

Тема 1.

Становлення та розвиток екологічної біотехнології

1. Історична довідка. Предмет, метод та завдання дисципліни.
2. Екобіотехнологія - пріоритетний напрям розвитку людства у 21 ст.
3. Перспективи розвитку екологічної біотехнології у світі.

1. Історична довідка. Предмет, метод та завдання дисципліни.

Біотехнологічні принципи людина розробила давно. Такі процеси, як бродіння, заквашування, соління, хлібопекарство, що спричиняються мікроорганізмами, людство використовувало задовго до відкриття самих мікроорганізмів. Проте як окрема галузь науки та промисловості біотехнологія сформувалася у другій половині ХХ ст. Сам термін «біотехнологія» набув широкого використання у 70-х роках ХХ ст. (біотехнологія від грец. *біос* — життя, *технос* — мистецтво, майстерність, *логос* — слово, вчення).

Відомо багато визначень, що таке біотехнологія. Згідно з пропозицією Міжнародного союзу теоретичної і прикладної хімії (1981 р.), біотехнологія — це практичне застосування біохімії, мікробіології та хімічної технології у промислових процесах, створення нової продукції і захист навколишнього середовища.

За визначенням Європейської біотехнологічної федерації (ЄБФ) біотехнологія є такою інтеграцією природничих та інженерних наук, за допомогою якої використання клітин, клітинних структур і окремих біомолекул уможлиблює одержання якісніших і дешевших продуктів медичного і промислового призначення або проведення інших корисних маніпуляцій.

Отже, у своїй основі біотехнологія є міждисциплінарною галуззю знань, що базується на мікробіології, біохімії, молекулярній біології, біоорганічній хімії, біофізиці, вірусології, імунології, генетиці, інженерних науках і електроніці.

Виникнення, становлення й розвиток біотехнології умовно можна поділити на чотири історичних періоди: емпіричний, етіологічний, біотехнічний і генотехнічний.

Емпіричний, або доісторичний, період — найтриваліший, що охоплює приблизно 8000 років, з яких понад 6000 тис. років до н. е. й близько 2000 років н. е. Давні люди інтуїтивно використовували прийоми й способи виготовлення хліба, пива й деяких інших продуктів. Упродовж кількох тисячоліть використовується оцет; перша дистиляція вина здійснена в XII ст., горілку із хлібних злаків одержували в XVI ст., шампанське відоме з XVII ст. У XIV ст. (орієнтовно 1235—1315рр.) іспанцеві Раймунду Луллію вперше вдалося одержати майже абсолютний етанол перегонкою вина з негашеним вапном.

До того ж самого періоду належить одержання кисломолочних продуктів, квашеної капусти, медових алкогольних напоїв, силосування кормів.

Другий, етіологічний, період у розвитку біотехнології охоплює другу половину XIX ст. і першу третину XX ст. (1856— 1933). Він пов'язаний із видатними дослідженнями великого французького вченого Луї Пастера (1822— 1895)— засновника наукової мікробіології й ряду мікробіологічних дисциплін (промислової, медичної, хімічної, санітарної мікробіології). Пастер розкрив мікробну природу бродіння, довів можливість життя в без кисневих умовах, експериментально спростував твердження про самозародження живих організмів, що існувало тоді, створив наукові основи вакцинопрофілактики й вакцинотерапії, запропонував метод стерилізації, названий за його іменем пастеризацією і т. ін.

Роботи Луї Пастера були продовжені його учнями й співробітниками: Е. Дюкло, Е. Ру, П.А. Шамберланом, Ж. Вільєменом, І.І. Мечниковим.

Одночасно з Л. Пастером працював у Німеччині, а пізніше у Франції, видатний міколог А. де Барі (1831—1888)— засновник фізіологічної мікології. Він створив класифікацію, що й нині лежить в основі сучасних класифікаційних схем мікро і макроміцетів. Де Барі також заснував мікофітопатологію — науку про грибкові захворювання рослин. Під його керівництвом сформувалася плеяда видатних учених, у тому числі в Росії: Ф.М. Бальфур, Й.В. Баранецький, О. Брефельд, М.С. Воронін, А. Кох, А.С. Фамінцин та ін.

