

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва,
стандартизації та біотехнології**

Кафедра генетики, годівлі тварин та біотехнології

Вступ до фаху

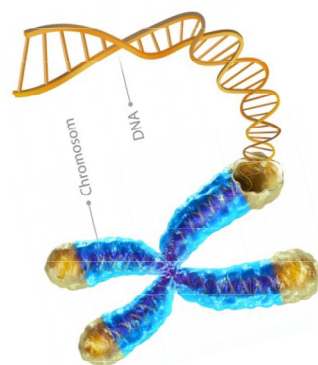
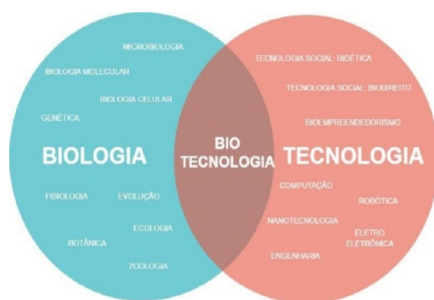
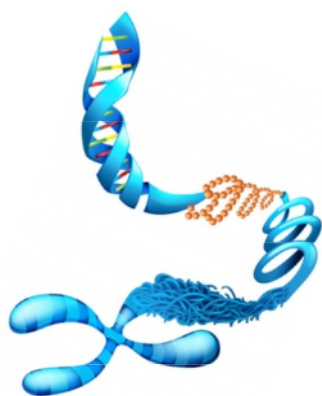
методичні рекомендації

для самостійного вивчення дисципліни

і виконання лабораторно-практичних робіт для

здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр», спеціальність

162 – «Біотехнології та біоінженерія» денної форми навчання



**Миколаїв
2020**

УДК 60
В 85

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету від «24» березня 2020 р., протокол № 8.

Укладач:

О. І. Юлевич – доцент кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету, канд. техн. наук, доцент

Рецензенти:

О. А. Горбенко – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри агроінженерії Миколаївського національного аграрного університету

С. П. Кот – канд.біол.наук, доцент, завідувач кафедри зоогієни та ветеринарії Миколаївського національного аграрного університету

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Історія та класифікація напрямів біотехнології	5
2. Предмет, мета та завдання біотехнології	7
3. Об'єкти біотехнології	9
4. Методи біотехнології	11
5. Стадії біотехнологічних процесів	14
6. Елементи, з яких складаються біотехнологічні процеси	17
7. Характеристика сировинної бази біотехнології	20
8. Відходи виробництва і перспективи біотехнології	23
9. Групи біотехнологічних продуктів та способи їх виділення	24
10. Модифікація цільового біотехнологічного продукту	27
11. Біотехнологічні аспекти отримання і застосування антибіотиків	29
12. Вітаміни і гормони – продукти біотехнологічного виробництва	31
13. Біотехнологія на службі охорони здоров'я та науки	35
14. Біотехнологія в тваринництві і рослинництві, харчовій промисловості	37
15. Пріоритетність біотехнології та її перспективні напрямки розвитку	40
Список використаної літератури	43

ВСТУП

Предметом навчальної дисципліни «Вступ до фаху» є теоретичні і практичні основи вивчення біотехнологічних процесів, взагалі базових закономірностей протікання біологічних процесів як основи їх застосування у промисловості. Біотехнологія як наука є важливим розділом сучасної біології, яка стала одним із провідних пріоритетів в світовій науці та економіці. Біотехнологія – це промислове використання біологічних агентів або їх систем (мікроорганізмів, рослинних та тваринних клітин і їх компонентів) для отримання цінних продуктів та здійснення цільових перетворень.

Сучасні біотехнологічні процеси базуються на методах рекомбінантних ДНК, а також на використанні іммобілізованих ферментів, клітин та клітинних органел. Сучасна біотехнологія – це наука про генно-інженерні та клітинні методи і технології створення та використання генетично трансформованих біологічних об'єктів для інтенсифікації виробництва або одержання нових видів продуктів різного призначення.

Відповідно до навчального плану освітньої спеціальності 162 – «Біотехнології та біоінженерія», дисципліна «Вступ до фаху» вивчається здобувачами вищої освіти денної форми навчання у I семестрі I курсу.

