО для людини та екосистем. Досягнення генної інженерії у мікроорганізмів, рослин і тварин. Перспективи генної інженерії та її значення у вирішенні проблеми харчових ресурсів.

Можливості генетичної інженерії мікроорганізмів. ГММ та їх використання

в науці та промисловості. Банки генів і клонотеки. Правова база та реальних механізмів контролю ГМО у відкритій системі. Закон України про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів.

Key words: food products, microorganisms, plants, animals, testing, transportation, genetically modified organisms. 2 год.

Лекція 13. Сучасні досягнення біоінженерії та біоінформатики.

Використання мови програмування Python для аналізу експериментальних даних в біоінженерії. Робота з біоінформатичними базами даних. Переваги використання мови Python при роботі з базами даних для біотехнологічних застосувань. Пакети Python для вирішення задач біоінженерії та біоінформатики.

Key words: Exons, Promoter, Matrix, Codon, Phylogenetic tree, Chromosomes, Probability theory. 2 год.

Лекція 14. Синтетична біологія як новітнє відгалуження біоінженерії.

Конструювання штучних геномів *de novo*, одноклітинних та багатоклітинних форм життя, невідомих у природі. Синтетична біологія.

Key words: artificial, genome, single-celled, multicellular, synthetic biology. 2 год.

Лекція 15. Питання біоетики. Біобезпека генетично-інженерної діяльності. Законодавчі аспекти.

Потенційна небезпека перенесення генів, що викликають захворювання на рак та інших генів, що зумовлюють комплексну стійкість до антибіотиків у бактерій. Стовбурові клітини та їх значення для медицини. Генна інженерія і біологічна зброя. Міжнародні правові акти щодо генетичної безпеки: Картахенський протокол про біобезпеку, Орхуська та Бакінська конвенції, директиви Європарламенту щодо ЖЗО, положення про біобезпеку в документах УПОВ та приклади національних законодавств європейських, азійських країн та США. Біоетика.

Key words: bioethical problems, statute, legal and international aspects. 2 год.

7.4. Перелік та короткий зміст лабораторних занять

№	Тема, перелік питань	Об'єм, години
6 семестр		
Змістовий модуль 1		
1.	Тема 1. Обладнання та устаткування біоінженерної лабораторії. Техніка безпеки при роботі в біоінженерній лабораторії. <i>Засвоїти правила техніки безпеки в лабораторіях з біоінженерних досліджень і маніпуляцій.</i>	2
2.	Тема 2. Приготування поживних середовищ для проведення біоінженерних досліджень. <i>Навчитися готувати поживні середовища для культивування різних видів продуцентів.</i>	2
3.	Тема 3. Мікробіологічний аналіз води, повітря, обладнання та персоналу лабораторії.	2

	<i>Ознайомитися із основними методами мікробіологічного контролю виробництва, провести аналіз мікробіологічної чистоти води, повітря, обладнання та санітарного стану рук.</i>	
4.	Тема 4. Отримання амінокислот шляхом біосинтезу. <i>Вивчення методів отримання амінокислот шляхом біосинтезу.</i>	2
5.	Тема 5. Вивчення способів якісного аналізу антибіотиків різних груп приналежності. <i>Навчитись визначати за характером протікання хімічних реакцій приналежність досліджуваної речовини до певної групи антибіотиків.</i>	2
6.	Тема 6. Пересаджування калусної тканини на свіже живильне середовище з різним складом гормонів. <i>Визначення динаміки росту калусних тканин в залежності від гормонального складу живильного середовища.</i>	2
7.	Тема 7. Значення рН для життєдіяльності мікроорганізмів. <i>Вивчити значення рН для життєдіяльності мікроорганізмів.</i>	2
8.	Тема 8. Механізми регуляції синтезу ферментних білків мікроорганізмами. <i>Дослідити механізми регуляції синтезу ферментних білків мікроорганізмами.</i>	2
Змістовий модуль 2		
9.	Тема 9-10. Методи отримання ферментних препаратів з мікроорганізмів. Перспективи використання. <i>Визначити та вивчити методи отримання ферментних препаратів з мікроорганізмів. Дізнатися перспективи їх використання.</i>	4
10.	Тема 11. Виділення нуклеїнових кислот з досліджуваного матеріалу за допомогою реагенту Chelex 100 (букального епітелію, клітин крові, волосяних фолікулів та сперми). <i>Розглянути методи виділення нуклеїнових кислот зі зразків епітелію людини або бактеріальних клітин.</i>	2
11.	Тема 12. Виділення нуклеїнових кислот із застосуванням кремній оксиду з рослинного матеріалу. <i>Розглянути методи виділення нуклеїнових кислот зі зразків епітелію людини або бактеріальних клітин.</i>	2
12.	Тема 13. Полімеразна ланцюгова реакція в режимі реального часу для ампліфікації послідовностей нуклеотидів. <i>Освоїти основні принципи, які лежать в основі специфічної ампліфікації генів, та навчитися проводити ПЛР.</i>	2
13.	Тема 14. Аналіз ампліконів методом електрофорезу в агарозному гелі. <i>Засвоїти метод електрофорезу в агарозному гелі послідовностей ДНК.</i>	2
14.	Тема 15. Спектрофотометричне дослідження зразків ДНК.	2

