

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

« 18 »



Сергій ОКОВИТИЙ

2024 р.

ПОГОДЖЕНО

В.о. проректора
з науково-педагогічної роботи

Наталія ГУК

« 25 » 03 2024 р.

ПРОГРАМА
ФАХОВОГО ІСПИТУ

для вступу на навчання за освітнім рівнем магістра
на основі освітнього ступеня бакалавра
(освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста, магістра)
за спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія
(Освітня програма – Біотехнології та біоінженерія)



Розглянуто на засіданні вченої ради
факультету біолого-екологічного
від «18» березня 2024 р., протокол № 9

Голова вченої ради

Олена СЕВЕРИНОВСЬКА

Дніпро-2024

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Фаховий іспит (ФІ) передбачає перевірку здатності вступника до опанування освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти на основі здобутих раніше компетентностей.

Результати ФІ зараховуються для конкурсного відбору осіб, які на основі ступеня бакалавра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста, магістра) вступають на навчання для здобуття ступеня магістра.

Програма фахового іспиту для вступу на навчання за освітнім рівнем магістра за спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія (Освітня програма – Біотехнології та біоінженерія) містить питання з таких *нормативних* начальних дисциплін природничо-наукової та професійної підготовки бакалавра:

1. Загальна мікробіологія та вірусологія №1;
2. Загальна біотехнологія №2;
3. Генетика №3;
4. Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі: Процеси і апарати біотехнологічних виробництв №4;
5. Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі: Устаткування виробництв в галузі №5.

2. ПЕРЕЛІК ТЕМ ДИСЦИПЛІН, З ЯКИХ ОЦІНЮЄТЬСЯ ВСТУПНИК

1. Навчальна дисципліна №1 «Загальна мікробіологія та вірусологія»

1. Загальна характеристика прокариотів. Основні групи живого світу та їх ознаки, типи клітинної організації. Світ мікроорганізмів, загальні ознаки, різноманітність. Розміри мікроорганізмів, особливості морфології та метаболізму. Місце мікроорганізмів у системі живого світу, проблема первинного розподілу організмів, концепція протистів.

2. Історія розвитку мікробіології. Відкриття мікроорганізмів А. ван Левенгуком, значення робіт Л. Пастера, Р. Коха та інших закордонних і вітчизняних вчених для з'ясування ролі мікроорганізмів у природі, причин виникнення інфекційних захворювань.

3. Структура прокариотичної клітини. Організація та функціонування прокариотичної клітини, особливості бактеріального геному. Цитоплазма й органели прокариотів.

4. Поверхневі структури прокариотичної клітини. Бактеріальна клітинна стінка, пептидоглікан, його специфічність для прокариотів та універсальність розповсюдження серед них. Капсули й слизові шари бактерій. Джгутики й пілі, їх кількість і місцезнаходження, склад і молекулярна організація.

5. Структура пептидоглікану, її особливості у грампозитивних (Гр+) та грамнегативних (Гр-) бактерій. Основні компоненти пептидоглікану, структура, функції. Зв'язок між будовою стінки та здатністю бактеріальної клітини до забарвлення за Грамом. Особливий компонент клітинних стінок Гр+ бактерій – тейхоеві кислоти, їх будова та функції. Склад і структура зовнішньої мембрани Гр– бактерій, основні функції.

6. Систематика прокариотів. Характеристика основних груп бактерій. Проблеми систематики прокариотів, типи та мета класифікації. Створення ключової класифікації для забезпечення можливості ідентифікації бактерій. Правила номенклатури та діагностики.

7. Грамнегативні бактерії. Грамнегативні бактерії, їх структурна та функціональна різноманітність (хемоавтотрофи, хемоорганотрофи, фотосинтезуючі бактерії). Основні групи грамнегативних бактерій.

8. Закономірності росту популяцій. Крива росту, особливості окремих фаз. Вплив фізичних і хімічних факторів на ріст мікроорганізмів. Закономірності росту популяцій. Крива росту, особливості окремих фаз. Визначення швидкості росту та часу генерації. Причини лімітації росту та відмирання. Підтримання клітин в експоненційній фазі. Значення методів безперервного культивування для характеристики бактерій.

9. Типи живлення мікроорганізмів. Розподіл фототрофних та хемотрофних мікроорганізмів залежно від природи окиснюваного ними субстрату. Поняття про літотрофність та органотрофність. Джерела вуглецю, відносність поділу мікроорганізмів відповідно до типів живлення. Автотрофи – фотосинтезуючі та літотрофні бактерії. Використання різноманітних органічних джерел вуглецю гетеротрофами.

10. Надходження в мікробну клітину поживних речовин. Механізми пасивної дифузії, активного транспорту, роль пермеаз у процесах перенесення розчинених речовин. Використання мікроорганізмами високомолекулярних та водонерозчинних речовин, роль гідролітичних ферментів, що містяться в периплазмі Гр– бактерій і виділяються в навколишнє середовище.

11. Загальна характеристика метаболізму прокариотів – катаболічний та анаболічний обміни. Основні групи ферментів та функціональні особливості бактеріальних ферментів. Центральна роль АТФ у енергетичних і конструктивних процесах мікробної клітини. Типи фосфорилування: окиснювальне, субстратне та фотосинтетичне. Їх характеристика. Характеристика центральних катаболічних процесів з перебігом за схемою Ембдена–Мейергофа–Парнаса, Варбурга–Діккенса Хореккера та Ентнера–Дудорова.

12. Основні групи фотосинтезуючих прокариотів. Фотосинтетичні процеси у прокариотів. Компоненти фотосинтезуючого апарату. Характеристика фотосинтетичних пігментів: бактеріохлорофілів, каротиноїдів та фікобіліпротейдів. Донори електронів, які беруть участь у фотосинтезі. Основні відмінності фотосинтезу прокариотів і зелених рослин.

13. Молочнокисле бродіння. Хімізм, ключові ферменти. Гомо- та гетероферментативне бродіння. Збудники процесу. Їх характеристика та

поширення. Виробництво молочної кислоти. Метод В.М. Шапошникова. Використання молочнокислого бродіння в харчовій промисловості та сільському господарстві.

14. Спиртове бродіння. Хімізм, ключові ферменти. Збудники бродіння. Промислове виробництво етилового спирту. Послідовність перетворень інтермедіатів при спиртовому бродінні.

