

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЗАГАЛЬНА БІОТЕХНОЛОГІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
ЗА НАПРЯМОМ 6.051401– «БІОТЕХНОЛОГІЯ»

КРЕМЕНЧУК 2017

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни
«Загальна біотехнологія» для студентів денної форми навчання за напрямом
6.051401 – «Біотехнологія»

Укладачі: д.б.н., проф. В. В. Никифоров,
старш. викл. О. О. Никифорова
Рецензент к.б.н., доц. А. В. Пасенко

Кафедра біотехнологія і здоров'я людини

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського

Протокол №__ від_____2017 р.

Голова методичної ради

проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Навчальні елементи дисципліни.....	6
2 Теми та погодинний розклад лекцій, лабораторних робіт, практичних занять і самостійної роботи.....	13
3 Перелік тем і питань для самостійного опрацювання.....	14
4 Питання до іспиту.....	30
5 Теми рефератів.....	33
6 Критерії оцінювання знань студентів	35
Список літератури.....	38

ВСТУП

Мета курсу – сформувати уявлення у студентів-екологів про сучасну біотехнологію, висвітлити основні проблеми біотехнології на сучасному етапі розвитку науки; дати основи знань з молекулярної біотехнології, сформувати уявлення про застосування мікробіологічних систем у молекулярній діагностиці, мікробіологічне виробництво вакцин і лікарських препаратів.

Завдання курсу – показати основні досягнення і перспективи розвитку біотехнології в різних галузях, ознайомити з сучасними методами генної інженерії та застосуванням їх у біології та медицині; сформувати наукову базу, яка дозволяє студентам орієнтуватися в широкому колі питань біотехнології.

У результаті вивчення навчального курсу студент повинен **знати:**

- основні об'єкти біотехнології та вимоги, щодо їх застосування;
- основні сучасні методи молекулярної біотехнології і особливості їх використання в біології та медицині;

уміти:

- володіти спеціальною термінологією, розуміти основні поняття біотехнології;
- орієнтуватися в літературних джерела біотехнологічної тематики та застосовувати системні підходи щодо аналізу наукової літератури.

Самостійна робота студентів з дисципліни «Біотехнологія» передбачає роботу над підручниками, опрацювання лекційного матеріалу, ознайомлення з фаховою літературою, підготовку рефератів, участь у науково-дослідній роботі, виступи на наукових конференціях. Самостійна робота спрямована на засвоєння матеріалу, передбаченого програмою курсу. Вона може виконуватися в бібліотеках, навчальних кабінетах, комп'ютерних класах, удома.

Ступінь оволодіння знаннями студентами встановлюється у процесі поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється шляхом фронтального опитування на початку лекції і перевірки домашніх завдань на семінарах, а також під час

індивідуальної співбесіди і за підсумками перевірки письмових контрольних робіт.

Протягом семестру студенти повинні підготувати реферат і періодично звітувати перед викладачем про самостійне опрацювання окремих питань курсу.

Усі види самостійної роботи студенти повинні подати у визначений термін. Після перевірки індивідуального завдання студент зобов'язаний виправити допущені помилки, інакше він не допускається до виконання наступного завдання.

Підсумковий контроль знань здійснюється під час іспиту, який проводиться в усній або письмовій формі.

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна «Біотехнологія» є ґрунтовною та входить до циклу дисциплін базової загальноосвітньої підготовки екологів. Біотехнологія є міжгалузєвою наукою, що має тісний зв'язок із загальною біологією, анатомією та фізіологією людини, мікробіологією, медициною, хімією і органічною хімією.

1 НАВЧАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ ДИСЦИПЛІНИ

Адсорбція – поверхневе поглинання речовини із газоподібного або рідинного середовища.

Автотрофи – організми, які здатні синтезувати із неорганічних речовин органічні сполуки з використанням сонячної енергії або енергії хімічних реакцій (як джерело карбону використовують CO_2).

Аерація – насичення середовища повітрям, киснем.

Аеробні організми – організми, які є життєздатними тільки в середовищах, що містять незалежний молекулярний кисень.

Амінокислоти – клас органічних речовин, які вміщують карбоксильну ($-\text{COOH}$) та аміногрупу ($-\text{NH}_2$) і володіють властивостями як кислот, так і лугів.

Анаеробні організми – організми, які є життєздатними у безкисневому середовищі.

Антибіотики – речовини біологічного походження, які здатні знищувати мікроорганізми або пригнічувати їх ріст.

Антигени – складні органічні речовини (білки, полісахариди або ін.), які сприймаються організмом як чужорідні та які здатні при потраплянні в організм людини або тварини викликати імунну реакцію (утворення антитіл).

Антитіло – складні білки – імуноглобуліни, які утворюються імунною системою організму людини або тварини у відповідь на введення антигену і які здатні вступати з ним у специфічну реакцію.

Біотехнологія – сукупність промислових методів, які використовують живі організми та біологічні процеси для виробництва цінних для народного господарства продуктів.

Біотехнологічний процес – промисловий процес, який містить три основні стадії: підбір біооб'єкта; культивування; виділення, очистка та модифікація цільового продукту.

Біотехнологічні продукти – речовини, які утворюються в результаті життєдіяльності об'єктів біотехнології.

Біореактор – спеціальні технічні системи, якими оснащуються біотехнологічні процеси та які використовуються для культивування біомаси та синтезу вторинних метаболічних сполук (продуктів обміну).

Біомаса – клітинна маса живих організмів (популяцій, видів, групи видів, суспільств у цілому) в конкретних екологічних умовах.

Біогаз – горючий газ, який одержано з твердих та рідинних відходів, у тому числі з відходів тваринництва, стічних вод тощо, а також при зброджуванні спеціально зрошуваних водоростей або інших організмів із значним приростом біомаси.

Бродіння – анаеробний ферментативний окислювально-відновний процес отримання енергії, в якому від субстрату (донора) відщеплюється водень (або електрони) та переноситься на продукти – низькомолекулярні органічні речовини (акцептори) за певними умовами.

Вакцини – препарати, які одержані з живих (послаблених, знешкоджених) або мертвих мікроорганізмів, окремих компонентів мікробних клітин та продуктів їх життєдіяльності, які використовуються для імунізації людини або тварин з метою профілактики та лікування.

Випарювання – метод виділення біомаси із культуральної рідини – метод її зневоднення (концентрування біомаси).

Висадження – метод виділення біомаси із культуральної рідини за допомогою спеціальних хімічних речовин (стимуляція агрегації клітинної біомаси).

Генетика – наука, яка вивчає механізми і закономірності спадковості та мінливості організмів, методи управління цими процесами.

Генотип – сукупність генів організму.