Ще однією важливою віхою у розвитку біотехнології стало відкриття у 1892 р. Д.І. Івановським (1864—1920) вірусу тютюнової мозаїки. У 1898 р. Р. Лефлер і П. Фрош відкрили вірус ящура, в 1911 р. Д. Керрол — вірус жовтої лихоманки, Ф. Туорт у 1915 р. й Ф. д'Ерель у 1917 р. — віруси бактерій (бактеріофаги). Ці дослідження стали підґрунтям для становлення вірусології.

Етіологічний період ознаменувався розробкою методів одержання чистих культур мікроорганізмів, а також можливістю їх вирощування на поживних середовищах і практичного використання у багатьох процесах (зокрема, бродильних). У цей період розпочато виготовлення харчових пресованих дріжджів, а також деяких продуктів метаболізму мікроорганізмів (ацетон, бутанол, лимонна й молочна кислоти). У Франції почали функціонувати біоустановки для мікробіологічного очищення стічних вод.

Третій період розвитку біотехнології, біотехнічний, розпочався у 1933 р. з публікації наукової праці А. Клюйвера й Л.Х.Ц. Перкіна «Методи вивчення обміну речовин цвілевих грибів», у якій викладено основні технічні прийоми, а також підходи до оцінювання й інтерпретації результатів з глибинного культивування грибів, що стало початком упровадження у біотехнологію герметичного устаткування, здатного забезпечити проведення процесів у стерильних умовах.

Подальший розвиток промислового біотехнологічного обладнання був зумовлений організацією виробництва антибіотиків (1939—1945). Роботами багатьох учених була показана можливість механізації процесів бродіння, культивування мікроорганізмів для одержання практично цінних метаболітів (антибіотиків, амінокислот, вітамінів, ферментів тощо). Біотехнологічні процеси істотно розширили сферу виробництва в харчовій промисловості.

Ферментативний каталіз замінив собою деякі реакції в синтезі органічних сполук.

Екобіотехнологія — це наука про методи й технології виробництва різних речовин і продуктів з використанням природних біологічних об'єктів і процесів; — новітня (об'єднує генетичну та клітинну інженерію). Новітня біотехнологія — це наука про генно-інженерні клітинні методи й технології створення й використання генетично трансформованих біологічних об'єктів для інтенсифікації виробництва або одержання нових видів продукції різного призначення.

На сьогодні біотехнологія, як і інформатизація, є одним з головних науково-практичних напрямів ХХІ ст., що визначають рівень світової цивілізації. Біотехнологічна продукція використовується майже у всіх галузях народного господарства: хімічному виробництві (полісахариди, біокаталіз, біодеградабельні полімери), харчовій промисловості (дріжджі, спирт, глюкозні сиропи, ферменти, амінокислоти), сільському господарстві (кормовий білок, амінокислоти, засоби захисту рослин і тварин), медицині (антибіотики, гормони, вакцини, ферменти, діагностикуми), енергетиці (біоетанол, біогаз, біодизель), екології (біоремедіація, збереження біорізноманіття)

Біотехнологія – це сукупність технологій, що передбачають використання живих організмів та біологічних процесів у промисловому виробництві.

Об'єктами біотехнології є переважно бактерії, дріжджі, гриби, віруси, клітини рослин і тварин, біологічно активні речовини спеціального призначення тощо.

Методами біотехнології є поверхневе, глибинне культивування в періодичному та безперервному режимах; вирощування рослинних і тваринних клітин в особливих умовах.

Здебільшого біотехнологічні процеси проходять в асептичних умовах.

Екологічна біотехнологія – це специфічне використання біотехнології для вирішення проблем охорони навколишнього природного середовища.

На Третньому з'їзді Європейської асоціації біотехнологів у 1984 р.

історію біотехнології було поділено на п'ять періодів – ер:

- допастерівська (до 1865 р.);
- післяпастерівська (1866 – 1940 рр.);
- антибіотиків (1941 – 1960 рр.);
- керованого біосинтезу (1961 – 1975 рр.);
- нової біотехнології (після 1975 р.).

Інтенсифікація сільського господарства, бурхливий розвиток промисловості, транспорту призвели до диспропорцій у навколишньому середовищі, деформації встановленої рівноваги екосистем, погіршення екологічної ситуації в усіх сферах діяльності людини. Екологічна біотехнологія може допомогти у вирішенні багатьох екологічних проблем.