15. Маслянокисле бродіння. Хімізм, ключові ферменти, типи та їх характеристика, кінцеві продукти. Збудники маслянокислого бродіння – бактерії роду *Clostridium*: морфологія та фізіологія.

16. Особливості процесів дихання у бактерій. Енергетична ефективність дихання. Аеробне дихання. Цикл трикарбонових кислот, його особливості у мікроорганізмів. Загальна схема дихального ланцюга бактерій. Ферменти дихального ланцюга бактерій та послідовність їх дії. Токсична дія кисню на мікроорганізми.

17. Конструктивний обмін мікроорганізмів. Автотрофна фіксація CO₂. Цикли Арнона та Кальвіна. Потреба різних груп мікроорганізмів у вихідних речовинах для процесів анаболізму. Характеристика автотрофних мікроорганізмів. Потреби у сполуках азоту. Біохімічні механізми фіксації молекулярного азоту, мікроорганізми, які здійснюють цей процес.

18. Антибіотики, їх природа та властивості. Характер і механізми біологічної дії антибіотиків. Визначення поняття “антибіотики”. Значення антибіотиків як хіміотерапевтичних засобів, що використовуються в медицині. Антибіотики як інструменти досліджень.

19. Участь мікроорганізмів у кругообігу азоту. Поняття про кругообіг речовин у природі. Фіксація молекулярного азоту, амоніфікація, нітрифікація, денітрифікація. Мікроорганізми, які здійснюють ці процеси.

20. Вірусологія як наука. Предмет та завдання вірусології, історія розвитку вірусології, її роль у розвитку сучасної біології та медицини. Положення вірусів у загальній системі живого світу. Значення вірусології у розвитку та становленні основних законів і концепцій молекулярної біології.

21. Загальна характеристика вірусів. Загальні та специфічні властивості вірусів. Походження та еволюція вірусів. Особливості таксономії, класифікація вірусів. Основні групи вірусів, що визначаються природою хазяїна: віруси тварин, рослин, бактеріофаги. Сучасна номенклатура вірусів, записи у вигляді криптограм.

22. Особливості морфології та структури вірусних часток. Дві фази життєвого циклу вірусів – позаклітинна (віріон, віроспора) та внутрішньоклітинна (система вірус-клітина). Особливості будови віріона, особливості будови спірального капсида на прикладі віруса тютюнової мозаїки (ВТМ). Характеристика поліедричного (ізометричного, квазісферичного) типу капсида. Складні капсиди вірусів на прикладі бактеріофага. Наявність зовнішніх оболонок у капсида. Віроїди, їх характеристика та особливості.

23. Хімічний склад вірусів. Характеристика вірусних білків та нуклеїнових кислот як основних компонентів вірусних часток. Структурні та ферментні білки, їх склад та класифікація, функції. Типи нуклеїнових кислот та

утворюваних ними геномів, особливості хімічного складу нуклеїнових кислот. Геномні ланцюги з позитивною та негативною полярністю. Амбісенсові геноми. Мінорні компоненти вірусних частинок та їх функціональне навантаження: вуглеводи, поліаміни, ліпіди, зольні елементи.

24. Загальне уявлення про форми та механізми взаємодії вірусів різних груп з клітиною-хазяїном. Основні форми взаємодії вірусу з клітиною: літична (продуктивна), помірна (інтегративна), абортівна інфекція. Особливості літичного типу взаємодії вірусу з клітиною. Поняття продуктивного циклу. Послідовність процесів, які відбуваються при вірусній інфекції. Шляхи проникнення вірусів тварин, рослин, бактерій в клітину. Загальна характеристика синтезу вірус-специфічних білків. Основні етапи формування зрілих часток. Вихід вірусів з клітини. Характеристика явища вірогенії.

25. Взаємодія бактеріофагів з клітиною хазяїном. Літичний та лізогенний тип взаємодії фага і бактерії. Загальна картина літичної інфекції. Основні фази взаємодії фага з бактерією: адсорбція, проникнення фагової ДНК, латентний період, вихід фагового потомства. Лізогенія. Механізм взаємодії профага з клітиною-хазяїном. Помірні бактеріофаги і специфічний імунітет лізогенних бактерій. Характеристика стану профага. Індукція лізогенних бактерій. Перехід профага в стан вегетативного фага, лізис бактерій. Явище лізогенної конверсії.

26. Взаємодія вірусів тварин і клітин тварин. Роль клітинних рецепторів у специфічній взаємодії вірусної оболонки з клітинами. Проникнення за механізмами злиття мембран та у мембранних везикулах. Процес вивільнення вірусного геному всередині клітини та його транспортування до місця реплікації і транскрипції. Особливості розмноження ДНК- та РНК-геномних вірусів різних класів: прості та складні цикли реплікації. Збирання потомства та вивільнення з клітин. Набуття зовнішньої оболонки.

27. Віруси рослин. Особливості структури та хімічного складу вірусів рослин. Проникнення вірусів у клітину рослини; участь переносників. Особливості реплікації, транскрипції і трансляції у вірусів рослин. Ферменти рослинних клітин, що використовуються вірусами для розмноження.

28. Субвірусні агенти. Віроїди – особлива група патогенів рослин. Безбілкові РНК здатні до автокаталізу. Сателіти – віруси з неповним геномом. Пріони – білки з інфекційною активністю.

29. Віруси у біотехнології. Використання вірусів у якості векторів для здійснення генно-інженерних маніпуляцій. Використання бактеріофагів як діагностичних, профілактичних та лікувальних препаратів. Препарати для сільського господарства на основі вірусів: захист рослин від шкідників. Розробка противірусних вакцин та вакцини з використанням вірусів.

1. Предмет і задачі біотехнології, основні етапи історичного розвитку. Базова термінологія, класифікація біотехнологічних виробництв. Значення робіт Л. Пастера, І. Мечнікова, А. Клейвера, П. Берга, Ф. Кріка, Дж. Уотсона для становлення біотехнології. Напрямки біотехнології.

2. Агенти біотехнології. Клітини мікроорганізмів, рослин та тварин як промислові продуценти БАР. Методи створення продуцентів та основні вимоги, критерії вибору. Селекція мікроорганізмів – продуцентів біологічно активних речовин. Вибір та підготовка “батьківського” штаму до селекційної роботи. Застосування мутагенезу за допомогою фізичних та хімічних мутагенних факторів. Отримання генетичних рекомбінантів. Злиття протопластів. Гібридизація у еукаріотичних мікроорганізмів. Методи генетичного конструювання мікроорганізмів *in vitro*.