	<i>Засвоїти методи спектрофотометрії зразків ДНК.</i>	
15.	Тема 16. Визначення концентрації ДНК флуоресцентною спектрофотометрією. <i>Опрацювати метод визначення концентрації ДНК флуоресцентною спектрофотометрією.</i>	2
16	Тема 17. Визначення кількості нуклеїнової кислот в дезінтегрованій культурі продуценту. <i>Ознайомлення з основними прийомами спектрофотометричного аналізу нуклеїнових кислот.</i>	2
	Разом за 6 семестр	34
7 семестр		
Змістовий модуль 1		
17.	Тема 1. Обладнання та устаткування біоінженерної лабораторії. Техніка безпеки при роботі в біоінженерній лабораторії. <i>Вивчити методичні основи організації робіт у біотехнологічній лабораторії. Засвоїти правила техніки безпеки в лабораторії з біоінженерних досліджень і маніпуляцій.</i>	2
18.	Тема 2-3. Методи стерилізації під час проведення робіт із культурою ізольованих клітин і тканин рослин. <i>Вивчити методи стерилізації обладнання та інструментів, підготовки рослинного матеріалу, операційної кімнати і ламінарбоксів та у процесі приготування живильних середовищ. Назчитися проводити розрахунок ефективності обраного режиму стерилізації поживного середовища з вказаними їх характеристиками.</i>	4
19.	Тема 4. Клональне мікророзмноження рослин. Ізолювання експланту, введення та ініціація його розвитку в умовах <i>in vitro</i> . <i>Оволодіти методикою ізолювання і введення апікальних меристем рослин у культуру <i>in vitro</i> та мікроживцювання пагонів рослин-регенерантів.</i>	2
20.	Тема 5. Пошук ембріонів. Перенесення ембріонів із чашки Петрі після вимивання в чашку для оцінки ембріонів та оцінка ембріонів <i>Ознайомитися з існуючими методами вилучення ембріонів ВРХ та дати їх порівняльну оцінку.</i>	2
21.	Тема 6. Принципи та методи культивування мікроорганізмів-продуцентів на штучних поживних середовищах. <i>Засвоєння принципів складання поживних середовищ і вивчення умов культивування мікроорганізмів.</i>	2
22.	Тема 7. Оцінка якості бджолиного меду. <i>Набуття навичок у використанні меду, як екологічного індикатора стану забруднення навколишнього середовища.</i>	2
Змістовий модуль 2		
23.	Тема 8. Виділення ядерної ДНК з рослинних тканин. <i>Оволодіти методикою виділення рослинної ДНК.</i>	2