За структурою програма складається із 46 годин аудиторних занять, з яких 16 годин лекцій та 30 годин практичних занять. Передбачено також самостійну роботу в обсязі 44 годин.

На лекціях висвітлюються основні, найважливіші питання з дисципліни. Під час практичних занять здобувачі вищої освіти працюють над завданнями, які передбачені навчальним планом та робочою програмою.

Метою вивчення дисципліни «Вступ до фаху» є теоретична підготовка здобувачів вищої освіти – майбутніх фахівців для подальшого успішного засвоєння ними спеціальних дисциплін, а також для широкого ознайомлення здобувачів з можливостями практичного втілення біотехнологічних процесів у різних галузях народного господарства особливо у сільському господарстві, охороні здоров'я (медицині, фармакології, охороні навколишнього середовища), харчовій промисловості (харчові та кормові добавки).

Завданням дисципліни «Вступ до фаху» є ознайомлення з поняттями та термінами, які використовуються у біотехнології, різноманітними видами об'єктів та продуктів біотехнологічних виробництв, застосуванням біотехнологічних процесів у різних галузях промисловості та сільського господарства.

1. Історія та класифікація напрямів біотехнології

Біотехнологія – це наука про використання культур клітин бактерій, дріжджів, тварин або рослин, метаболізм і біосинтетичні можливості яких забезпечують утворення специфічних речовин.

У 1984 році на III з'їзді Європейської асоціації біотехнологів у Мюнхені було запропоновано розподілити історію розвитку біотехнології на п'ять періодів (табл. 1).

Таблиця 1

Періоди розвитку біотехнології

№	Назва періоду	Характеристика періоду
I	Допастерівський період до 1865 р.	Використання спиртового та молочнокислого бродіння для отримання хліба, вина, хлібопекарських та пивних дріжджів, сиру, ферментованих продуктів та оцту.
II	Післяпастерівський період 1866-1940 р.	Виробництво етанолу, бутанолу, ацетону, гліцерилу, органічних кислот і вакцин. Аеробне очищення каналізаційних стоків. Виробництво кормових дріжджів з вуглеводів.
III	Період антибіотиків 1941-1960 р.	Виробництво пеніциліну та інших антибіотиків шляхом глибинної ферментації. Культивування рослинних клітин і отримання вірусних вакцин. Мікробіологічна трансформація стероїдів.
IV	Період керованого біосинтезу 1961-1975	Виробництво амінокислот за допомогою мікробних мутантів. Отримання чистих ферментів. Промислове використання іммобілізованих ферментів і клітин. Анаеробне очищення каналізаційних стоків і отримання біогазу. Виробництво бактеріальних полісахаридів
V	Період нової біотехнології (після 1975 р.)	Використання генної і клітинної інженерії з метою отримання агентів біосинтезу. Отримання гібридів, моноклональних антитіл, трансплантація ембріонів.

З історичної точки зору біотехнологія виникла тоді, коли дріжджі уперше були використані для виробництва пива, а бактерії – для виготовлення йогуртів.

Передісторія формування біотехнології має ряд етапів. Це емпіричний, етіологічний (зародження природничих наук у XV-XVII століттях; формування мікробіологічних виробництв і початок взаємодії науки й мікробіологічних виробництв наприкінці XIX – на початку XX століття, що зумовило революційне перетворення мікробіологічних виробництв). Наступний – біотехнічний (створення науково-технічних передумов для виникнення сучасної біотехнології 10–50-й роки XX століття), і геннотехнічний – ера новітніх біотехнологічних процесів.

Термін «біотехнологія» був запропонований у 1917 році угорським інженером Карлом Ереки для опису великомасштабного вирощування свиней з використанням в якості корму цукрового буряку. За визначенням К. Ереки, біотехнологія – це «усі види робіт, коли з сировини за допомогою живих організмів виробляються ті, чи інші продукти». Однак, це цілком вірне визначення не отримало розповсюдження. Лише у 1961 році, коли шведський мікробіолог Карл Гьорен Хеден запропонував нову назву журналу «Біотехнологія і біоінженерія» біотехнологію зв'язали з дослідженнями у галузі «промислового виробництва товарів та послуг за участю живих організмів, біологічних систем і процесів».