3. Поживні середовища, принципи створення. Джерела основних та допоміжних компонентів, ростових факторів. Особливості поживних середовищ для клітин рослин та тварин. Вода як необхідний компонент середовищ.

4. Асептика в біотехнологічній промисловості. Способи та режими стерилізації обладнання, поживних середовищ, повітря.

5. Основні стадії та узагальнена схема біотехнологічних процесів і виробництв. Передферментаційні процеси стерилізації поживних середовищ, підготовки повітря. Повітряні фільтри, технологічна схема отримання стерильного повітря.

6. Стадія підготовки посівного матеріалу продуцента. Стадія підготовки посівного матеріалу для поверхневого та глибинного культивування. Музейні культури, робочі партії штамів-продуцентів БАР.

7. Способи та режими культивування мікроорганізмів. Ферментери, класифікація, принципи вибору типового обладнання. Особливості технологій та обладнання для імобілізованих клітин мікроорганізмів. Основне виробниче культивування. Режими культивування продуцентів. Піноутворення та піногасіння.

8. Особливості культивування та обладнання для клітин тварин і рослин. Суспензійні та калусні культури. Отримання безвірусного посадочного матеріалу. Клональне мікророзмноження рослин.

9. Технологія виділення, очищення та сушки цільових продуктів. Проміжний продукт або кінцевий продукт виробництва. Проміжні продукти після стадії первинного очищення. Поняття про первинне (екстракція, фільтрація, центрифугування, висолювання та інше) та вторинне (хроматографія, електрофорез, мембранна фільтрація) очищення речовин. Кількісний вміст та вихід цільового продукту. Приготування готової форми продукту мікробіотехнологічного виробництва: концентрування, виділення, очищення, сушка, подрібнення, змішування, стандартизація, розфасовка, упаковка, очищення стічних вод та газо-повітряних викидів.

10. Технологія виробництва білково-вітамінних концентратів (БВК). Основні продуценти, особливості виробництва та виділення продукту.

1. Предмет, методи та історія розвитку генетики. Предмет і завдання генетики, її місце в системі біологічних наук. Основні етапи розвитку генетики. Методи сучасних генетичних досліджень: генетичний аналіз, цитогенетичний метод, популяційний, біохімічний, математичний тощо. Методи вивчення генетики людини. Сучасні досягнення генетики та селекції. Генетична інженерія. Значення генетики для вирішення проблем біотехнології, селекції, охорони природи, медицини.

2. Будова та функції хромосом. Клітина як основа спадковості і відтворення. Клітинні та неклітинні форми організації живого. Роль ядра і хромосом у явищах спадковості. Роль цитоплазматичних факторів у передачі спадкової інформації. Каріотип. Парність хромосом у соматичних клітинах. Гомологічні хромосоми. Будова хромосом. Зміни в організації та морфології хромосом під час мітозу та мейозу.

3. Нуклеїнові кислоти як носії генетичної інформації. Структура ДНК і РНК. Модель ДНК Уотсона і Кріка. Функції нуклеїнових кислот у реалізації генетичної інформації: реплікація, транскрипція, трансляція. Принцип передачі генетичної інформації ДНК-РНК-білок. Реплікація. Напівконсервативна модель. Основні принципи. Реплікони. Ампліфікація. Молекулярна та надмолекулярна організація хромосом еукаріотів і прокаріотів. Компоненти хроматину: ДНК, РНК, гістони, негістонові білки.

4. Мітоз, мейоз, гаметогенез. Мітоз. Клітинний цикл і фази мітозу. Мейоз та утворення гамет. Фази та стадії мейозу. Генетична роль мітозу і мейозу.

5. Моногібридні та полігібридні схрещування. Закономірності успадкування при моногібридному схрещуванні, відкриті Менделем: однаковість гібридів першого покоління, розщеплення в другому поколінні. Типи взаємодії алельних генів: повне та неповне домінування, кодомінування та інші. Множинний алелізм. Правило «чистоти гамет». Гомозиготність і гетерозиготність. Аналізуюче схрещування. Аналіз співвідношення різних типів гамет у гібридів. Поняття про генотип і фенотип. Розщеплення за генотипом і фенотипом в F₂ і аналізуючому схрещуванні при моногенному контролі ознаки та різних типах взаємодії алельних генів. Статистичний характер розщеплення. Закономірності успадкування в ди- та полігібридних схрещуваннях. Закон незалежного успадкування генів. Умови, які забезпечують та лімітують виконання законів Менделя.

6. Взаємодія неалельних генів. Моногенне та полігенне успадкування. Плейотропна (множинна) дія генів. Відхилення від менделівських розщеплень при ди- та полігенному контролі ознак. Типи взаємодії неалельних генів: комплементарність, епістаз, полімерія. Гени-модифікатори. Молекулярні основи неалельних взаємодій.

7. Хромосомне визначення статі та успадкування ознак, зчеплених зі статтю. Статеві хромосоми, гомо- та гетерогаметна стать, типи хромосомного визначення статі. Розвиток статі. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю. Успадкування при нерозходженні статевих хромосом. Дозова компенсація генів

X-хромосоми. Ознаки, обмежені статтю.

8. Типи, механізми та значення кросинговеру. Хромосомна теорія спадковості Т. Моргана. Цитологічні докази кросинговеру. Типи кросинговеру. Генетичні карти, принципи їхньої будови в еукаріотів. Інтерференція, її типи. Використання даних цитологічного аналізу для локалізації генів. Цитологічні карти.

9. Закономірності нехромосомної спадковості. Закономірності нехромосомної спадковості. Пластидна спадковість. Мітохондріальна спадковість. Цитоплазматична чоловіча стерильність у рослин. Інфекційні фактори позаядерної спадковості. Взаємодія ядерних та позаядерних генів. Поняття про керуючу систему клітини.

10. Особливості успадкування у прокариотів. Організація генетичного апарату бактерій. Методи генетичного аналізу бактерій і бактеріофагів. Рекombінація у прокариотів. Кон'югація, трансдукція, трансформація у бактерій. Уявлення про плазмиди, епісоми, мігруючі елементи генома (інсерційні послідовності, транспозони), їхня роль у переносі генетичної інформації.