Використання досягнень науки в біотехнології пов'язане з фундаментальними дослідженнями, які здійснюються на найвищому сучасному рівні. Можна перелічити найважливіші галузі науки, які внесли й вносять

великий вклад у здійснення того або іншого біотехнологічного процесу: мікробіологія, генетика, біохімія, хімічна технологія, технологія харчової промисловості, електроніка й ін. Розвиток окремих перспективних розділів біотехнології здійснюється при тісному міжнародному співробітництві фахівців, учених і технологів. Наприклад: в області генної інженерії лише деякі наукові колективи у світі мають достатній досвід роботи, але їхні розробки швидко стають надбанням світової наукової громадськості. Виникнення сучасної біотехнології було б неможливо й без успіхів у розробці інструментальних методів досліджень, заснованих на використанні найсучасніших приладів як вітчизняного, так і закордонного виробництва. У будь-якому біотехнологічному процесі необхідно обов'язкова участь і взаємодія між собою мікроорганізмів (бактерії, гриби, дріжджі й т.д.) із субстратом (живильне середовище або речовина, що розкладається тим або іншим мікроорганізмом). Сучасна промислова біотехнологія включає чотири основних стадії: 1 - вибір штаму мікроорганізму, що володіє підвищеною продуктивністю; 2 - підбір живильного, середовища забезпечуючи оптимальний біосинтез цільового продукту; 3 - культивування клітин-продуцентів (створення оптимальних умов за допомогою автоматизованого керування процесом); 4 - виділення цільового продукту, його обробка, очищення, одержання товарної форми цього продукту. Сам термін біотехнологія не відразу став загальноприйнятим. Слово «біо»- у перекладі із грецького «життя». «Технологія» - спосіб, метод індустріального виробництва. Для використання найбільш тісно пов'язаних з біологією різноманітних технологій застосовували такі терміни, як прикладна мікробіологія, прикладна біохімія, технологія ферментів, біоінженерія, прикладна генетика й т.д.

Наші предки мали деякі знання про процеси, що лежать в основі різних технологій та протягом тисячоліть успішно використали метод мікробіологічної ферментації для збереження їжі: одержання сиру, оцту, поліпшення смаку, випічка хліба й готування соєвого соусу, виробництво спиртних напоїв. Найбільш древня й у цей час важлива в грошовому еквіваленті галузь харчової промисловості - пивоварство. Перший рецепт пива був виявлений 6000 років до нашої ери в древньому Вавилоні. А 3000 років до н.е. було відомо близько 20 сортів пива. У цей час в усім світі щорічно виробляється близько 10^{11} - 10^{12} літрів пива різних сортів і найменувань. Завдяки працям Л. Пастера наприкінці XIX століття були створені реальні передумови для подальшого розвитку прикладної мікробіології. Пастер установив, що мікроби відіграють ключову роль у процесах шумування, і показав, що в утворенні окремих продуктів беруть участь різні їхні види. Його дослідження послужили основою розвитку на початку XX століття бродильного виробництва органічних розчинників (ацетону, етанолу, бутанолу й ізопропанолу). У всіх цих процесах мікроби в бескисневому середовищі здійснюють перетворення вуглеводів рослин у корисні продукти. Як джерело енергії для росту мікроби в цих умовах використовують зміни ентропії при перетворенні речовин. Значним етапом у розвитку біотехнології була організація промислового виробництва антибіотиків. Підставою для цього послужило відкриття в 1940 р. Флемінгом, Флори й Чейном хіміотерапевтичної активності пеніциліну. Як відомо, даний

антибіотик і його виробництво займають одне із провідних місць у медичній біотехнології дотепер.

Використання мікроорганізмів при переробці відходів не вимагає створення стерильних умов, навпроти, чим більше різних мікроорганізмів бере участь у даному процесі, тим краще. Процес мінералізації органічних відходів, заснований на використанні мікроорганізмів активного мулу, був розроблений в 1914 році. З тих пір він істотно модернізований, став більш складний і продуктивним та використовується в усьому світі для переробки стоків. Переробка стоків в анаеробних умовах змішаною мікрофлорою викликає попутне утворення біогазу (метан і CO_2), що використовується як дешева енергія. Одне з перших місць по виробництву біогазу займає Китай (близько 20 мільйонів генераторів біогазу). В останні роки застосовуються невеликі установки, призначені для переробки відходів сільського господарства. Найбільше інтенсивно біотехнологічна промисловість стала розвиватися після другої світової війни. Поштовхом до її розвитку послужили наступні відкриття:

Уотсон і Лемент в 1953 році встановили просторову структуру ДНК.