Гетеротрофи – організми, які використовують для побудови клітин органічних речовин, що продуковані іншими видами організмів, як джерело вуглецю застосовують готові органічні сполуки.

Дезинтеграція – метод руйнування цілісного організму (клітин) на складові частини.

Детермінація клітинного матеріалу – здатність біологічного матеріалу при штучній пересадці на чуже місце у зародку перетворитися в орган, який з нього утворюється в нормі.

Експресія гена – реалізація генетичної інформації, яка закодована у послідовності нуклеотидів молекули ДНК; складається з 2 основних стадій – транскрипції та трансляції.

Екстракція – метод здобування продукту за допомогою екстрагентів (розчинників), які здатні його поглинати.

Еукаріоти – організми (людини, тварини та рослини), клітини яких містять оформлене ядро з двошаровою мембраною та хромосомами.

Живильне середовище (субстрат) – джерело живлення та енергії для біооб'єктів-продуцентів, що вміщує необхідний набір різних хімічних елементів, які беруть участь в обміні між клітинами мікроорганізмів та середовищем.

Живильні середовища елективні – вибіркові середовища, які забезпечують переважний розвиток необхідної групи мікроорганізмів.

Імобілізація – метод створення тимчасової нерухомості (біооб'єкт у системі носія).

Імобілізовані клітини – клітини, які включені до яких-небудь органічних носіїв (гелів, мембран, волокна) або закріплені на поверхні носія.

Імунітет – несприйняття організму до інфекційних агентів та чужорідних речовин, його здатність захистити свою цілісність і біологічну індивідуальність.

Інокуляція – введення живих мікроорганізмів, інфікованого матеріалу, сироватки або інших речовин у живильні середовища, в тканини рослин та тварин (людини).

Інтерферони – захисні білки, які синтезуються клітинами організму людини, тварин у відповідь на зараження їх вірусами.

Калус (*callous*) – маса недиференційованих клітин, які утворюються при пошкодженні рослини; розвиваються при культивуванні на штучних середовищах одинокої клітини з додаванням стимуляторів росту (фітогормонів).

Клон – група клітин-нащадків (генетично ідентичних), що виникли нестатевим шляхом з однієї клітини.

Контамінація – забруднення живильного середовища сторонньою мікрофлорою.

Кріоконсервація – метод глибокого заморожування клітин з подальшим зберіганням у рідинному азоті (-196°C) або його парах (-150°C).

Культуральна рідина – водний розчин залишків живильного середовища та одержаних продуктів біосинтезу після етапу відділення біомаси.

Ліофільне висушування – метод консервації продуцентів шляхом заморожування розчину або суспензії клітин і подальшої сублімації (возгонки) у вакуумі.

Масштабування – процес перенесення біотехнологічного процесу з лабораторних умов до промислових.

Метаболіти – сполуки, які утворюються в процесі обміну речовин живої клітини.

Метаболізм – процес обміну речовин у живому організмі (сукупність біохімічних реакцій перетворення хімічних сполук у живому організмі).

Мікробний синтез – синтез корисних речовин за допомогою маси мікробних клітин.

Моноклональні антитіла – специфічні за структурою антитіла, які синтезовані на основі мієломних (пухлинних) клітин та імунних В-лімфоцитів; утворюють антитіла, що спрямовані на чужорідний антиген.

Мутагени – фактори (фізичні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні), які здатні викликати мутації.

Мутація – природні або ті, що викликаються мутагенами (індуковані) зміни спадкових властивостей організму (його генотипу), які виникають у

результаті перебудов або порушень у генетичному матеріалі організму, спадкова мінливість.

Накопичувальна культура – це культура, яка складається переважно з мікроорганізмів одного виду.

Пастеризація – процес знищення у живильних середовищах, продуктах безспорових бактерій шляхом тривалого (20–30 хв) одноразового нагрівання у температурному режимі менше 100° С (60–70° С).

Прокаріоти – доядерні організми (бактерії та синьо-зелені водорості), клітини яких не мають сформованого ядра, а мають ядерний еквівалент (нуклеоїд – кільцеву замкнену молекулу ДНК).

Протопласт – вміст клітини (цитоплазма, органели) без клітинної мембрани.

Селекція – процес виведення нових та покращення існуючих сортів рослин, порід тварин та штамів мікроорганізмів шляхом штучного мутагенезу, відбору, гібридизації, генної та клітинної інженерії.

Сепарація – процес відділення біомаси від культуральної рідини (розподілення на складові частини).

Стерилізація – процес повного знищення у живильних середовищах, посуді, сухих матеріалах, у біореакторах живих мікроорганізмів та їх спочиваючих форм (спор) в умовах високих температур 100–120° С, надлишкового тиску, за часом (20–45 хв).

Суспензія – суміш двох (або більше) речовин, з яких одне (тверде) розподілено у вигляді дрібних частинок у другому (в рідині) в завислому стані.

Ультрафільтрація – надфільтрація, метод відділення біомаси від культуральної рідини на мембранних фільтрах з визначеним розміром.

Фаги – неклітинні форми життя, ультрамікроби, які здатні розмножуватися та викликати за допомогою літичних ферментів лізис (розчинення) клітин живих організмів.

Ферменти – біологічні каталізатори, за хімічною природою – білки, обов'язково присутні в усіх клітинах живих організмів, прискорюють швидкість біохімічних реакцій.

Фільтрація – процес відділення нерозчинених речовин (біомаси) від рідини, в якій вони знаходяться, шляхом пропускання крізь пористу поверхню.

Флотація – один з способів виділення біомаси від культуральної рідини, який оснований на різній здатності до змочування водою частинок речовин (біомаса випадає до осаду або зпливає на поверхню).

Чиста культура – культура мікроорганізмів одного виду.

Штам – культура одного й того ж виду, яка виділена з різних субстратів та відрізняється незначними змінами властивостей.