11. Типи мінливості. Спадкова мінливість. Поняття про спадкову і неспадкову мінливість. Спадкова мінливість. Типи спадкової мінливості: комбінативна, мутаційна. Модифікаційна мінливість. Комбінативна мінливість, механізми її виникнення, роль у еволюції і селекції. Мутаційна теорія Г. де Фріза. Класифікація мутацій. Спонтанний та індукований мутаційний процес. Кількісна оцінка рівня виникнення мутацій.

12. Генні і хромосомні мутації. Класифікація генних мутацій. Загальна характеристика молекулярної природи виникнення генних мутацій: зміна основ, випадання або вставка основ, зсув рамки зчитування. Нонсенс- і місенс-типи мутацій. Механізми виникнення генних мутацій. Причини спонтанних мутацій.

13. Геномні мутації. Геномні зміни: поліплоїдія, гаплоїдія, анеуплоїдія. Поліплоїдні ряди. Роль поліплоїдії в еволюції та селекції. Анеуплоїдія, її використання в генетичному аналізі. Біологічні особливості гаплоїдів. Отримання подвоєних гаплоїдів. Використання поліплоїдів, гаплоїдів, анеуплоїдів у селекційному процесі.

14. Структура і функції гена. Розвиток уяви про складну будову гена. Відкриття генів (спадкових факторів) Менделем. Відкриття Уотсоном і Кріком хімічної природи гена. Дослідження тонкої структури гена на прикладі фага Т-4 (Бензер). Ген як одиниця функції, мутації та рекомбінативності. Молекулярно-генетичні підходи в дослідженні тонкої будови генів. Перекриття генів на одній ділянці ДНК. Інtron-екзонна організація генів еукаріотів. Сплайсинг, альтернативний сплайсинг.

15. Молекулярна організація геномів. Параметри, за якими характеризують організацію геному: розміри геному, молекулярна маса і розміри молекул нуклеїнових кислот, нуклеотидний склад ДНК тощо. Молекулярно-генетичні підходи до вивчення організації геному. Геноми вірусів. Бактеріальні геноми. Поняття про нуклеоїд. Геном еукаріотів.

Нуклеосома та її будова. Гістони та негістонові білки. Особливості компактизації геномів еукаріотів.

16. Механізми реалізації генетичної інформації. Транскрипція. Промотори і термінатори. Транскриптон. ДНК-залежні РНК-полімерази. Цикл ДНК-залежної транскрипції. Процесинг первинних транскриптів. Процесинг попередників РНК у бактерій та про-РНК в еукаріотичних клітинах. Механізми сплайсингу, альтернативний сплайсинг, транссплайсинг. Особливості реплікації-транскрипції геномів РНК-вірусів. Зворотна транскрипція і життєвий цикл ретровірусів. Трансляція. Молекулярна організація рибосом. Інформаційна РНК як матриця для синтезу білка.

17. Механізми контролю та регуляції молекулярно-генетичних процесів. Генетичний контроль і молекулярні механізми реплікації. Полігенний контроль процесу реплікації. Схема подій у реплікаційній виделці. Поняття про реплікон. Особливості організації та реплікації хромосом еукаріотів. Система рестрикції та модифікації. Типи репараційних процесів. Оперонні системи регуляції. Теорія Жакоба і Моно. Лактозний оперон, ген-регулятор і ген-оператор. Регуляція транскрипції на рівні термінації за прикладом триптофанового оперона. Порівняння принципів регуляції дії генів у прокариотів і еукаріотів.

18. Позахромосомні фактори спадковості. Методи виявлення і вивчення плазмід. Розміри та структура плазмідних ДНК. Ознаки бактерій, які контролюють плазмиди. Реплікація плазмід та її регулювання. Класифікація плазмід. Транспозони еукаріот, їх структурні та функціональні особливості, порівняння з транспозонами прокариотів.

19. Генетичні основи селекції. Селекція як наука. Предмет і методи дослідження. Генетика як теоретична основа селекції. Центри походження культурних рослин. Поняття про сорт, породу, штам. Системи схрещування в селекції рослин і тварин. Інбридинг та аутбридинг. Особливості міжвидової та міжродової гібридизації. Шляхи подолання несхрещуваності. Явище гетерозису та його генетичні механізми. Полімеразна ланцюгова реакція. ДНК-поліморфізм і методи його виявлення: поліморфні ДНК-маркери, RFLP, RAPD, ISSR, AFLP, SSR та інші. Методи ДНК-діагностики.

20. Генетична інженерія мікроорганізмів, рослин та тварин. Генетична інженерія як розділ біотехнології. Мета та методологія генетичної інженерії. ДНК-технології. Основні ферменти, що використовуються у ДНК-технологіях. Ферменти, що використовуються при рекомбінації ДНК *in vitro*. Конструювання гібридних молекул ДНК *in vitro*. Введення рекомбінованої ДНК у клітини реципієнтів. Поняття про вектори. Вектори прокариотів на основі плазмід і ДНК-фагів. Вектори еукаріотів. Методи синтезу генів. Проблема експресії гетерологічних генів. Мікроорганізми – продуценти господарсько-цінних речовин для мікробіологічної промисловості, одержані за допомогою генної інженерії. Дріжджі як об'єкт генетичної інженерії. Основи генетичної та клітинної інженерії рослин. Способи переносу чужорідної генетичної інформації в геном рослин. Використання Tі- та Rі-плазмід агробактерій у генетичній інженерії рослин. Основи генетичної інженерії тварин.

4. Навчальна дисципліна №4 «Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі: Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»

1. Предмет дисципліни. Зміст і завдання дисципліни. Класифікація основних технологічних процесів. Основні закони, яким підпорядковані технологічні процеси. Загальні принципи аналізу та розрахунку процесів і апаратів. Основи раціональної побудови апаратів. Методи інтенсифікації процесів біотехнологічних виробництв. Технології, що застосовуються в біотехнологічних виробництвах.

2. Моделювання та оптимізація процесів і апаратів. Класифікація моделей. Теореми і критерії подібності. Способи опрацювання експериментальних даних. Суть, переваги та недоліки математичного моделювання.

3. Гідравліка. Гідростатика. Основні поняття та визначення. Фізичні властивості рідини. Розподіл тиску по об'єму рідини. Закон Паскаля. Диференційні рівняння рівноваги Ейлера. Основне рівняння гідростатики. Практичне застосування основного рівняння гідростатики.