Завдяки роботам Сэнгера по структурі білків (структура інсуліну), а також Едмана й Бегга (1967 р.) по деградації білків, з'явилися прилади автоматичного визначення структури білків (послідовності амінокислот, 1978 р.).

В 1980 році в Каліфорнійському університеті був сконструйований сиквенатор білків, що міг визначати послідовність більше 200 амінокислот у день. За встановленою структурою ДНК почали вести синтез біополімерів.

В 1977 р. у медичному національному центрі "Хоуп" (Каліфорнія) синтезований ген соматостатіна (вчений Итакура); в 1979 р. - ген інсуліну людини; в 1980 р. - Итакура створив синтезатор генів.

2. Екобіотехнологія - пріоритетний напрям розвитку людства у 21 ст.

Упродовж найближчих років прогнозується значне розширення сфер використання біотехнології у таких важливих галузях, як виробництво напівпровідників (нові матеріали), інформаційні технології (мікроелектронні системи, засоби біоінформатики, біокомп'ютери). Впровадження біотехнологічних методів в окремих галузях якісно змінить виробничу базу.

Крім вирішення існуючих і короткотермінових завдань біотехнологія є засобом для розв'язання довгострокових проблем, зокрема перехід від використання традиційних ресурсів до поновлюваних джерел енергії. Це глобальне геополітичне завдання постало перед людством у зв'язку зі зменшенням природних мінеральних запасів, зміною клімату планети і ростом народонаселення.

Слід зазначити, що світові фінансові круги, керівники держав, провідні вчені та експерти, суспільство вже давно усвідомили ключову роль біотехнології у третьому тисячолітті. Про це свідчать капіталовкладення у цю галузь, зростання ринку біотехнологічної продукції, вдосконалення законодавчої бази тощо. З'явився навіть термін «біоекономіка», тобто економіка, основана на використанні досягнень біології і промислової біотехнології (bio-based economy).

Нині у світі зростає конкуренція в галузі біотехнології. Кожна країна намагається знайти своє місце у цій гонці, отримати свій «біотехнологічний паспорт». На думку експертів, саме рівень і стан розвитку біотехнології буде одним із найважливіших критеріїв оцінки розвитку тої чи іншої держави у XXI ст.

Слід зазначити, що на сьогодні на перше місце за темпами зростання серед різних біотехнологій виходить мікробіологічна промисловість. Уже йдеться про третю хвилю біотехнологічної революції. Перша хвиля — виробництво лікарських засобів (інсулін, гормон росту тощо), друга — генно-інженерні рослини, що підкорюють світ, а третя — мікробні біотехнології.

У більшості країн світу, в тому числі й у Росії (Національна програма «Пріоритетні науково-практичні напрями біотехнології на 2009—2015 рр.») визначено такі ключові напрями розвитку біотехнології у XXI ст.: фундаментальна, фармацевтична, сільськогосподарська, промислова, екологічна, харчова біотехнології; правове, економічне, інформаційне та організаційне забезпечення розвитку біотехнології; матеріально-технічна база біотехнології; підготовка кадрів для біотехнології.

Останнім часом за кордоном у розвитку біотехнології стали використовувати так званий кластерний підхід. Йдеться про об'єднання, укрупнення, своєрідну агломерацію у функціональному, а найчастіше — у географічному сенсі різних установ і виробництв навколо інтелектуального мозкового центру (як наприклад, відомого університету типу Гарвардського). Такий підхід успішно реалізований у США, у Європі — Великій Британії, Німеччині, Фінляндії, в Азії — Японії, Південній Кореї, Ізраїлі (останнім часом це намагається реалізувати Сингапур).

3. Перспективи розвитку екологічної біотехнології у світі.