2 ТЕМИ ТА ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛЕКЦІЙ, ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ, ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Назви модулів і тем	Кількість годин				
	усього	лек	пр	лаб	ср
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 Основи біотехнологічного процесу					
Тема 1 Предмет біотехнології. Проблеми сучасної біотехнології	16	2		2	12
Тема 2 Об'єкти біотехнології, основні вимоги щодо їх використання	23	4	2	2	15
Тема 3 Методологія біотехнологічного процесу	21	4		2	15
Тема 4 Кінцеві стадії виробництва біотехнологічного продукту	21	4		2	15
Тема 5 Мікробіологічне виробництво біологічних речовин: амінокислот, білків, антибіотиків	26	4	2	4	16
Разом за модулем 1	107	18	4	12	73
Модуль 2 Основи молекулярної біотехнології					
Тема 6 Генна інженерія. Технологія рекомбінантних ДНК	23	4	2	2	15
Тема 7 Біохімічні процеси утворення енергії	21	4		2	15
Тема 8 Особливості створення систем експресії генів для прокаріот	26	6	2	2	16
Тема 9 Основні принципи створення і використання плазмідних векторів для еукаріот	26	6	2	2	16
Тема 10 Отримання лікарських препаратів з використанням технологій рекомбінантних ДНК	23	4	2	2	15
Тема 11 Трансгенні тварини, трансгенні рослини: методологія	21	4		2	15
Тема 12 Контроль застосування біотехнологічних методів	23	4	2	2	15
Разом за модулем 2	163	32	10	14	107
Усього	270	50	14	26	180

3 ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема 1 Предмет біотехнології. Проблеми сучасної біотехнології

Питання для самостійного опрацювання

Біотехнологія як наука та галузь виробництва. Спільні риси та відмінності хімічної та біологічної технологій. Основні складові частини біотехнології та зв'язок цієї дисципліни з іншими науками. Основні біотехнологічні наукові центри. Економічні та соціальні аспекти біотехнології. Тенденції розвитку біотехнологічних досліджень і промислової біотехнології. Основні біотехнологічні фірми розвинутих країн. Організація біотехнологічних досліджень і розвиток біотехнологічного виробництва в Україні. Етапи розвитку біотехнології. Значення біотехнології.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте основні періоди становлення і розвитку промислової біотехнології.
2. Що являють собою передумови формування біотехнології як науки?
3. Охарактеризуйте предмет і об'єкти біотехнології.
4. Кого серед учених-дослідників можемо вважати засновниками біотехнології?
5. Яким був науковий внесок Л. Пастера в розвиток біотехнології?
6. Який внесок у розвиток біотехнології зробили вітчизняні вчені?
7. Чим новітня біотехнологія відрізняється від традиційної?
8. Яка біотехнологічна продукція використовується у народному господарстві?
9. Які довгострокові завдання постали перед біотехнологією у XXI ст.?
10. Які ключові напрями розвитку біотехнології XXI ст.?
11. Охарактеризуйте світовий ринок біотехнологічної продукції.
12. Які перспективи розвитку біотехнології в Україні?
13. Які науки сформували теоретичне підґрунтя біотехнології?
14. Коли і ким уперше було синтезовано молекулу ДНК?

15. З іменами яких учених пов'язують відкриття антибіотиків?

16. Коли було започатковано промислове виробництво антибіотиків?

Література: [1, с. 3–8; 2, с. 2–3; 5, с. 8–14; 6, с. 26–35; 12, с. 3–5; 19, с. 2–5; 23–25; 20, с. 3–13].

Тема 2 Об'єкти біотехнології, основні вимоги щодо їх використання

Питання для самостійного опрацювання

Види і склад живильних середовищ, які використовуються для культивування мікроорганізмів. Підготовка поживного середовища. Стерилізація поживних середовищ. Підготовка стерильного стисненого повітря. Способи очищення повітря. Характеристика фільтрувальних матеріалів. Технологічна схема стиснення й очищення повітря. Очищення відпрацьованого повітря. Підготовка біологічного агента. Зберігання вихідних штамів продуцентів. Одержання посівного матеріалу. Дозування і фізіологічний стан посівного матеріалу. Підготовка апаратури та комунікацій. Методи виявлення і кількісний облік в об'єктах навколишнього середовища та техногенних потоків.

Питання для самоперевірки

1. На який період припадає виникнення сучасної біотехнології?

2. Які господарські проблеми можна вирішити за допомогою різних біотехнологій?

3. Із яких основних елементів складається біотехнологічний процес?

4. Назвіть вітчизняні аналоги біотехнологічних процесів, поширених у світі?

5. Які стратегічні перспективи розвитку біотехнологій у світі?

6. Які види продукції можна виготовляти, застосовуючи біотехнології?

7. Які конкретні завдання ставляться перед екологічно спрямованими біотехнологіями?

Література: [1, с. 23–24; 2, с. 12–13; 3, с. 8–14; 8, с. 11, с. 34–37; 14, с. 26–30; 16, с. 28–34; 18, с. 12–15].

Тема 3 Використання закономірностей регуляції метаболізму в конструюванні промислових мікроорганізмів

Питання для самостійного опрацювання

Регуляція активності ферментів. Індукція, репресія кінцевим продуктом, катаболітна репресія, катаболітна інактивація. Особливості регуляції біосинтетичних і катаболітних шляхів. Причини надсинтезу мікробних метаболітів. Надсинтез лимонної кислоти аспергілами та глютамінової кислоти коринебактеріями. Конструювання мікроорганізмів-надподуцентів амінокислот і антибіотиків за допомогою генетичних і генно-інженерних методів (наприкладі продуцентів лізину, треоніну, макролідних, аміноглікозидних і антрациклінових антибіотиків).

Питання для самоперевірки

1. Які біосинтетичні процеси у мікроорганізмів потребують найбільших витрат енергії (АТФ)?
2. Як у мікроорганізмів відбувається асиміляційна нітратредукція?
3. Які амінокислоти утворюються в результаті прямого амінування?
4. Які амінокислоти утворюються в результаті трансамінування?
5. Назвіть попередників синтезу амінокислот.
6. Які є шляхи біосинтезу лізину у мікроорганізмів?
7. Як відбувається синтез ароматичних амінокислот?
8. Назвіть основні етапи синтезу піримідинових і пуринових нуклеотидів.
9. Як відбувається утворення вуглеводних попередників ліпополісахаридів клітинної стінки у грамнегативних бактерій?
10. Як синтезуються вуглеводні компоненти клітинної стінки у еукаріот?
11. Які особливості притаманні синтезу вуглеводів під час вирощування мікроорганізмів на вуглеводних і неуглеводних субстратах?
12. На основі яких ознак метаболіти поділяють на первинні та вторинні?
13. Чому органічні кислоти є первинними метаболітами?
14. Дайте характеристику оцтовокислих бактерій.
15. Як відбувається утворення оцтової кислоти з етанолу у оцтовокислих

бактерій?

16. Які особливості функціонування циклу трикарбонових кислот притаманні оцтовокислим бактеріям?

17. Які органічні кислоти синтезуються грибами?

18. Який механізм синтезу органічних кислот у грибів?

19. Як впливає концентрація заліза у середовищі культивування грибів на синтез лимонної кислоти?

20. Які способи використовуються для одержання амінокислот у промисловому масштабі?

21. Назвіть шляхи використання амінокислот у різних галузях промисловості і медицині.

22. Які особливості притаманні синтезу амінокислот у мікроорганізмів?

Література: [2, с. 43–48; 4, с. 12–13; 7, с. 28–31; 13, с. 26–35; 19, с. 7–19].