24.	Тема 9. Клональне мікророзмноження рослин. Власне мікророзмноження. <i>Оволодіти методикою мікроживцювання пагонів рослин-регенерантів.</i>	2
25.	Тема 10. Культура ізольованих зародків рослин <i>in vitro</i> . <i>Освоїти методику ізольовання і введення зародків рослин у культуру <i>in vitro</i>.</i>	2
26.	Тема 11. Вектори для клонування великих фрагментів ДНК. <i>Ознайомлення з типами векторних систем, що застосовуються у молекулярному клонуванні, з методами синтезу кДНК; опанування методу клонування рекомбінантних ДНК.</i>	2
27.	Тема 12-13. ПЛР: принципи та застосування (семінар) <i>Вивчити принципи та напрями застосування полімеразної ланцюгової реакції.</i>	4
28.	Тема 14-15. Аналіз генетично модифікованого матеріалу методами експрес діагностики (семінар). <i>Вивчити принципи методів експрес діагностики аналіз генетично модифікованого матеріалу.</i>	4
	Разом за 7 семестр	30
	Разом по дисципліні	64

7.5. Перелік та короткий зміст практичних занять

№ з/п	Тема, перелік питань	Об'єм, години
6 семестр		
Змістовий модуль 1		
1	Практична робота 1. Розшифровування генетичної інформації. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
2	Практична робота 2. Технологія отримання амінокислот шляхом біосинтезу. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
3	Практична робота 3. Основні стадії промислового отримання антибіотиків. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
4	Практична робота 4. Методика створення генно-інженерних гормонів. <i>Засвоїти особливості будови й функціонування інсуліну і соматотропіну. Визначити напрями використання відповідних гормонів у медицині і тваринництві. Оволодіти методиками створення рекомбінантних гормонів Усне опитування.</i>	2
5	Практична робота 5. Клітинна інженерія. Моноклональні антитіла. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
6	Практична робота 6. Створення вакцин нового покоління. <i>Розглянути та засвоїти різні підходи щодо класифікації вакцин. Вивчити методики створення генноінженерних вакцин. Усне</i>	2

	опитування.	
Змістовий модуль 2		
7	Практична робота 7. Фізичні методи іммобілізації ферментів. Хімічні методи іммобілізації ферментів. <i>Описати ферменти, які використовуються в генно-інженерних дослідженнях і проектах. Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
8	Практична робота 3. Носії для іммобілізації ферментів. Вимоги до носіїв. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
9	Практична робота 7. Генетичні вектори. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
Разом за 6 семестр		18
7 семестр		
Змістовий модуль 1		
10	Практична робота № 1. Принципи створення поживних середовищ для вирощування мікроорганізмів. <i>Засвоєння принципів складання поживних середовищ і вивчення умов культивування мікроорганізмів. Вирішення завдання. Усне опитування.</i>	2
11	Практична робота № 2. Розрахунок ефективності стерилізації поживного середовища. <i>Навчитися проводити розрахунок ефективності обраного режиму стерилізації поживного середовища з вказаними їх характеристиками. Вирішення завдання. Усне опитування.</i>	2
12	Практична робота № 3. Розрахунок ефективності стерилізації повітря для аерації. <i>Навчитися проводити розрахунок ефективності обраного режиму стерилізації повітря з вказаними їх характеристиками. Вирішення завдання. Усне опитування.</i>	2
13	Практична робота № 4. Аномалії розвитку ембріонів та тварин, отриманих методами клітинної та генної інженерії. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
14	Практична робота № 5-6. Техніка отримання клонів. Переваги та недоліки клонування. <i>Оволодіти технологіями про клонування організмів. Методика отримання клонів в тваринництві. Методика отримання клонів в рослинництві. Обговорення теми. Усне опитування.</i>	4
15	Практична робота № 7. Методологія одержання трансгенних тварин. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
Змістовий модуль 2		
16	Практична робота № 8-9. Продуктивний розрахунок процесу одержання продуктів мікробного синтезу та складання матеріального балансу. <i>Навчитися проводити розрахунок основних показників процесу мікробного синтезу цільових продуктів. Вирішення завдання. Усне</i>	4