4. Гідродинаміка. Гідродинаміка. Основні поняття та визначення. Характеристики руху рідин. Рівняння нерозривності потоку. Диференційні рівняння руху Ейлера та Нав'є-Стокса. Рівняння Бернуллі. Практичне застосування рівняння Бернуллі. Визначення витрат рідини і середньої швидкості в круглій трубі. Формула Пуазейля. Гідродинамічна подібність. Гідравлічний опір в трубопроводах.

5. Рух тіл в рідинах. Турбулентний рух. Структура потоку. Товщина в'язкого підшару. Втрати напору по довжині. Гідравлічна шорсткість труб. Особливості гідравлічного розрахунку трубопроводів для транспортування рідин. Гідравлічний удар в трубах. Рух рідини через зернисті та пористі шари. Гідродинаміка киплячих зернистих шарів.

6. Переміщення рідин та газів. Гідравлічні машини та їх класифікація. Схема насосної установки. Насоси. Основні параметри насосів. Будова і принцип дії відцентрових та поршневих насосів. Визначення робочих точок. Регулювання подачі рідини відцентровим насосом. Поршневі ротаційні, водокільцеві насоси, принцип їх дії, розрахунок продуктивності, ККД. Типи вентиляторів, газодувок, компресорів. Загальні відомості.

7. Механічні процеси. Механічні процеси та їх класифікація. Загальні відомості. Подрібнення, сортування, пресування, гранулювання. Витрати енергії. Основні типи подрібнювачів (дробарок), принцип роботи.

8. Гідромеханічні процеси. Гідромеханічні процеси. Перемішування. Механічне перемішування. Оцінка ефективності, поточне і пневматичне перемішування. Будова і розрахунок мішалок. Витрати енергії на перемішування.

9. Класифікація неоднорідних систем. Класифікація неоднорідних систем за певними ознаками. Характеристика неоднорідних систем. Способи розділення неоднорідних систем.

10. Осадження. Загальна характеристика. Загальне рівняння швидкості осідання. (Рівняння Архімеда, Ляшенка, Стокса) Закономірності осаджування у відцентровому полі. Фактор розділення. Періодичні та безперервні відстійники, їх розрахунок. Принцип роботи відстійних і фільтрувальних центрифуг.

11. Фільтрування. Класифікація способів фільтрування. Основні рівняння фільтрування. Конструкції фільтрів. Конструкції та розрахунок фільтрів. Розрахунок продуктивності за сталої швидкості фільтрування і при сталому перепаді тисків.

12. Центрифугування. Відцентрове фільтрування. Відцентрова сила і фактор розділення. Процеси у відстійних та фільтрувальних центрифугах. Будова надцентрифуг та рідинних сепараторів. Розрахунок центрифуг.

13. Очищення газів. Класифікація газових неоднорідних систем і способи їх розділення. Фільтрування газів (димів). Механічне, мокре і електричне очищення. Скрубер Вентурі.

14. Теплові процеси. Методи поширення тепла в просторі. Теплові баланси. Передача тепла теплопровідністю, тепловим випромінюванням. Конвективний теплообмін. Теплопередача. Нестаціонарний теплообмін.

15. Нагрівання. Способи нагрівання, гріючі агенти. Охолоджувальні агенти. Способи охолодження та конденсації.

16. Конструкції теплообмінників. Гідравлічний розрахунок теплообмінників. Одноходові, багатходові кожухотрубно, трубчасті, типу «труба в трубі», змійовикові, зрошувальні та пластинчасті теплообмінники. Особливості конструкції та розрахунок теплообмінних апаратів.

17. Випарювання. Однокорпусні випарні установки. Матеріальні та теплові баланси. Плівкові та роторні випарні установки. Розрахунок випарних установок.

18. Масообмінні процеси. Основні закони дифузії (молекулярна, конвективна). Способи інтенсифікації. Масовіддача і масопередача. Рівновага при масопередачі. Швидкість масопередачі. Рушійна сила.

19. Масопередача з твердою фазою. Сорбція, абсорбція. Загальні відомості. Конструктори абсорберів. Адсорбція, іонообмінні процеси. Загальні відомості.

20. Перегонка та ректифікація. Види перегонки. Проста перегонка. Дефлегмація. Флегмове число. Матеріальний баланс простої перегонки. Ректифікаційні апарати. Азеотропна ректифікація.

21. Екстракція в системі рідина-рідина. Рівновага в системі рідина-рідина. Методи екстракції. Будова та розрахунок екстракційних апаратів. Екстракція в системі «тверде тіло-рідина». Мацерація (статична екстракція) та екстракція в атмосфері газів (вуглекислий, азот, аргон). Способи розчинення та вилуговування. Конструкції та розрахунок екстракційних апаратів.

22. Сушіння. Основні параметри вологого повітря. I-X діаграма вологого повітря. Рівновага при сушінні. Матеріальний і тепловий баланс сушіння. Визначення параметрів повітря і тепла на сушіння. Варіанти процесів сушіння. Швидкість сушіння. Конструкції та розрахунок сушарок (сублімаційні, пневматичні, розпилювальні.)

23. Кристалізація. Кристалізація та розчинення. Загальні відомості. Способи ведення та інтенсифікація процесу

5. Навчальна дисципліна №5 «Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі: Устаткування виробництв в галузі»

1. Загальна характеристика біотехнологічних процесів. Класифікація біотехнологічних процесів за технологічними ознаками, способи їх реалізації. Загальні методи біотехнології та апаратура для процесів біосинтезу. Типова схема біотехнологічних процесів.

2. Передферментаційні процедури. Підготовка поживних середовищ. Типова апаратура для підготовки поживних середовищ. Типове обладнання для транспортування і дозування сипких матеріалів. Обладнання для транспортування і дозування рідких матеріалів.

3. Стерилізаційні процедури. Теоретичні основи загибелі мікроорганізмів у процесі теплової обробки поживних середовищ. Періодична і безперервна стерилізація. Інженерна реалізація способів стерилізації апаратури та комунікації. Вибір лінії УНС і технологічні розрахунки лінії. Апаратура для стерилізації поживних середовищ, що використовуються для поверхневої ферментації.

4. Стерилізація повітря. Розрахунок потреб культури продуцента БАР у розчиненому повітрі. Механізми осадження частинок, які забезпечують тонке очищення повітря: інерційний, дифузійний, захоплення, седиментація, електроосадження. Типи фільтрувальних матеріалів для стерилізації повітря, їх вибір. Апаратура для стерилізації аераційного повітря.