Тема 4 **Методологія біотехнологічного процесу. Кінцеві стадії виробництва біотехнологічного продукту**

Питання для самостійного опрацювання

Характеристики основних мікробіологічних виробництв (продуценти, сировина, етапи промислового процесу, використання готового продукту): етанолу, ацетону, бутанолу, оцтової та лимонної кислот, амінокислот, антибіотиків, вітамінів, ферментів, білка одноклітинних, мікробних полісахаридів. Екологічні проблеми промислової мікробіології та шляхи їх розв'язання.

Питання для самоперевірки

1. Який метаболічний процес називається бродінням? Які особливості притаманні бродінню?

2. Чому у процесі бродіння спостерігається слабкий ріст мікроорганізмів?

3. Яка максимальна кількість молекул АТФ може синтезуватись у процесі бродіння і за якими механізмами?

4. За яких умов у процесі бродіння може утворюватись додатковий АТФ в

ацетаткіназній реакції?

5. Чим відрізняється бродильний тип метаболізму від метаболізму аеробних гетеротрофів?

6. Які мікроорганізми можуть здійснювати спиртове бродіння?

7. Назвіть форми спиртового бродіння за Нейбергом. У чому полягає суть ефекту Пастера?

8. Як відбувається перетворення пірувату на етанол під час спиртового бродіння?

9. Чим відрізняється гомоферментативне молочнокисле бродіння від гетероферментативного?

10. Які ферменти беруть участь в утворенні лактату з глюкози?

11. Які особливості притаманні молочнокислому бродінню, що здійснюється біфідобактеріями?

12. Як здійснюється процес маслянокислого і ацетоно-бутилового бродіння?

13. Які напрями застосування біотехнологій у промисловому виробництві?

14. З якими галузями національної економіки пов'язана біотехнологія?

15. Яке значення мають біотехнологічні процеси для харчової промисловості?

16. Які проблеми вирішує біотехнологія в системі агропромислового комплексу?

17. Яким чином біотехнології застосовують у гірництві?

18. Яке значення мають біотехнології в медичній галузі?

19. Окресліть напрями запровадження біотехнологій в енергетичну галузь.

20. Які переваги мають біотехнологічні процеси порівняно з традиційними промисловими технологіями?

21. У яких галузях доцільно розв'язувати проблеми утилізації відходів біотехнологічними методами?

22. Які особливості використання біотехнологій для енергетичних потреб?

23. Які види біотехнологічних процесів використовуються в агропромисловому комплексі?

24. Назвіть можливі недоліки біотехнологічних виробництв.

25. Який внесок роблять українські вчені в розвиток світової біосенсорики?

26. Чи можлива повна безпека біотехнологічних виробництв?

27. Яка нормативна база контролю якості біотехнологічної продукції?

Література: [2, с. 72–73; 8, с. 25–28; 11, с. 56–58; 16, с. 41–47].

Тема 5 Мікробіологічні виробництва біологічних речовин

Питання для самостійного опрацювання

Продукти мікробіологічного виробництва. Основні стадії промислового мікробіологічного виробництва. Приготування і стерилізація поживних середовищ для промислових мікроорганізмів.

Типи промислових ферментаційних процесів і основні способи культивування мікроорганізмів. Принцип будови та функціонування біохімічного реактора. Ферментери. Забезпечення приладами, контроль і регулювання процесів ферментації. Параметри, за якими контролюється хід ферментації. Виділення і очищення продуктів мікробного синтезу. Отримання товарних форм препаратів.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте функції мікроорганізмів як об'єктів-продуцентів у біотехнології.

2. Які біотехнологічні переваги мають мікроорганізми-продуценти для екологічної біотехнології?

3. Яким чином характеризуються біооб'єкти-продуценти за рівнями організації?

4. Який внесок зробили Луї Пастер та Антоній Левенгук у розвиток

мікробіології?

5. У чому полягає різноманітність мікроорганізмів (вірусів, фагів, бактерій, водоростей, грибів, найпростіших)?

6. У яких природних середовищах живуть мікроорганізми?

7. Яким чином мікроорганізми розрізняються за елементами живлення?

8. Яке значення відіграли мікроорганізмів у розвитку біотехнології?

9. Як використовуються мікроорганізми у виробництві різних видів продукції широкого вжитку?

10. Які існують методи підвищення продуктивності біооб'єктів?

12. У чому полягає екологічність іммобілізованих систем?

13. Окресліть методи та принципи іммобілізації біологічних об'єктів.

14. Які види носіїв використовуються для іммобілізації ферментів?

15. У чому полягають екологічні переваги промислового застосування іммобілізованих ферментів?

16. У якій галузі використовують клітинну іммобілізацію?

17. Які біооб'єкти беруть участь в утворенні іммобілізованих систем?

18. У чому полягає принцип «ускладнення» іммобілізованих систем?

19. Яку функцію виконують іммобілізовані системи для деградації шкідливих ксенобіотиків?

20. Охарактеризуйте типи біореакторів з іммобілізованими системами.

21. У чому полягають конструктивні переваги та недоліки біореакторів з іммобілізованими біооб'єктами?

Література: [8, с. 74–78; 12, с. 57–59; 16, с. 8–9; 21, с. 26–35; 22, с. 31–35]

Тема 6 Генна інженерія

Питання для самостійного опрацювання

Генотип і фенотип. Види мінливості. Спонтанні мутації. Мутагенез. Селекція мікроорганізмів і генна інженерія. Передача ознак і генетична рекомбінація. Кон'югація. Трансдукція. Трансформація. Рестрикція та модифікація. Промислові штами мікроорганізмів. Зберігання мікроорганізмів.

Періодичні пересівання. Висушування. Зберігання під мінеральним маслом. Вплив зберігання на мікроорганізми. Бактеріофаги в мікробіологічній промисловості.

Питання для самоперевірки

1. Що транспортують до рибосом т-РНК?
2. Яку назву мають змістовні ділянки ДНК хромосом?
3. З чого побудована молекула ДНК?
4. Що таке триплет ДНК?
5. Послідовність триплетів нуклеотидів чітко відповідає послідовності амінокислот у поліпептидному ланцюзі. Як називається така властивість генетичного коду?
6. Послідовність триплетів нуклеотидів чітко відповідає послідовності амінокислот у поліпептидному ланцюзі. Як називається така властивість генетичного коду?
7. Для кожного рівня структури білка характерні певні види хімічних зв'язків. Який зв'язок забезпечує первинну структуру білка?
8. На структурних генах еукаріотів спочатку синтезується молекула про і-РНК, яка потім формується в і-РНК. Як називається цей процес?