	опитування.	
17	Практична робота № 10. Гібридизація клітин тварин. Гібридома. <i>Проаналізувати методiku створення гібридоми та обґрунтувати селекцію клітин, що продукують антитіла. Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
18	Практична робота № 11-12. Генетично модифіковані рослини. Генно-модифіковані джерела харчової продукції. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	4
19	Практична робота 13-14. Оцінка статистичної значущості збігів попарного вирівнювання. Родина програм BLAST – blastn, blastp, blastx, tblastn. PSI-BLAST – метод порівняння “профілів” білків. Структура початкової сторінки. <i>Обговорення теми. Усне опитування.</i>	4
20	Практична робота № 15. Законодавча база України з біобезпеки та її реалізація. <i>Ознайомлення із законодавчою базою України з біобезпеки. Обговорення теми. Усне опитування.</i>	2
	Разом за 7 семестр	30
	Разом по дисципліні	48

7.6. Теми, форма контролю та перевірки завдань, які винесені на самостійне обов'язкове опрацювання

Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в темах, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх енергоефективних технологій і обладнання.

№ з/п	Назва змістовного модуля / тема	Обсяг годин	Завдання
6 семестр			
Змістовий модуль 1			
1	Біоінженерія як самостійний науковий напрям	4	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою
2	Молекулярно-генетичні та фізіологічні основи біоінженерії	4	
3	Виробництво амінокислот	4	
4	Виробництво β-лактамних антибіотиків	2	
5	Модифікація β-лактамних антибіотиків	2	
6	Отримання товарних форм препаратів	4	
7	Біопрепарати на основі живих мікроорганізмів	4	
8	Біопрепарати на основі метаболітів бактерій	4	
9	Якісне визначення нуклеїнових кислот в біологічному матеріалі	4	

Змістовий модуль 2			
10	Суспензійні культури. Культивування окремих клітин	4	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою
11	Культура гаплоїдних клітин	4	
12	Вивчення системи «господар-паразит» з використанням вірусів, бактерій, грибів і комах	4	
13	Імобілізація рослинних клітин	4	
14	Соматична гібридизація на основі злиття рослинних протопластів	4	
15	Генетична трансформація на хромосомному і генному рівнях	4	
16	Морфологіологічна характеристика калюсних тканин	4	
17	Одержання рестриктів ДНК фагу λ і розділення їх за допомогою електрофореза	4	
Разом за 6 семестр		64	×
7 семестр			
Змістовий модуль 1			
18	Роль біоінженерії та біотехнології у прискоренні науково-технічного прогресу в галузях народного господарства. Шляхи інтенсифікації розвитку біоінженерії в Україні.	2	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою
19	Загальна характеристика біотехнологічних методів, які застосовують у біоінженерних технологіях.	2	
20	Використання ембріокультури для отримання віддалених гібридів. Технології створення генетичної різноманітності в пробірці. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових сортів сільськогосподарських культур.	3	
21	Проекти зі створення трансгенних тварин з новими господарсько корисними властивостями. Проекти зі створення трансгенних тварин, стійких до захворювань.	4	
22	Проблеми генної терапії. Технологія створення штучних органів як шлях розв'язання проблем трансплантації. Етичні та юридичні аспекти генної терапії і терапевтичного клонування	2	
23	Використання трансгенних рослин і тварин для синтезу фармацевтичних препаратів (антитіл, вакцин). Використання трансгенних рослин і тварин для синтезу полімерів та інших речовин.	3	
24	Біоінженерія і продуктивність агроecosистем	2	
Змістовий модуль 2			
25	Ферменти – основні засоби біоінженерії.	3	Опрацювати фахову літературу та пройти опитування за темою
26	Гібридоми. Роль ядра в спадковості. Трансплантація ядер. Клонування	3	
28	Генетично модифіковані організми і генетично модифіковані харчові продукти. Законодавство щодо ГМО в Україні та світі.	2	

29	Постгеномна ера в розвитку біоінженерії та біоінформатики. Біоінформаційні підходи до аналізу РНК. Біологічні мережі та метаболічні шляхи.	2	
30	Законодавчі аспекти біоетики.	2	
Разом за 7 семестр		30	×
Разом по дисципліні		94	

7.7. Консультації

Консультації з теоретичного курсу дисципліни подаються здобувачам освіти згідно графіку роботи кафедри регламентованих педнавантаженням, а також за необхідністю і мають за мету надати допомогу здобувачам освіти в успішному засвоєнні теоретичного курсу з дисципліни.