Із високо розвинутих країн США одні з перших оцінили перспективу розвитку біотехнології. Так, у 1997 р. у США було зареєстровано близько 1000 великих і середніх біотехнологічних компаній. На виробництво біофармацевтичних препаратів було витрачено 7 млрд, а прибуток становив 16 млрд доларів. У 2000 р. кількість біотехнологічних компаній збільшилась до 1300, а їх прибуток — до 19,6 млрд доларів. Прибутки деяких біотехнологічних компаній становлять 1000—1500 % річних! На сьогодні США є виключним лідером у світі біотехнологій — частка цієї держави на ринку біотехнологічної продукції становить майже 50 %. Щорічно на біотехнологічні дослідження США витрачають десятки мільярдів доларів.

У 2001 р. у США прийнято довгострокову програму з біотехнології до 2025 р. («Закон про біомасу»), кінцевою метою якої є доведення рівня хімічної продукції з поновлюваної сировини до 25 %. Це означає, що четверта частина всіх хімічних продуктів буде вироблятися з вуглеводів, одержуваних ферментативним гідролізом рослинної біомаси, а решта 75 % — із нафти і газу, як і раніше. Головна ідея програми — використовувати для виробництва палива, матеріалів і реагентів соломку та інші відходи сільського виробництва, які тепер спалюють. Одним із ключових завдань програми є розробка способів розкладу лігноцелюлози з подальшим ферментативним гідролізом за участю дешевих

целюлоз. Дослідження, проведені до кінця 2003 р., дали змогу здешевити технологію одержання целюлозу у 12 разів. Передбачається, що до кінця 2008 р. ціна на целюлози знизиться у 20 разів.

У рамках програми прогнозується збільшення обсягу виробництва паливного спирту вдвічі: з 6 до 12—15 млн т у 2010 р. Перспективним субстратом для одержання біопалива є солома. Нині у США функціонують пілотні виробництва біоетанолу з соломи, на яких відпрацьовується технологія.

До 2001 р. у всьому світі вироблялося 60 тис. т молочної кислоти, яка використовувалася переважно у харчовій і текстильній промисловості. У 2001 р. тільки у США було вироблено 140 тис. т молочної кислоти. У 2002 р. 70 тис. т кислоти було перероблено у біодеградабельну пластмасу (полілактат), у 2003 р. на одержання полілактату було витрачено 140 тис. т молочної кислоти, у 2007 р. — близько 500 тис. т

У рамках виконання програми у США налагоджено біотехнологічне виробництво 1,3-пропандіолу — вихідної сполуки для одержання полімеру, з якого виготовляють ковролін. Вартість 1 кг 1,3-пропандіолу, одержуваного хімічним синтезом, становить 8 доларів, а біотехнологічного — лише 2,5. Розробляються програми, за якими близько 50 хімічних сполук, використовуваних як сировина для органічного синтезу, будуть одержувати лише з двох кислот мікробного походження — молочної та бурштинової.

На сьогодні у США одним з найперспективніших субстратів для використання у біотехнологічних процесах є гліцерин — побічний продукт, утворюваний у великих кількостях у процесі виробництва біодизелю з рослинної і тваринної сировини. Неможливість використання в інших технологіях такої величезної кількості гліцерину є нині найважливішим фактором, що стримує виробництво біодизелю. Одним із шляхів утилізації гліцерину може бути використання його як джерела вуглецю і енергії під час розробки технологій мікробного синтезу.

Японія займає друге місце після США за рівнем розвитку біотехнології. Якщо в традиційних галузях біотехнології (виробництво ферментів, антибіотиків, амінокислот) позиції Японії досить сильні, то у використанні методів новітньої біотехнології спостерігалось значне відставання від США. Для його подолання Японія зробила ставку на революційний розвиток біотехнології. На здійснення 10-річної програми розвитку біотехнології (1981—1990) було асигновано 517,2 млн доларів, а на період з 1991 по 2000 р. — понад 2 млрд доларів. Для проведення біотехнологічних досліджень на період з 2000 по 2004 рр. уряд Японії виділив (у перерахунку) близько 20 млрд євро. За оцінками експертів обсяг японського ринку біотехнологічної продукції у 2010 р. становитиме 230 млрд доларів.

Останніми роками за кількістю біотехнологічних компаній на друге місце у світі (після США) вийшла Канада. Загальний щорічний прибуток канадських компаній становить майже 4,5 млрд дол.