Література: [3, с. 23–34; 9, с. 12–30; 10, с. 8–14; 15, с. 26–35; 17, с. 21–37]

Тема 7 Інженерна ензимологія

Питання для самостійного опрацювання

Отримання та застосування ферментних препаратів. Основні типи ферментів, що використовуються в різних галузях промисловості. Мікроорганізми та вищі організми-продуценти ферментів. Технологічні схеми отримання ферментів: вирощування продуцента, руйнування клітин, очищення та стабілізація ферментних препаратів. Фактори, що визначають використання ферментів у виробничих процесах, переваги іммобілізованих ферментів і клітин. Носії для іммобілізованих ферментів і клітин, вимоги до носіїв. Методи іммобілізації ферментів.

Отримання фруктози та глюкозо-фруктозних сиропів, L-амінокислот, синтез аспарагінової і яблучної кислот з фумарової кислоти, отримання 6-амінопеніциланової та 7-амінодезацетокси-цефалоспоринової кислот. Імуноферментний аналіз. Будова антитіл, отримання моноклональних і поліклональних антитіл, кон'югати антитіл і ферментів, методи визначення активності ферментів в імуноферментному аналізі. Застосування імуноферментного аналізу (ELISA-процедура, імуноблотинг білків). Аналітичне використання ферментів. Переваги ферментативного аналізу порівняно з хімічним аналізом. Ферменти, що мають аналітичне застосування. Мультиферментні аналітичні системи. Аналіз за кінцевою точкою і аналіз у кінетичному режимі.

Системи регенерації кофактора та каталітичний аналіз. Біолюмінісцентний аналіз. Біосенсори: класифікація перетворювачів продуктів біохімічних реакцій в електричний сигнал. Перспективи застосування біосенсорів.

Питання для самоперевірки

1. У чому полягають особливості культивування мікроорганізмів – продуцентів ферментів?
2. Які методи застосовують для виділення та стабілізації ферментів?
3. Які основні етапи одержання ендо- і екзогенних ферментних препаратів?
4. Що означає термін «іммобілізовані ферменти»?
5. Які носії використовуються для іммобілізації ферментів?
6. Якими методами можна іммобілізувати ферменти?
7. Як і для чого використовується мікрокапсулювання?
8. Охарактеризуйте основні етапи одержання ліпосом.
9. Які біосенсори на основі іммобілізованих ферментів застосовуються з аналітичною метою?

Література: [3, с. 3–9; 11 – 15; 4, с. 22–30; 9, с. 8–14; 10, с. 26–33; 15, с. 31–37].

Тема 8 Біохімічні процеси утворення енергії

Питання для самостійного опрацювання

Способи одержання мікроорганізмами енергії. Біологічне окиснення. Дихання. Аеробне дихання. Цикл Кребса. Дихальний ланцюг переносу електронів. Неповне окиснення органічних сполук.

Анаеробне дихання. Нітратне дихання та нітрифікація. Сульфатне та сірчане дихання. Карбонатне дихання. Фумаратне дихання. Фотосинтез. Надходження живильних речовин у мікробну клітину: пасивний перенос, активний транспорт, фагоцитоз, піноцитоз. Регуляторні і ауксотрофні мутанти – продуценти амінокислот. Пропіоновокисле бродіння. Використання пропіоновокислих бактерій. Ацетоно-бутилове бродіння. Загальна характеристика. Бактерії, що його викликають. Умови культивування. Розділення продуктів бродіння. Окисні трансформації органічних сполук: окиснення моно-, ді-, три- та багатоатомних спиртів, моносахаридів. Синтез аскорбінової кислоти, діоксиацетону, оцету.

Питання для самоперевірки

1. Які типи дихання існують?
2. Назвіть основні стадії і типи бродіння.
3. Які відомі шляхи надходження живильних речовин у мікробну клітину?
4. Які способи одержання енергії мікроорганізмами відомі?
5. Що означає неповне окиснення органічних сполук?
6. Охарактеризуйте:
 - а) анаеробне дихання;
 - б) нітратне дихання та нітрифікацію;
 - в) сульфатне та сірчане дихання;
 - г) карбонатне дихання;
 - д) фумаратне дихання.

Література: [1, с. 123–128; 2, с. 112–113; 5, с. 98–114; 6, с. 76–78; 14, с. 56–57; 16, с. 43–47, 166–167].

Тема 9 Конструювання і селекція промислових мікроорганізмів

Питання для самостійного опрацювання

Бактерії, дріжджі, плісеневі гриби та мікроскопічні водорості, що використовуються в біотехнології. Переваги мікроорганізмів як продуцентів біологічно активних речовин і біомаси. Вимоги до промислових штамів мікроорганізмів. Виділення продуцентів з природних джерел.

Параметри, за якими оцінюється мінливість культур за практично важливими ознаками. Ступінчаста селекція промислових мікроорганізмів. Принципи використання мутагенів у селекції мікроорганізмів.

Використання мутантів у селекції (ауксотрофних, прототрофних ревертантів, стійких до аналогів метаболітів, стійких до антибіотиків, зі змінним транспортом метаболітів). Принципи отримання мутантів мікроорганізмів з порушеною регуляцією синтезу метаболітів. Значення гібридизації в селекції промислових мікроорганізмів. Підготовка до виробничого процесу, тривале зберігання і підтримання в активному стані промислових мікроорганізмів.

Питання для самоперевірки

1. Чому для одержання амінокислот використовують ауксотрофні ірегуляторні мутанти?
2. На яких рівнях може здійснюватися регуляція синтезу амінокислот у мікроорганізмів?
3. Як здійснюється регуляція активності ферментів на розгалужених шляхах біосинтезу?
4. Як відбувається регуляція біосинтезу амінокислот аспартатної родини у *E.coli*?
5. Як відбувається регуляція біосинтезу ароматичних амінокислот у *E. coli*?
6. Які способи одержання ауксотрофних мутантів – продуцентів амінокислот ви знаєте?
7. Як утворюється глютамінова кислота у клітинах корінебактерій?