5. Підготовка посівного матеріалу. Вирощування посівного матеріалу. Апарати для вирощування інокуляту. Схема передачі інокуляту із посівного апарата в ферментер.

6. Реалізація процесів біосинтезу. Стадія ферментації. Ферментаційне обладнання. Типи ферментерів за особливістю процесу біосинтезу. Класифікація ферментерів за конструкцією, способом введення енергії та перемішування (механічне, пневматичне, комбіноване). Типова обв'язка ферментера для глибинної ферментації. Схеми ферментерів для поверхневої ферментації.

7. Статика процесів біосинтезу. Розрахунок матеріальних балансів процесів біосинтезу. Інтегральні стехіометричні рівняння процесів ферментації. Математичні моделі росту біомас і синтезу цільових продуктів.

8. Режими та розрахунок процесу ферментації. Розрахунок об'ємів ферментаційної апаратури за моделями Мальтуса, Моно-Ієрусалімського, Ферхюльста у періодичних процесах та безперервних процесах

9. Тепловий ефект ферментації. Розрахунок теплового балансу ферментації. Теплова потужність, що виникає при синтезі біомаси. Тепловий ефект від перемішування культуральної рідини і розрахунок потрібної площі тепло обміну. Типи та конструкції теплообмінних пристроїв ферментерів. Порядок розрахунку теплообмінного пристрою ферментера.

10. Масообмінні процеси ферментації. Особливості масоперенесення кисню під час біосинтезу. Схема транспорту кисню з повітря у клітину. Рівняння матеріального балансу ферментера за киснем і його розв'язання. Вплив концентрації кисню на швидкість росту мікроорганізмів. Поняття про критичну концентрацію кисню.

11. Вимірювання концентрації розчиненого кисню. Об'ємний коефіцієнт масопередачі за киснем, експериментальні методи його визначення (динамічний, інтегральний, балансовий, дегазування, сульфідний). Особливості масоперенесення під час барботажної аерації і пневмомеханічного перемішування.

12. Особливості перемішування культуральних рідин. Механізми перемішування КР. Конструкції аеруючих і перемішуючих пристроїв ферментерів. Основні типи та розташування барботерів. Основні типи та розташування механічних мішалок.

13. Необхідність піногасіння. Піноутворення і піногасіння. Регулювання рівня піни. Методи піногасіння. Фізико-хімічні методи піногасіння. Механічні методи піногасіння. Автоматичні системи піногасіння.

14. Обробка культуральних рідин. Методи сепарування КР. Відділення біомаси від нативного розчину. Відстоювання. Звичайне фільтрування. Оптимізація процесу фільтрування. Типові конструкції ємнісних фільтрувальних апаратів циклічної дії. Фільтр-преси з ручним вивантаженням осаду. Автоматичні фільтр-преси ФПАКМ. Барабанні вакуум-фільтри. Стрічкові вакуум-фільтри. Інші конструкції фільтрів. Установки для зневоднення біошроту. Осадження. Центрифугування, звичайні центрифуги. Сепарація: трубчасті сепаратори, тарілчасті сепаратори. Флотування.

15. Концентрування нативних розчинів. Випарювання: трубчасті вакуум-випарні апарати, роторні вакуум-випарні апарати. Мембранні процеси концентрування і розділення: мікрофільтрування, ультрафільтрування, нанофільтрування, зворотний осмос. Поняття про селективність і проникливість мембран. Конструкції апаратів для баромембранних процесів очищення і концентрування продуктів мікробіологічного синтезу.

16. Сорбційні методи вилучення цільових продуктів. Поняття про рідинну хроматографію. Іонообмінні смоли та апаратура для іонногостатичного і динамічного іонообміну. Аффінна хроматографія для вилучення білків.

17. Рідинна екстракції та осадження. Оброблення нативних розчинів методами рідинної екстракції та осадження. Апаратура для рідинної екстракції. Ємнісні екстрактори з перемішуванням. Системи "інжектор-розділовий сепаратор". Диференційно-контактні екстрактори. Виділення цільових продуктів з нативних розчинів шляхом осадження.

18. Оброблення біомас і твердофазна екстракція. Дезінтеграція біомас та подальша обробка дезінтегрованої біомаси. Твердофазова екстракція: апаратура (ємнісні екстрактори з перемішувальним пристроєм, перколятори тощо) та технологічні розрахунки.

19. Сушіння продуктів мікробного синтезу. Пневматичні, аерофонтанні сушарки і сушарки у псевдозрідженому стані. Розпилювальні сушарки,

циклони. Сублимаційне сушіння. Вакуум-сушильні шафи. Вальцові сушарки. Інші типи сушарок, які застосовують в мікробіологічній промисловості. Технологічні розрахунки сушильної апаратури.

20. Кондиціонування і фасування товарних продуктів мікробного синтезу. Спеціальне подрібнення, гранулювання, змішування порошків. Автомати для фасування і упакування. Короткі відомості про машини для стискання повітря. Холодильні машини. Трубна арматура в стерильному виконанні. Допоміжні процеси і апарати.

3. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

До навчальної дисципліни №1 «Загальна мікробіологія та вірусологія»

Основна:

1. Сергійчук М.Г. Мікробіологія: Підручник / М. Г.Сергійчук, В.К. Позур, А.І. Вінніков, Т.М. Фурзікова, Н.М.Жданова, І.В. Домбровська, Ю.В. Швець. –К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2005. – 375 с.
2. Основи мікробіології /С.П.Гудзь, Р.О.Кузнецова, Р.В.Кучерас, М.Ф.Коструба, І.С.Білінська, О.В. Популях. – К.: НМК ВО, 2001. – 236с.
3. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія: Підручник / Т. П. Пирог. – К.:НУХТ, 2004. – 472 с.
4. Загальна мікробіологія, вірусологія, імунологія: Навч. посібник / П. З. Протченко. — Одеса: Одес. держ. ун-т, 2012. – 298 с.
5. Ташута С.Г. Загальна вірусологія: Посібник / Т. Г. Ташута. –К.: БІБ, 2004. – 458 с.
6. Антипчук А. Ф. Мікробіологія: Навч. посіб. / А. Ф. Антипчук, Ю. Д. Бабенюк //К.:Україна. – 2010. – 150 с.
7. Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології / К. М. Векірчик. – Підручник. – К.: Либідь, 2001. – 312 с.