7.8. Питання для поточного та підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

Питання для підготовки до іспиту

1. Предмет, завдання та напрями розвитку біоінженерії.
2. Історія розвитку, передумови появи, становлення біоінженерії як самостійної науки.
3. Зв'язок генетичної інженерії з іншими науками.
4. Основні напрями сучасної біоінженерії.
5. Методи рекомбінантної ДНК.
6. Біоетика: проблеми використання трансгенних організмів.
7. Молекулярні основи біоінженерії: структура і функції нуклеїнових кислот.
8. Трансгенні рослини: методи створення та практичне значення.
9. Біобезпека та біозахист у біоінженерії.
10. Геном, гени та регуляція експресії.
11. Тканинна інженерія та регенеративна медицина.
12. Соціальне сприйняття біоінженерії.
13. Технологія CRISPR-Cas: принципи, можливості, обмеження.
14. Біоінженерія тварин: трансгенні та клоновані організми.
15. Правове регулювання біотехнологій та ГМО.
16. Культивування клітин: основи та методи.
17. Біосенсори та біоелектроніка.
18. Біоінженерія та відновлювана енергетика.
19. Використання стовбурових клітин у біоінженерії.
20. Біоінженерія мікроорганізмів: штами-продуценти.
21. Біоінженерні рішення для екології.
22. Гібридомні технології та отримання моноклональних антитіл.
23. Біоматеріали: полімери, композити, наноматеріали.
24. Біоінженерія у харчовій промисловості.
25. Методи аналізу ДНК та РНК (екстракція, ампліфікація, електрофорез).

26. Геннотерапія: підходи та приклади застосування.
27. Біоінженерія у фармації: вакцини, біопрепарати.
28. Вектори та системи перенесення генів.
29. Метаболічна інженерія мікроорганізмів.
30. Використання штучного інтелекту у біоінженерії.
31. Біоінформатика: бази даних, аналіз послідовностей.
32. Нанобіотехнології та їх роль у біоінженерії.
33. Сучасні тенденції та перспективи біоінженерії.
34. Основні методи роботи з білками (PAGE, вестерн-блотинг).
35. Біоінженерія у виробництві ферментів.
36. Проблеми патентування у біоінженерії.
37. Структура та функції клітинних мембран.
38. Біоінженерія у створенні біопалива.
39. Біоетичні аспекти генної терапії людини.
40. Методи клонування генів.
41. Біоінженерія у виробництві антибіотиків.
42. Соціально-економічні наслідки розвитку біоінженерії.
43. Системна та обчислювальна біоінженерія.
44. Моделювання біологічних систем у біоінженерії.
45. Big data та біоінформатика у сучасній науці.
46. Сучасні підходи до редагування геному (TALEN, ZFN).
47. Біоінженерія у створенні пробіотиків.
48. Проблеми контролю ГМО у продуктах харчування.
49. Основи синтетичної біології.
50. Біоінженерія мікрободоростей.
51. Біоінженерія та зміни клімату.
52. Біосумісність і відторгнення імплантів.
53. Біоінженерія тканин для ортопедії.
54. Етичні аспекти використання стовбурових клітин.
55. Методи секвенування геному.
56. Біоінженерія у створенні вакцин нового покоління.
57. Проблеми доступності біотехнологій у світі.
58. Принципи побудови плазмідних векторів.
59. Біоінженерія у виробництві біосенсорів для медицини.
60. Правові аспекти захисту інтелектуальної власності у біоінженерії.
61. Основи культивування мікроорганізмів.
62. Біоінженерія у виробництві біогазу.
63. Біоінженерні підходи до очищення ґрунтів і води.
64. Мутагенез та селекція у біоінженерії.
65. Біоінженерія у створенні рослин зі стійкістю до стресів.
66. Соціальні ризики та вигоди від впровадження ГМО.
67. Методи доставки генів у клітини.
68. Біоінженерія у виробництві гормонів.
69. Біоетика і персоналізована медицина.
70. Основи протеоміки та її значення у біоінженерії.