8. Чому концентрація біотину є вирішальним фактором для синтезу глутамінової кислоти?
9. Охарактеризуйте шлях біосинтезу лізину у бактерій.
10. Як здійснюється контроль біосинтезу амінокислот аспартатної родини у бактерій?
11. Які мутанти використовують для одержання лізину і чому?
12. Які особливості регуляції біосинтезу треоніну притаманні коріне- і ентеробактеріям?
13. Охарактеризуйте етапи одержання генно-інженерного штаму *E. coli* – надсинтетика треоніну.
14. Як здійснюється біосинтез ароматичних амінокислот у мікроорганізмів?
15. Які вітаміни одержують мікробіологічним синтезом?
16. Які механізми регуляції біосинтезу вітаміну B₁₂ ви знаєте?
17. Яка сполука є метаболічним попередником рибофлавіну? Які шляхи синтезу цього попередника з глюкози?
18. Які основні етапи біосинтезу рибофлавіну?
19. Дайте характеристику каротиноїдів.
20. Які етапи біосинтезу каротиноїдів?
21. Які шляхи регуляції біосинтезу каротину ви знаєте?
22. Охарактеризуйте вітамін B₁ і ергостерин.
23. Які природні стерини ви знаєте?
24. Яка сполука є попередником синтезу стеринів?
25. Які шляхи біосинтезу спільні для каротиноїдів і стеринів?
26. Як відбувається утворення сквалену під час синтезу стеринів?
27. Як здійснюється утворення стеринів із сквалену?
28. Охарактеризуйте основні стадії промислового синтезу аскорбінової кислоти. Які з них здійснюються мікроорганізмами?

Література: [1, с. 23–34; 2, с. 12–30; 3, с. 8–14; 6, с. 26–35; 13, с. 21–37; 14, с. 43–47, 156–167].

Тема 10 Отримання лікарських препаратів з використанням технологій рекомбінантних ДНК

Питання для самостійного опрацювання

Бактеріофаги в мікробіологічній промисловості. Мікробіологічне отримання цільових продуктів. Амінокислоти. Субстрати і продуценти. Регуляторні і ауксотрофні мутанти – продуценти амінокислот. Особливості ферментації і контролю процесу отримання амінокислот. Техніка виділення і очищення амінокислот. Промисловий синтез антибіотиків. Продуценти і середовища.

Класифікація антибіотиків. Особливості ферментації. Стадійна процесу. Виділення і очищення кінцевого продукту. Стандартизація антибіотиків. Органічні кислоти.

Середовища і апарати, вживані для отримання органічних кислот. Поверхнєве та глибинне культивування, метод доливу і плівок. Середовища для отримання органічних кислот. Отримання кінцевого продукту.

Питання для самоперевірки

1. Які методи використовуються для знешкодження ксенобіотиків?
2. У чому полягає екологічність процесу біоочищення навколишнього середовища?
3. Які існують мікробіологічні особливості біодеградації пестицидів?
4. Яким чином відбувається біодеградація відходів за участю хемосинтезуючих бактерій?
5. Які особливості метаболізму мікроорганізмів використовуються для захисту від біопошкоджень?

Література: [1, с. 243–245; 5, с. 234–236; 7, с. 128–134; 12, с. 126–130].

Тема 11 Контроль застосування біотехнологічних методів

Питання для самостійного опрацювання

Альтернативні види енергетичних джерел біологічного походження. Хімічні особливості біоетанолу та біодизельного палива. Еколого-економічні

принципи використання біоетанолу та біодизельного палива. Методи біоочищення об'єктів довкілля від нафтових забруднень.

Біологічні методи для захисту будівельних і конструкційних матеріалів. Екологічні переваги біологічних методів захисту споруд. Екологічні переваги методів біоочищення стічних вод. Методи та принципи іммобілізації біологічних об'єктів.

Питання для самоперевірки

1. Використання яких видів сировини має еколого-економічні переваги при виготовленні біогазу?

2. Які властивості метаногенних бактерій зумовлюють їхню можливість утворювати біогаз?

3. З якою метою в біотехнології використовують процес метанового бродіння?

4. Які екологічні функції виконують мікроорганізми в природних процесах утворення біогазу?

5. У чому полягає хімічний принцип метаногенезу?

6. Які групи бактерій і за якою схемою беруть участь у процесі утворення біогазу з органічної сировини?

7. Які технологічні параметри впливають на якість біогазу?

8. Охарактеризуйте види метанових біореакторів.

9. Назвіть екологічні переваги виробництва та використання біогазу.

10. Назвіть види сировини, які доцільно використовувати для виготовлення біоетанолу та біодизельного палива.

11. Які основні показники біохімічного очищення стічних вод?

12. Охарактеризуйте перспективи біопаливних ресурсів України.

13. На яких властивостях мікроорганізмів базуються біоаналітичні методи?

14. Які методи використовуються для знешкодження ксенобіотиків?

Література: [5, с. 66–68; 6, с. 8–23; 8, с. 78–84; 11, с. 86–89; 13, с. 59–67; 20, с. 123–126; 22, с. 187–189].

Тема 12 Бактеріальні добрива та їх ефективність

Питання для самостійного опрацювання

Інокуляція (бактеризація) бобових рослин бульбочковими бактеріями. Ефективність інокуляції на різних ґрунтах. Препарат «нітрагін» і його виробництво. Шляхи підвищення ефективності інокуляції. Препарат «азотобактерин». Сутність дії й ефективність «азотобактерину». Перспективи його використання. Виробництво «азотобактерину».

Використання бактерій азоспірілум для бактеризації рослин. Використання ціанобактерій (синьо-зелених водоростей). Препарат «фосфобактерин» і його вплив на рослини. Мікоризація рослин і доцільність її використання в лісонасадженнях.

Використання в сільському господарстві мікробів-антагоністів і мікробних метаболітів для захисту і стимуляції росту рослин. Використання мікроорганізмів-антагоністів і антибіотичних речовин для боротьби з хворобами рослин і профілактики захворювань. Антибіотичні речовини, що використовують для захисту рослин.

Мікробіологічні методи боротьби із шкідливими комахами. Бактерії і їх використання для знищення комах-шкідників. Грибні та вірусні препарати, що застосовують для захисту від шкідників. Знищення гризунів за допомогою мікробіологічних препаратів. Препарати мікробного походження, що стимулюють ріст рослин. Гіберелін і його використання.

Питання для самоперевірки

1. Які основні складові біотехнологічного процесу?
2. Які біологічні агенти використовуються в біотехнології?
3. Охарактеризуйте основні вимоги до промислових штамів мікроорганізмів.
4. Що означає термін «над синтез»?
5. Які особливості притаманні мікроорганізмам як об'єктам селекції?
6. Які типи штамів мікроорганізмів використовуються у біотехнологічних виробництвах?

7. Як здійснюється селекція мікроорганізмів?

8. Які субстрати використовуються у біотехнології?

9. Охарактеризуйте побічні продукти інших виробництв, використовуваних як субстрати у біотехнології.

10. Які комплексні середовища використовуються для поверхневого культивування мікроорганізмів?

11. Які відходи крохмале-патокового виробництва використовуються як субстрати у біотехнології?

12. Які відходи пивоваріння використовуються як субстрати для біотехнологічних виробництв?

13. Охарактеризуйте комплексні середовища.

14. Охарактеризуйте три групи біотехнологічної продукції.