Додаткова:

1. Мікробіологія з технікою мікробіологічних досліджень, вірусологія та імунологія: підручник (ВНЗ І—ІІІ р. а.) / В.А. Люта, О.В. Кононов. – К.: Медицина, 2018. – 576 с.
2. Поліщук В.П., Посібник з практичних занять з курсу «Загальна вірусологія» / В. П. Поліщук, І.Г. Будзанівська, Т.П. Шевченко // К.: Фітоцентр, 2005. – 204с.
3. Практична мікробіологія: Посібник / С.І. Климнюк, І.О. Ситник, М.С. Творко. –Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. – 440 с.

До навчальної дисципліни №2 «Загальна біотехнологія»

Основна:

1. Біотехнологія. Том 1. Загальна та мікробна біотехнологія: навч. посіб./О.С. Воронкова, Т.В. Скляр, Ю.С. Воронкова, І.М. Зубарева.–Д.: Ліра, 2018. – 200 с.

2. Біотехнологія. Том. 2. Генетична та клітинна інженерія. Екобіотехнологія. навч. посіб. / О.С. Воронкова, Т.В. Скляр, Ю.С.Воронкова, І.М. Зубарева. – Д.: Ліра, 2019. – 156 с.
3. Пирог Т.П. Біохімічні основи мікробного синтезу: підручник / Т.П. Пирог, Ю.М.Пенчук – К.: Видавництво Ліра-К, 2019. – 304 с.
4. Волков Г.Л. Пілотний завод та експериментальне виробництво: роль у розвитку біотехнологічної промисловості // Укр. біохім. журн.. – т. 72, №3. – 2000. – С. 142 – 156.
5. Вінніков А.І., Черевач Н.В., Полішко Т.М., Крисенко О.В., Скляр Т.В. Санітарна мікробіологія. – Дн-ськ.: Видавництво ДНУ, 2006. – 300 с.
6. Сидоров Ю.І., Влезло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості (3 томи). – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 252 с.
7. Божков А.І. Біотехнологія / А.І. Божков. – Харків: Федорко, 2008. – 364 с.
8. Кляченко О.Л. Біотехнологія рослин. Навчальне видання. / О.Л. Кляченко. К.: Видавництво Українського фітосоціоцентру, 2009. – 93 с.
9. Мусієнко М.М. Біотехнологія рослин. Навчальний посібник. / М.М. Мусієнко, О.О. Панюта – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. –114 с.

Додаткова:

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Загальна біотехнологія” для студентів напряму “Біотехнологія” усіх форм навчання / Укл.: І.М. Зубарева, А.І. Вінніков. - Дніпропетровськ, 2014. – 50 с.
2. Санітарні норми та правила в Україні. – К.: КНТ, 2004. – 460 с.
3. Методичні вказівки до вивчення курсу “Загальна біотехнологія” для студентів напряму “Біотехнологія” усіх форм навчання / Укл.: І.М. Зубарева, А.І. Вінніков - Дніпропетровськ, 2014. –16 с.
4. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Загальна біотехнологія» для студентів напряму 6.051401 “Біотехнологія” усіх форм навчання / Укл.: І.М. Зубарева, А.І. Вінніков. – Дніпропетровськ, 2014. – 24 с.
5. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія антибіотиків та лікарських препаратів» / Укладач: Головей О.П. – Кам’янське: ДДТУ, 2017. – 121 с.

До навчальної дисципліни №3 «Генетика»

Основна:

1. Генетика: підручник / А.В. Сиволоб, С.Р. Рушковський, С.С. Кир’яченко та ін. / за ред. А.В. Сиволоба. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 320 с.
2. Ніколайчук В. І.Збірник задач з генетики: Навчальний посіб. з дисципліни «Генетика» / В. І. Ніколайчук, Б. Б. Надь. – Ужгород: «Патент», 2001. – 177 с.
3. Кулікова Н. А., Ковальчук Л. Є. Медична генетика: Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2004. – 173 с.

4. Пішак В.П. Основи медичної генетики: Підруч. / В. П. Пішак, І. Ф. Мецишин, О. В. Пішак – Чернівці, 2000. – 248 с.
5. Генетика з основами селекції: Лабораторний практикум / укладачі О.Т. Лагутенко, Н.П. Чепурна. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. – 160 с.
6. Терновська Т.К. Генетичний аналіз. Навчальний посібник з курсу «Загальна генетика». —К.: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2010. — 335 с.

Додаткова:

1. Практикум з медичної генетики // Д.: ДНУ.–2000.
2. Сатарова Т.М. Збірник задач з загальної генетики /Т.М. Сатарова, З.В. Грицай, Л.В. Шупранова. Д.: РВВ ДНУ, 2002. – 28с.
3. Сатарова Т.С., Грицай З.В., Павлюкова Н.Ф. Збірник задач за темою “Взаємодія неалельних генів” Д.: РВВ ДНУ, 2004. – 32с.
4. Сатарова Т.М., Павлюкова Н.Ф., Грицай З.В., Юсипіва Т.І. Методичні вказівки до вивчення курсу генетика. Д.: РВВ ДНУ, 2007. – 20с.

До навчальної дисципліни №4 «Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі: Процеси і апарати біотехнологічних виробництв»

Основна:

1. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Частина І. Ферментація. – Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2004.- 240 с.
2. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Частина ІІ. Обробка культуральних рідин. – Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2004.- 296 с.
3. Ханін Я.М., Дубинін А.І., Станіславчук О.В. Процесита апарати хімічних технологій.- Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2005. - 192 с.
4. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Антіпов І.А. Біотехнологія.- К.: ТОВ “Аграр Медіа Груп”, 2013.-350с.
5. Процеси і апарати харчових виробництв /За ред. Малежика І.Ф. Київ , НУХТ. 2003
6. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум /За ред. Малежика І.Ф. Київ, НУХТ, 2006.
7. Чуєшов В.І., Сичкарь А.А., Стрельніков Л.С. та ін. Каталог технологічного обладнання хіміко-фармацевтичної промисловості. – Харків: Вид-воНФаУ, 2005. – 307с.

Додаткова:

1. Волков Г.А. Пілотний завод та експериментальне виробництво. Роль у розвитку біотехнологічної промисловості //Український біохімічний журнал.- 2000.- Т. 72, №3.- С. 142-155.