Ще одним світовим біотехнологічним центром поступово стає Індія. Країна третього світу, яка нещодавно увійшла до світових лідерів у галузі інформаційних технологій, намагається повторити цей революційний прорив уже в іншій наукоємній сфері — біотехнології. У найближчі кілька років планується збільшити обсяги біотехнологічного сектору у 5 разів.

Слід зазначити, що й інші країни Азії також включилися у «біотехнологічну гонку», забезпечивши регіону найвищі темпи зростання біотехнологічної індустрії у світі. Так, Південна Корея проголосила 2002 рік «роком біотехнології»: її урядом асигновано 259 млн доларів на підготовку молодих учених у цій галузі. Південна Корея приваблює іноземні інвестиції в галузь створення великих науково-технічних комплексів. У рамках першої в Кореї вільної економічної зони «Інчеон» (INCHEON) виключно для потреб біотехнології створюється комплекс «Біокомплекс Сонгдо», який об'єднуватиме лабораторії з контролю харчових продуктів і лікарських препаратів, виробничі приміщення, госпіталі, міжнародні школи, логістичні центри тощо. При цьому Корея ставить перед своїм біотехнологічним центром досить амбітні й чіткі цілі — до 2010 р. стати сьомим найбільшим «гравцем» у світі, створити 20 нових біотехнологічних продуктів і довести річний обсяг експорту до 10 млрд доларів США.

У Китаї щорічно на біотехнологічні дослідження витрачається понад 1 млрд доларів. Завдяки увазі, яку приділяє держава біотехнологічній галузі, нині Китай є основним постачальником субстанцій для фармацевтичної промисловості багатьох країн світу, у тому числі України й Росії. Так, російська фармацевтична промисловість повністю працює на фасуванні: 90 % субстанцій імпортується з Китаю.

У зв'язку з розвитком біотехнології не можна не згадати досвід Куби, яка нині займає почесне сьоме місце у біотехнологічному рейтингу в світі. Ця маленька країна досягла таких надзвичайних успіхів завдяки тому, що у 1985 р. прийняла відповідну програму піднесення національної біотехнології.

Намагаючись ліквідувати відставання від США, країни Західної Європи постійно збільшують державну допомогу компаніям, що розробляють біотехнології. Так, з 1994 по 1998 р. цим компаніям було виділено 10 млрд євро, з яких 75 % припадало на три країни — Німеччину (3 млрд), Велику Британію (2,5 млрд) і Францію (2 млрд). У 1999 р. державна підтримка біотехнологічної галузі у західно-європейських країнах становила 2 млрд євро.

Останнім часом помітно активізувались у світі дослідження з розробки технологій мікробного синтезу полігідроксиалканатів, яким притаманні властивості звичайних хімічних пластмас. Понад 10 років тому англійська фірма «ICI» організувала промислове виробництво такої пластмаси під назвою «біопол». З біополу виготовляють пляшечки та плівки. Проте вартість 1 кг біополу становила на той час від 5 до 8 доларів (для порівняння: ціна 1 кг поліетилену — менше 1 долара). Використання генно-інженерних штамів дало змогу здешевити технології мікробного синтезу полігідроксиалканатів. Нині його випускають фірми «ICI» (Англія), «Asahi Chem» (Японія), «Bayer» (Корея). Інтерес до полігідроксиалканатів зростає у зв'язку з подорожчанням нафти і газу, а відповідно, й поліетилену. Передбачають, що найближчим часом ціна 1 кг полігідроксиалканатів знизиться до 2—3 доларів, тобто вартість хімічного поліетилену і біотехнологічних аналогів зрівняється.

Розвиваються у світі й традиційні біотехнологічні виробництва амінокислот, полісахаридів, вітамінів. Вітамін В2 одержують тільки мікробним синтезом. Кілька років тому у Німеччині побудували завод з виробництва 3 тис. т цього вітаміну. Фірма «Bayer» відкрила підприємство такої самої потужності у

Кореї. Якщо до недавнього часу для одержання вітаміну С використовували хімічний синтез, і тільки одна стадія була «мікробіологічною», то на сьогодні все стало навпаки — у синтезі аскорбінової кислоти залишилась одна хімічна стадія (окиснення киснем повітря чи перманганатом, хоча, власне, це практично уже не хімія), а решта стадій здійснюється за участю мікроорганізмів.