71. Біоінженерія у створенні харчових добавок.
72. Міжнародні стандарти у сфері біобезпеки.
73. Ферментні технології у біоінженерії.
74. Біоінженерія у переробці відходів.
75. Етичні проблеми редагування ембріонального геному.
76. Основи метагеноміки.
77. Використання ембріокультури для отримання віддалених гібридів.
78. Технології створення генетичної різноманітності в пробірці.
79. Досягнення та перспективи клітинної селекції у створенні нових сортів сільськогосподарських культур.
80. Трансгенні рослини.
81. Трансгенні тварини.
82. Трансплантація ембріонів.
83. Запліднення яйцеклітин *in vitro*.
84. Міжвидове пересадження ембріонів.
85. Химерні тварини.
86. Генетична інженерія у тваринництві.
87. Клонування тварин.
88. Клонування методом трансплантації ядер.
89. Біоінженерія у боротьбі з інфекційними хворобами.
90. Перспективи розвитку біоінженерії в Україні.

8. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ, КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ З ДИСЦИПЛІНИ

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти під час лабораторних і практичних занять та виконання самостійних завдань *проводиться за такими критеріями:*

- 1) розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;
- 2) правильність і повнота використання літератури;
- 3) якості доповіді та відповідей на поставлені запитання.

При оцінюванні результатів самостійної роботи здобувачів вищої освіти додатково оцінюється ступінь самостійності автора в розробці проблеми.

Рейтингова оцінка з дисципліни та схема поточного і підсумкового контролю знань ЗВО

Форма контролю	Кількість заходів	Оцінка		Сума	
		min	max	min	max
6-й семестр					
1. Аудиторна робота в т.ч.:					
- опитування на лабораторно практичних заняттях	8	3	5	24	40
- колоквіум	3	6	10	18	30
- наукова робота	1	3	5	3	5
2. Самостійна робота в т.ч.:					
- тестування	5	3	5	15	25
Разом по дисципліні				60	100
7-й семестр					
1. Аудиторна робота в т.ч.:					
- опитування на лабораторних заняттях	7	3	5	21	35
- контрольна робота	1	3	5	3	5
- наукова робота	2	3	5	6	10
2. Самостійна робота в т.ч.:					
- індивідуальне завдання	1	6	10	6	10
Разом				36	60
Екзамени				24	40
Разом по дисципліні				60	100

Підсумковий контроль знань здійснюється шляхом складання екзамену у письмовій формі. До екзамену допускається студент, який виконав не менше 90% практично-лабораторних завдань та набрав підчас опитування та тестування від 36 до 60 балів.

Критерії оцінки відповідей на питання, що виносяться на екзамен, наступні:

- Оцінка «відмінно» (90-100 б) ставиться студенту при виявленні таких показників: чіткі вичерпні відповіді на питання в обсязі програми дисципліни; стисле і акуратне оформлення тексту та схем апаратів у письмовому вигляді; знання взаємозв'язку між основними параметрами процесу; уміння зв'язати теорію з практикою; розуміння механізму технологічних процесів; володіння навиками і прийомами розв'язання практичних задач; уміння застосовувати комп'ютерне моделювання при розв'язуванні задач; знайомство з монографічною літературою.

- Оцінка «добре» (75-89 б) ставиться в тому випадку, якщо по перерахованим вище показникам у відповідях студента мають місце не дуже суттєві недоліки.

- Оцінка «задовільно» (60-74 б) ставиться при наявності у відповідях студента суттєвих вад, якщо допущені недостатньо правильні формулювання, мають утруднення при розв'язуванні практичних задач.

- Оцінка «незадовільно» із можливістю повторного складання (35-59 б)

ставиться студенту, який не знає значної частини основних положень програмного курсу, допускає суттєві помилки про виконання завдань, з великими труднощами розв'язує основні практичні задачі курсу.