Результати фундаментальних досліджень у галузі біохімії, біоорганічної хімії і молекулярної біології, створили передумови для керування елементарними механізмами життєдіяльності клітини, що стало потужним імпульсом для розвитку біотехнології. З'ясування ролі нуклеїнових кислот у передачі спадкової інформації, розшифрування генетичного коду, розкриття механізмів індукції та репресії генів, удосконалення технології культивування мікроорганізмів, клітин і тканин рослин та тварин дозволили розробити методи генетичної і клітинної інженерії, за допомогою яких можна штучно створювати нові форми високопродуктивних організмів.

Завдання :

1. Скласти схему «Напрями використання біотехнології»
2. Скласти схему «Дисципліни, які покладені в основу створення біотехнології»
3. Теми рефератів:
 - Допастерівський період до 1865 р.
 - Післяпастерівський період 1866-1940р.
 - Період антибіотиків 1941-1960 р.
 - Період керованого біосинтезу 1961-1975 р.
 - Період нової біотехнології (після 1975 р.)

Контрольні запитання

1. Вкажіть, на які періоди розподіляють історію розвитку біотехнології?
2. Охарактеризуйте емпіричний період.
3. Охарактеризуйте етіологічний період.
4. Охарактеризуйте біотехнічний період.
5. Охарактеризуйте геннотехнічний період – ера новітніх біотехнологічних процесів.

2. Предмет, мета та завдання біотехнології

Біотехнологія як наука поступово формувалася з еволюційним розвитком людства. Передумовою для формування науки – «біотехнологія» слід визначити цілий ряд наук: біохімія, молекулярна біологія, генетика, органічна та фізична хімія, мікробіологія, фармакологія, імунологія та ін.

Існує багато визначень біотехнології як галузі. Найбільш поширене таке. *Біотехнологія* – це широкий спектр технологій, які використовують живі клітини і біологічні молекули для вирішення проблем людства у забезпеченні себе важливими засобами для життя (продуктами харчування, ліками та ін.). Традиційні технології, які відомі людству вже протягом століть і навіть тисячоліть, такі як виробництво хліба, вина, спирту, сиру, народних лікарських засобів та ін. підпадають під це визначення. Головною відмінністю сучасних біотехнологій від класичних є використання не емпіричних знань, нагромаджених людством з багатовікового досвіду, а широке застосування наукових даних про фізико-хімічні механізми, які забезпечують життєдіяльність організмів, а також властивостей біологічно активних молекул – нуклеїнових кислот, білків, вуглеводів, ліпідів.

Якщо коротко сформулювати *завдання*, що стоять перед сучасною біотехнологією, то їх можна визначити як створення нових біомолекул, мікроорганізмів, рослин, тварин, ліків, діагностичних препаратів, а також технологій вироблення продукції для потреб людства. Біотехнологія – це використання наукових та інженерних принципів для виробництва матеріалів за допомогою біологічних об'єктів і з метою надання людству сервісу або товарів.

Першочерговими завданнями біотехнології є:

- створення нових біологічно активних речовин та лікарських препаратів для медицини (інтерферонів, гормонів, моноклональних антитіл та ін.), які дозволяють здійснювати в охороні здоров'я ранню діагностику та лікування важких захворювань – серцево-судинних, злоякісних, спадкових, інфекційних, у тому числі вірусних;

- створення засобів захисту рослин від хвороб та шкідників, бактеріальних добрив і регуляторів росту рослин; нових високопродуктивних та стійких до несприятливих факторів зовнішнього середовища сортів та гібридів сільськогосподарських рослин, які отримані методами генетичної та клітинної інженерії;

- створення цінних кормових добавок і біологічно активних речовин (кормового білка, амінокислот, ферментів, вітамінів, ветеринарних препаратів та ін.) для підвищення продуктивності тваринництва; нових методів біоінженерії для ефективної профілактики, діагностики терапії основних хвороб сільськогосподарських тварин;

- освоєння технологій отримання господарсько-цінних продуктів для використання у харчовій, хімічній, мікробіологічній, парфумній, фармацевтичній галузях промисловості;

- освоєння глибокої та ефективної переробки сільськогосподарських, промислових та побутових відходів, використання

стічних вод і газоповітряних викидів для отримання біогазу та високоякісних добрив.