Щорічно у світі виробляється близько 2 млн т амінокислот, з яких половина загального обсягу виробництва припадає на L-глутамінову кислоту, що використовується для одержання глутамату натрію, добре відомого підсилювача смаку й аромату. Ціна глутамату натрію становить 1,3 долара за 1 кг, а конверсія — 60 %, тобто з 1 кг глюкози одержують 600 г глутамату. Деякі амінокислоти мікробного походження настільки здешевіли, що, можливо, їх будуть використовувати як сировину для органічного синтезу полімерів. Наприклад, якщо декарбоксилувати лізин, одержується гексаметилендіамін, з якого можна виробляти капрон собівартістю близько 1 долара за кг.

Питання для самоконтролю:

1. Предмет, метод та завдання дисципліни.
2. Історичні періоди екобіотехнології.
3. Дати визначення поняттю екобіотехнологія.
4. Розвиток екобіотехнології у США.
5. Екобіотехнологія, як пріоритетний напрям розвитку людства у 21 ст.

Список використаних джерел:

1. Єгоров Н. С., Олескін А. В., Самуїлов В. Д. Біотехнологія: Проблеми і перспективи. М., 1987.
2. Пирог Т. П., Ігнатова О. А. Загальна біотехнологія: Підручник. — К.: НУХТ, 2009. — 336 с.
3. Сасон А. Біотехнологія: Здійснення і надії: Пер. с англ. М., 1987.
4. <http://www.undpsust.kiev.ua>

Тести

1рівень.

1. Виникнення, становлення й розвиток біотехнології можна поділити на 4 етапи:
а) так б) ні
2. Етіологічний період охоплює дещо більше половини 18 століття:
а) так б) ні
3. Мікрофітопатологію заснував Де Барі:
а) так б) ні
4. Використання мікроорганізмів при переробці відходів не вимагає створення стерильних умов:
а) так б) ні
5. Уотсон і Хеммент в 1953 році встановили просторову структуру ДНК:
а) так б) ні
6. Третьою хвилею біотехнологічної революції є мікробні біотехнології:
а) так б) ні
7. Щорічно у світі виробляється близько 2 млн. т амінокислот:
а) так б) ні
8. Етіологічний період ознаменувався розробкою методів одержання чистих культур мікроорганізмів:
а) так б) ні
9. Біотехнологічні процеси істотно розширили сферу виробництва в харчовій промисловості:
а) так б) ні
10. Сучасна промисловість біотехнології включає 10 основних стадій
а) так б) ні

2рівень.

1. Вірус тютюнової мозаїки відкрив:
а) Д.І. Івановський
б) Д. Керрол
в) П. Фрош
2. У який період було розпочато виготовлення харчових пресованих дріжджів:
а) біотехнічний
б) етіологічний
в) генотехнічний
3. Новітня екобіотехнологія об'єднує:
а) генетичну та клітинну інженерію
б) механічну та генетичну
в) біологічну та інженерну
4. Використання у біотехнології бактерій, вірусів, грибів, біологічно активних речовин це є:
а) завдання

- б) метод*
- в) об'єкт*

5. Що входить в першу хвилю біотехнологічної революції:

- а) виробництво лікарських засобів*
- б) генно - інженерні режими*
- в) мікробні біотехнології*

6. У 2001 році у США було прийнято довгострокову програму біотехнології до:

- а) 2016р*
- б) 2025р*
- в) 2050р*

7. У США одним із найперспективніших субстратів для використання у біотехнологічних процесах є:

- а) глюкоза*
- б) гемоглобін*
- в) гліцерин*

8. Яке місце займає Японія за рівнем розвитку біотехнології:

- а) перше*
- б) друге*
- в) восьме*

9. У якому році був розроблений процес мінералізації органічних відходів заснований на використанні мікроорганізмів активного мулу:

- а) 1899р*
- б) 2001р*
- в) 1914р*

10. Хто розкрив мікробну природу природу бродіння та довів можливість життя в без кисневих умовах:

- а) Л. Пастер*
- б) А.С. Фамінцин*
- в) М.С. Воронін*

Зрівень

1. Дайте визначення поняттю біотехнологія.
2. Опишіть біотехнічний період розвитку біотехнології.
3. Опишіть етіологічний період розвитку біотехнології.
4. Які основні чотири стадії включає в себе сучасна промислова біотехнологія?
5. Що є методом та об'єктом вивчення біотехнології?