– Оцінка «незадовільно» з обов'язковим повторним курсом (1-34 б) ставиться студенту, який не знає основних положень програмного курсу, не вміє розв'язувати практичні задачі, не може пояснити зміст формул, або накреслити схему апарата.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання в 6-му семестрі

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	зараховано
82-89	B	
75-81	C	
64-74	D	
60-63	E	
35-59	FX	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	не зараховано з обов'язковими повторним вивченням дисципліни

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання в 7-му семестрі

Оцінка національна	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	Кількість балів з дисципліни
Відмінно	A	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	≥90
Добре	B	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-90
	C	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю помилок	75-81
Задовільно	D	Задовільно – непогано, але із значною кількістю недоліків	66-74
	E	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-65
Незадовільно	FX	Незадовільно – потрібно працювати перед тим, як отримати позитивну оцінку	35-59
	F	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота	<35

9. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Лабораторія генетики, культивування клітинних культур та біоінженерії
№ 210 (32,8 м²)

Навчальний корпус № 1, Олексі Алмазова, буд. 73

Спеціальне технічне обладнання:

- мікроскоп – 3 шт.;
- термостат ТС 80 М-2 – 1 шт.;
- сушильна шафа «ADIMEX» – 1 шт.;
- гомогенізатор «MPW-302» – 1 шт.;
- змішувач магнітний «ММ-5» – 1 шт.;
- піч муфельна – 1 шт.;
- електронагрівач «ММ-2А» – 1 шт.;
- лупа «BYR» – 1 шт.;
- шухляди металеві 5-ти секційні – 2 шт.;
- пристрій «DLN SITO METER» – 1 шт.

Мультимедійне обладнання:

- екран проєкційний переносний T11GUWS1 Black Case – 1 шт. (Рік введення в експлуатацію – 2014, рік останнього ремонту –);
- проєктор BENQ MW535 – 1 шт. (Рік введення в експлуатацію – 2014, рік останнього ремонту –);
- Ноутбук Acer TravelMate P2 TMP215-52 – 1 шт. (Рік введення в експлуатацію – 2021, рік останнього ремонту –);

Прикладне програмне забезпечення:

- Корпоративне ліцензування «Volume Licensing», Parent program: OPEN 93947897ZZE1608, Software Assurance (SA) №63986644, 63986649, 63986652: Windows 10
- Google Chrome
- Mozilla Firefox
- Модульно-тестова програма.
- Доступ до мережі Internet.

Інформаційне забезпечення:

- Інструкції з техніки безпеки та безпеки життєдіяльності.
- Довідникова та нормативна література.
- Навчальні фільми.
- Презентації у режимі PowerPoint.

Філії кафедри – Миколаївська державна лабораторія
Держпродспоживслужби, ДП «Миколаївстандартметрологія», Миколаївський
науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

10. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЗАКОНОДАВЧО-НОРМАТИВНИХ АКТІВ