2. Тертишний О.О. Процеси та апарати хімічної технології. Методичні вказівки до практичних занять по дисципліні «Процеси і апарати» для студентів всіх спеціальностей / О.О. Тертишний, О.В. Тертишна. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ.- 2015.- 43 с.
3. Лабораторний практикум з процесів і апаратів харчових виробництв/Під ред. А.С. Гінзбурга. - К.: Агропромвидат, 2011. - 256 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни “Устаткування виробництва”. Для здобувачів вищої освіти бакалаврського рівня зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». Укладач: В.М. Гуляєв. Кам’янське: ДДТУ, 2019. – 58с.
5. Методичні вказівки до вивчення курсу “Процеси та апарати біотехнологічних виробництв ” для студентів напряму “Біотехнологія” усіх форм навчання / Укл.: І.М. Зубарева, А.І. Вінніков - Дніпропетровськ, 2014. 16 с.
6. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу “Процеси та апарати біотехнологічних виробництв” для студентів напряму “Біотехнологія” усіх форм навчання / Укл.: І.М. Зубарева А.І. Вінніков - Дніпропетровськ, 2014. – 50 с.

До навчальної дисципліни №5 «Процеси, апарати та устаткування виробництв галузі: Устаткування виробництв в галузі»

Основна:

1. Волошин Д.М., Шестозуб А.Б., Гуляєв В.М. Устаткування галузі і основи проектування. – Дніпродзержинськ: Вид-во ДДТУ.- 2004.- 371с.
2. Гуляєв В.М. Устаткування виробництв. Для здобувачів вищої освіти бакалаврського рівня зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»./ В.М. Гуляєв. Кам’янське: ДДТУ, 2019. – 58с.
3. Керейбаєва Г. Х. Розрахунок обладнання для біотехнологічних процесів. Методичні вказівки до практичних занять по дисципліні «Процеси і апарати в біотехнології» / Г.Х. Керейбаєва, Г. В. Курбанова, Н. І. Кордакова, Г.С. Жаксибаєва. – Алмати: КазНТУ імені К. І. Сатпаєва, 2015. – 26 с.
4. Чуєшов В.І., Сичкарь А.А., Стрельников Л.С. та ін. Каталог технологічного обладнання хіміко-фармацевтичної промисловості. – Харків: Вид-во НФаУ, 2005. – 307с.
5. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Частина І. Ферментація. – Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2004.- 240 с.
6. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Частина ІІ. Обробка культуральних рідин. – Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2004.- 296 с.
7. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Антіпов І.А. Біотехнологія.- К.: ТОВ “Аграр Медіа Груп”, 2013.-350с.
8. Домарецький В.А. Технологія харчових продуктів: навч. посібник для студентів ВНЗ.- К.: Вид. дім «Асканія», 2011.- 736 с.

9. Домарецький В.А., Куц А.М., Шевченко О.Ю. та ін. Біологічні та фізико-хімічні основи харчових технологій: монографія / Під ред. Домарецького В.А.-К.: Фенікс, 2011.- 704с.

Додаткова:

1. Процеси і апар. харч.виробництв. Лабораторний практикум /За ред. Малежика І.Ф. Київ, НУХТ, 2006
2. Волков Г.А. Пілотний завод та експериментальне виробництво. Роль у розвитку біотехнологічної промисловості //Український біохімічний журнал. - 2012.- Т. 72, №3.- С. 142-155.
3. Мельничук М.Д., Григорюк І.П., Новак Т.В., Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Спиридонов В.Г., Клюваденко А.А., Антіпов І.А., Оверченко В.В. Біотехнологія рослин. Практикум.- К.: ТОВ “Аграр Медіа Груп”,2012.-215с.
4. Ханін Я.М., Дубинін А.І., Станіславчук О.В. Процеси та апарати хімічних технологій.- Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2005. - 192 с.
5. Процеси і апарати харчових виробництв /За ред. Малежика І.Ф. Київ , НУХТ. 2003
6. Методичні вказівки до вивчення курсу “Устаткування виробництв у галузі (біотехнології)” для студентів напряму “Біотехнологія” усіх форм навчання / Укл.: І.М. Зубарева, А.І. Вінніков. - Дніпропетровськ, 2014. -16 с.
7. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Устаткування виробництв у галузі (біотехнології)” для студентів напряму “Біотехнологія” усіх форм навчання / Укл.: І.М. Зубарева А.І. Вінніков. - Дніпропетровськ, 2014. – 50 с.
8. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Устаткування виробництв у галузі (біотехнології)» для студентів напряму 6.051401 “Біотехнологія” усіх форм навчання/Укл.: І.М. Зубарева, А.І. Вінніков.– Дніпропетровськ, 2014. – 24с.

4. СТАНДАРТНА СТРУКТУРА ВАРІАНТУ ФІ

Кожний варіант фахового іспиту містить 50 тестових завдань; зміст яких стає відомим вступнику лише при отриманні варіанту випробування. Всі питання складені у формі обрання однієї вірної відповіді з чотирьох запропонованих; проти якої вступник має зробити відповідну позначку.

Оцінка за відповідь на кожне питання варіанту ФІ може набувати одного з двох значень:

- максимального значення 2 бали у випадку вірної відповіді;
- мінімального значення 0 балів у випадку невірної відповіді.

Розподіл питань у кожному варіанті:

- за формою завдань

Форма завдання	Кількість одиниць у варіанті	Кількість балів за одне завдання	Максимальна кількість балів, яка може бути набрана за весь іспит
Питання на обрання вірної відповіді	50	2	$50 \times 2 = 100$

- за темами навчальних дисциплін

База містить 5 дисциплін, в кожній дисципліні 4 різних блоки; обирається по три завдання з першого і другого блоку і по два завдання з третього і четвертого блоку;

всього одиниць у варіанті білету 50.

Для забезпечення оголошеної структури екзаменаційного білету і належної варіативності при його формуванні склад та об'єм бази тестових завдань повинен бути таким

Дисципліни	Кількість блоків	Кількість завдань в одному блоці	Всього завдань з дисципліни
Дисципліна №1	4	25	100
Дисципліна №2	4	25	100
Дисципліна №3	4	25	100
Дисципліна №4	4	25	100
Дисципліна №5	4	25	100
Загальна кількість завдань			500

Структура варіанту з фахового іспиту:

	Кількість тестових завдань у варіанті	Кількість балів за тестове одне завдання	Максимальна кількість балів
Дисципліна №1	10	2	20
Дисципліна №2	10	2	20
Дисципліна №3	10	2	20
Дисципліна №4	10	2	20
Дисципліна №5	10	2	20
Всього питань на обрання вірної відповіді	50	2	$50 \times 2 = 100$