Література: [1, с. 363–366; 2, с. 312–314; 5, с. 412–414; 6, с. 86–89; 8, с. 421–423; 11, с. 178–181; 14, с. 98–103; 20, 134–136].

4 ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ

1. Назвіть шляхи використання мікроорганізмів у біотехнології.
2. У яких галузях прогнозують розширення сфер використання біотехнології?
3. Охарактеризуйте фази росту бактерій у періодичній культурі.
4. Назвіть параметри кривої росту.
5. У якій фазі експоненційного росту культури клітини відмирають швидше, ніж діляться?
6. У чому суть безперервного культивування?
7. Назвіть режими безперервного культивування.
8. Що таке бактеріальна маса?
9. Назвіть принципові відмінності між періодичною і безперервною культурами.
10. На основі яких ознак дріжджі належать до грибів?
11. Чому дріжджі розглядаються як окрема фізіологічна група мікроорганізмів?
12. Назвіть основні етапи дослідження дріжджів.
13. Які типи вегетативного розмноження характерні для дріжджів?
14. Дайте характеристику відомих класифікацій дріжджів.
15. Охарактеризуйте дріжджі як об'єкти біотехнології.
16. Назвіть приклади використання дріжджів-сахароміцетів у промисловості.
17. На яких субстратах ростуть дріжджі *Candida*?
18. Коли було налагоджено у світі виробництво кормових дріжджів?
19. Який вміст лізину в білках різних штамів дріжджів?
20. Що таке ферментація?
21. Назвіть приклади використання дріжджів *Saccharomyces* у промисловості.
22. Які мікроорганізми використовують для промислового отримання

алкогольних напоїв?

23. Скільки дріжджових біомас дозволено використовувати як харчові добавки в інших країнах світу?

24. Назвіть особливості ферментів мікроорганізмів.

25. Які ферменти притаманні мікроорганізмам?

26. Які біологічно активні речовини синтезуються грибами?

27. Які метаболіти належать до первинних і вторинних?

28. Охарактеризуйте практично цінні вторинні метаболіти мікроорганізмів.

29. Яке біологічне значення має здатність до синтезу антибіотиків у мікроорганізмів?

30. Для біосинтезу яких практично важливих метаболітів використовуються мікроорганізми?

31. Що таке антибіотики, антагонізм?

32. Як діють антибіотики на мікроорганізми?

33. Назвіть мікроорганізми – продуценти антибіотиків.

34. Які методи застосовуються для визначення дії антибіотиків?

35. Яке практичне значення мають лектини мікробного походження?

36. Які ви знаєте ауксотрофні мутанти?

37. Який метаболічний процес називають бродінням?

38. Які мікроорганізми можуть здійснювати спиртове бродіння?

39. Які гриби беруть участь у виробництві лимонної кислоти?

40. На яких субстратах молочнокислі бактерії продукують молочну кислоту?

41. У якій промисловості широко використовують молочну кислоту?

42. Як одержують молочну кислоту в промислових умовах?

43. У якому році була відкрита нова епоха в промисловому використанні процесів неповного окислення?

44. Які мікроорганізми використовують для промислового отримання оцту з натурального вина?

45. Скільки проліну синтезують бактерії роду *Brevibacterium*?
46. Назвіть мікроорганізми, які розвиваються при квашенні овочів.
47. Яке рН є оптимальним для утворення лимонної кислоти?
48. Охарактеризуйте особливості вільноживучих азот фіксаторів, назвіть головних представників цієї групи.
49. Значення біотехнологічного процесу розкладання мікроорганізмами сполук фосфору для землеробства.
50. Які мікроорганізми і чому розкладають мінеральні фосфати?
51. Біотехнологічний процес виділення з ґрунту фосфоромобілізуєчих бактерій.
52. Охарактеризуйте мікробіологічні основи застосування мінеральних добрив.
53. Чому мікроорганізми можна використовувати для визначення в ґрунті наявності доступних рослинам елементів живлення?
54. Що являють собою бактеріальні добрива? Чи замінюють вони мінеральні добрива?
55. Назвіть аспекти та умови ефективності бактеріальних добрив.
56. Які ви знаєте бактеріальні добрива та методи їх використання?
57. Дайте характеристику основних промислових мікробних полісахаридів.
58. Які вітаміни можна отримати мікробним синтезом?
59. Охарактеризуйте препарати, які створені на основі біомаси мікроорганізмів.
60. Назвіть переваги використання біологічних препаратів для захисту рослин від хвороб перед хімічними.
61. Які пробіотики використовуються для корекції мікрофлори організму людини.
62. Назвіть препарати для захисту рослин від шкідливих організмів.
63. Який метод використовують для визначення біомаси бактерій?

5 ТЕМИ РЕФЕРАТІВ

1. Сучасний розвиток біотехнологічних виробництв в Україні.
2. Сучасні тенденції розвитку біотехнологічних досліджень і промислової біотехнології у світі.
3. Використання мутагенезу в селекції промислових штамів мікроорганізмів.
4. Біотехнологічне отримання органічних кислот.
5. Хімізм, ензимологія та технологічні схеми промислового виробництва глютамінової кислоти, лізину, треоніну, триптофану.
6. Біотехнологічне отримання коферментів і вітамінів.
7. Практичне застосування, виділення та властивості α -амілаз мікроорганізмів.
8. Біотехнологічні основи виробництва антибіотиків.
9. Полісахариди та ліпіди мікробного походження, властивості, мікробіологічний синтез і практичне використання.
10. Біотехнологічні аспекти отримання мікробного білка.
11. Використання генетично модифікованих штамів мікроорганізмів у виробництві пробіотиків.
12. Біотехнологія отримання рекомбінантних білків.
13. Використання іммобілізованих ферментів і клітин у біотехнологічних виробництвах.
14. Селекція мікроорганізмів, що використовують для біотехнологічної переробки відходів і ксенобіотиків.
15. Біотехнологічне очищення стічних вод підприємств біотехнологічної промисловості.
16. Селекція мікроорганізмів, що використовують для біодеградації хлорпохідних вуглеводнів, ароматичних сполук, нафтових забруднень, поверхнево активних речовин.
17. Біотехнологічне отримання бактеріальних добрив на основі

азотфіксуючих мікроорганізмів в Україні.

18. Біотехнологічне отримання бактеріальних добрив на основі фосфор мобілізуючих бактерій в Україні.

19. Використання генно-модифікованих і традиційних штамів мікроорганізмів для отримання первинних метаболітів.

20. Біотехнологічне отримання мікробіологічних препаратів на основі бактерій для захисту рослин.

21. Біотехнологічне отримання мікробіологічних препаратів на основі міцеліальних грибів для захисту рослин.

22. Конструювання промислових мікроорганізмів за допомогою методів клітинної та генної інженерії. Злиття протопластів.