Основна

1. Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Коломієць Ю. В. Біоінженерія. Вінниця: ТОВ «НіланЛТД», 2015. 458 с.
2. Сатарова Т.М., Абраїмова О.Є., Вінніков А.І., Черенков А.В. Біотехнологія рослин : навч. посібник. Дніпропетровськ : ДУ Інститут зернових культур НААН, 2016. 136 с.
3. Основи молекулярної біології-1. Молекулярна біологія ДНК. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / А. І. Степаненко, О. Р. Лахнеко, Л. В. Маринченко, М. О. Банникова ; КПП ім. Ігоря Сікорського, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 70 с.
4. Молекулярна генетика та технологія дослідження генома : навч. посібник / Гиль М.І. та ін. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 245 с.
5. Сучасні проблеми молекулярної біотехнології / С. І. Дубінін В. О. Пілюгін В. А. Ваценко та ін. Полтава, 2016. 395 с.
6. Мельничук М. Д., Кляченко О. Л., Коломієць Ю. В. Біоінженерія. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 550 с.
7. Шапран Ю.П. Біотехнологія, генна інженерія : навч.-метод. посіб. Переяслав-Хмельницький (Київ.обл.): Домбровська Я., 2019. 132 с.
8. Краців Р. Й. Колотницький А. Г., Буцяк В. І. Генетична інженерія. Львів, 2008. 214 с.
9. Бондар І.В. Промислова мікробіологія. Харчова і агробіотехнологія. Дніпропетровськ : ДДТУ, 2004. 280 с.
10. Біотехнології та біоінженерія. Вступ до фаху: навчальний посібник / О. І. Юлевич, С. І. Луговий, О. І. Каратєєва, Є. В. Баркарь. Миколаїв : МНАУ, 2022. 285 с.
11. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Цвіліховський М.І. Біотехнологія : Підручник. К: Фірма «ІНКОС», 2006. 647 с.
12. Біоінженерія. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Біотехнології» спец. 162 Біотехнології та біоінженерія / КПП ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Л. В. Маринченко, Д. С. Колтишева, Д. К. Прохоренко, І. І. Левтун. Електрон. текст. дані (1 файл). Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2024. 66 с.
13. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія: Підручник Київ : ВПЦ «Київський університет» 2008. 384 с.
14. Горобець, С. В. Основи біоінформатики [Електронний ресурс] : підручник для студентів напряму підготовки 6.051401 «Промислова біотехнологія» факультету біотехнології і біотехніки / С. В. Горобець, О. Ю. Горобець, Т. А. Хоменко ; НТУУ «КПІ». Електронні текстові дані (1 файл: 2,72 Мбайт). Київ : НТУУ «КПІ», 2010.

15. Горобець О.Ю., Горобець С.В., Хахно К.Ю. Мова python : для інженерних та наукових задач. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 277 с.
16. Горобець С.В., Горобець О.Ю., Булаєвська М.О. Біоінформатичні бази даних [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» - Електронні текстові дані (1 файл: 3,86 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 117 с.

Допоміжні

1. Glick B. R., Patten C. L. Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA. 6 th ed. – John Wiley & Sons, 2022. - 877 p.
2. Hammelehle R., Schmid R. D., Schmidt-Dannert C. Biotechnology: An Illustrated Primer. Somerset: Wiley-VCH, 2016. 582 с.
3. Kang M. Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding. Cab Intl. 2020. 416 с.
4. Srivastava D. K., Thakur A.K., Kumar P. Agricultural Biotechnology: Latest Research and Trends. Springer. 2022. 741 с.
5. Harvey L., Berk A., Kaiser C. Molecular Cell Biology, Ninth Edition. Macmillan Learning. 2021. 3700 с.
6. Yadav A.N., Singh J., Singh C., Yadav N.. Current Trends in Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture. Springer. 2020. 572 с.
7. Chandran S., George K.W. DNA Cloning and Assembly: Methods and Protocols. Springer US; Humana. 2020. 334 с.
8. Біотехнологія з основами екології : навч. посіб. / Трохимчук І. М., Плюта Н. В., Логвиненко І. П., Сачук Р. М. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. 304 с.
9. Pevsner J. Bioinformatics and functional genomics. 3rd edition. Wiley Blackwell, London. – 2015- 1116 p. ISBN 978-1-118-58178-0
10. Higgs PG, Attwood TK. Bioinformatics and Molecular Evolution. Blackwell Publishing, Oxford, 2005. 398 p. ISBN 1-4051-0683-2.
11. Borodovsky M, Ekisheva S. Problems and Solutions in Biological Sequence Analysis. Cambridge University Press, Cambridge, 2006. 362 p. ISBN-13 978-0-521-61230-2.

11. ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Політика щодо академічної доброчесності учасників освітнього процесу у МНАУ формується на основі дотримання принципів академічної доброчесності з урахуванням норм Кодексу академічної етики у Миколаївському НАУ (затверджений вченою радою МНАУ 27 листопада 2018 р., протокол № 3) та Положення про групу сприяння академічної доброчесності в Миколаївському НАУ (затверджений вченою радою МНАУ 21 січня 2021 р., протокол № 6).

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає, зокрема:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилаання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок,

тверджень, відомостей;

- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

Розробник програми:

д-р тех. наук, професор

Віктор СТАБНІКОВ

В.о. завідувачки кафедри

канд. с.-г. наук, доцентка

Олена КАРАТЄЄВА