23. Використання мікроорганізмів, сконструйованих генно-інженерними методами, в сучасних технологічних процесах.

24. Використання генно-модифікованих і традиційних штамів мікроорганізмів для отримання вторинних метаболітів.

25. Сучасні розробки промислової біотехнології у біодеградації ксенобіотиків.

26. Органолептичні дослідження води.

27. Методи дослідження мікробного забруднення.

28. Бактерії, які беруть участь у переробці марганцевих і алюмінієвих руд.

29. Добрива, які одержують за допомогою мікроорганізмів.

6 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних, лабораторних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Підсумковий контроль знань здійснюється на іспиті.

Оцінки знань на етапах проміжного та підсумкового контролю знань студентів з дисципліни «Загальна біотехнологія».

«Відмінно» виставляється студенту, який протягом семестру систематично працював, на іспиті показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, уміє вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

«Добре» виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

«Задовільно» виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та подальшої роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях на іспиті та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

«Незадовільно» виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги науково-

педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

Шкала оцінювання

Сума балів	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для іспиту
90–100	A	відмінно
80–89	B	добре
70–79	C	
60–69	D	задовільно
50–59	E	
1–49	FX	незадовільно

Підсумкове семестрове оцінювання навчальної роботи студента: оцінювання відповідно до отриманих за семестр рейтингових балів здійснюється за такою шкалою:

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Національна п'ятибальна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
A	ВІДМІННО	5,0	$90 \leq RD \leq 100$
B	ДУЖЕ ДОБРЕ	4,5	$80 \leq RD < 90$
C	ДОБРЕ	4,0	$65 \leq RD < 80$
D	ЗАДОВІЛЬНО	3,5	$55 \leq RD < 65$
E	ДОСТАТНЬО	3,0	$50 \leq RD < 55$
FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – можливе повторне складання	2,0	$35 \leq RD < 50$
F	НЕПРИЙНЯТНО – необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	1,0	$RD < 35$

Студент, який протягом навчального періоду не набрав необхідної кількості рейтингових балів, але набрав не менше 35 % (тобто 35–50 балів), зобов'язаний скласти захід підсумкового семестрового контролю після завершення останнього модульно-атестаційного циклу у семестрі.

Студент має право на складання 2 ПСК: викладачу та комісії. У разі незадовільного складання ПСК студент отримує оцінку «неприйнятно» (F) і йому призначається повторне вивчення дисципліни.

При успішному складанні заходу ПСК використовується оцінка «достатньо», яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів.

Студент, який набрав кількість балів менше 35 (35 %) не допускається до заходу ПСК і отримує оцінку «неприйнятно» (F) і йому призначається повторне вивчення дисципліни.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Хиггинс И. Биотехнология. Принципы и применение / И. Хиггинс, Д. Бест, Дж. Джонса. – Москва : Мир, 1988. – 480 с.
2. Божков А. И. Биотехнология. Фундаментальные и промышленные аспекты / А. И. Божков. – Харьков, 2008. – 363 с.
3. Березин И. В. Инженерная энзимология / И. В. Березин, А. А. Клесов, В. К. Швадяс. – Москва : Высш. шк., 1987. – 143 с.
4. Иммуобилизованные ферменты / И. В. Березин, Н. Л. Клячко, А. В. Левашов и др. – Москва : Высш. шк., 1987. – 157 с.
5. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – Москва : Мир, 2002. – 589 с.
6. Безбородов А. М. Основы биотехнологии микробных синтезов / А. М. Безбородов, И. Б. Кочан, С. С. Бочева. – Ростов н/Д : Изд.-во Ростовского университета, 1989. – 112 с.
7. Мельничук М. Д. Біотехнологія рослин. / М. Д. Мельничук, Т. В. Новак, В. А. Кунах. – Київ : Поліграф Консалтінг, 2003. – 520 с.
8. Егоров Н. С. Промышленная микробиология ; под ред. Н. С. Егорова. – Москва : Высш. шк., 1989. – 688 с.
9. Великий практикум з генетики, генетичної інженерії та аналітичної біотехнології мікроорганізмів. / В. О. Федоренко, Б. О. Остап, М. В. Гончар, Ю. В. Ребець. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені І. Франка, 2007. – 279 с.
10. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия / С. Н. Щелкунов. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2004. – 496 с.
11. Бекер М. Е. Введение в биотехнологию / М. Е. Бекер – Москва : Пищевая промышл., 1978. – 231 с.

Додаткова

12. Бабаев А. А. Биотехнология ; под ред. А. А. Баева. – Москва : Наука,

1984. – 320 с.

13. Производство белковых веществ / В. А. Быков, М. Н. Манаков, В. И. Панфилов, А. А. Свитцов. – Москва : Высш. шк., 1987. – 142 с.

14. Микробиологическое производство биологически активных веществ / В. А. Быков, И. А. Крылов, М. Н. Манаков и др. – Москва : Высш. шк., 1987. – 143 с.

15. Клеточная инженерия / Р. Г. Бутенко, М. В. Гусев, А. Ф. Киркини др. – Москва : Высш. шк., 1987. – 127 с.

16. Воробьева Л. И. Промышленная микробиология / Л. И. Воробьева. – Москва : Изд.-во МГУ, 1989. – 294 с.

17. Дебабов В. Г. Генетика промышленных микроорганизмов и биотехнология / В. Г. Дебабов. – Москва : Наука, 1990. – 278 с.

18. Дебабов В. Г. Современные методы создания промышленных микроорганизмов / В. Г. Дебабов, В. А. Лившиц. – Москва : Высш. шк., 1988. – 208 с.

19. Егоров Н. С. Биотехнология. Проблемы и перспективы / Н. С. Егоров, А. В. Олескин, В. Д. Самуилов. – Москва : Высш. шк., 1987. – 157 с.

20. Мартиненко О. І. Методи молекулярної біотехнології. Лабораторний практикум / О. І. Мартиненко. – Київ : Академперіодика, 2010. – 232 с.

21. Сидоров В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция / В. А. Сидоров. – Киев : Наук. думка, 1990. – 280 с.

22. Уотсон Дж. Рекомбинантные ДНК. Краткий курс. / Дж. Уотсон, Дж. Тузж, Д. Курц. – Москва : Мир, 1986. – 288 с.

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни
«Загальна біотехнологія» для студентів денної форми навчання за напрямом
6.051401– «Біотехнологія»

Укладачі: д. б. н., проф. В. В. Никифоров,
старш. викл. О. О. Никифорова

Відповідальний за випуск заст. зав. кафедри к.х.н., доц. О. В. Новохатько

Підп. до др. _____ 2017 р. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева 20, м. Кременчук, 39600