Продукти біотехнології розповсюджені скрізь і всюди:

- молочні продукти, спирти та їх похідні, пекарські дріжджі, соя, гриби, протеїн одноклітинних організмів, біологічно активні домішки (глутамат натрію, барвники та ін.);
- лікарські засоби: антибіотики, діагностичні речовини, вакцини, стероїди;
- хімікати: хімічні реактиви (ферменти, полімери), сировина для хіміко-біологічного виробництва (етанол, ацетон, бутанол, органічні кислоти);
- сільськогосподарські продукти: корми для тварин, продукти силосування та компостування, мікробні біоциди, бактерії, рослинні клітини та культури тканин;
- обслуговуюча індустрія: очищення води, знешкодження технічних викидів, біологічне очищення ґрунтів, повітря, аналітичні інструменти (біосенсиори);
- енергетичні джерела: етанол (газохол), метан (біогаз), біодизель, біоводень.

Завдання

1. Заповніть таблицю 2.

Таблиця 2

Застосування досягнень біотехнології у різних галузях

Галузь застосування	Продукти біотехнології
Хімічна промисловість	
Харчова промисловість	
Медицина	
Рослинництво	
Тваринництво	
Енергетика	
Екологія	
Добування корисних копалин	

Контрольні запитання

1. Вкажіть дисципліни, з якими пов'язана біотехнологія
2. Надайте сучасне визначення біотехнології.
3. Вкажіть основні цілі біотехнології.
4. Вкажіть основні завдання біотехнології.

3. Об'єкти біотехнології

Біологічними об'єктами (агентами) біотехнології є різні представники живої природи, які поділяються на три надцарства: акаріоти (без'ядерні), прокаріоти (перед'ядерні) і еукаріоти (ядерні) і 5 царств: віруси, бактерії, в тому числі мікроскопічні водорості, гриби, а також рослини і тварини.

Віруси – це організовані часточки розміром кілька нанометрів. Вони є obligatними паразитами і можуть розмножуватися тільки в клітинах інших організмів. Поза клітин віруси існують у вигляді віріонів, що представляють собою комплекс нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК) з білком, які не пов'язані між собою ковалентними зв'язками. Білкові молекули, що оточують РНК або ДНК, створюють оболонку вірусу – капсид. За типом нуклеїнової кислоти віруси діляться на РНК-вмісні (віруси рослин, а також віруси, що викликають грип, сказ, поліомієліт, СНІД та інші захворювання людини) і ДНК-вмісні (бактеріофаги, деякі віруси людини і тварин, наприклад, герпесу, віспи та інші). Поряд з типовими вірусами відкриті віроїди. Вони являють собою частинки, які складаються з низькомолекулярних РНК (240-400 нуклеотидів) і не містять капсидів.

Бактерії – без'ядерні, одноклітинні (як правило) організми, розміром 0,2-10,0 мкм, що мають певну форму (палички, коки, спіралеподібні форми і т. і.). Внутрішній вміст бактеріальної клітини (цитоплазма) ізольований від зовнішнього середовища клітинною оболонкою, що складається з тонкої мембрани і стінки, на яку припадає до 20% сухої речовини бактерій. Клітинна стінка має складну будову і надає бактеріальній клітині певну форму. Виняток становлять мікоплазми, у яких немає клітинної стінки і, відповідно, певної форми. Бактеріальні клітини, позбавлені клітинної стінки називаються протопластами. Протопласти використовуються в клітинно-інженерних дослідженнях.

Гриби, які нараховують десятки тисяч видів, поєднують у собі риси клітин рослин і тварин. Вони мають клітинне ядро, як і рослини – міцну клітинну стінку; аналогічно до клітин тварин вони потребують деяких вітамінів і здатні синтезувати властиві тваринам полісахариди: хітин і глікоген. Найбільший інтерес для біотехнології представляють мікроскопічні гриби, до яких відносяться дріжджі, цвілеві та інші мікроорганізми.

Рослини, що налічують близько 500 000 видів, складаються з ядерних клітин, які мають складну будову і виконують різні спеціалізовані функції. До них відносяться водорості, які є водними організмами, і вищі рослини, що мешкають переважно на суші. Водорості відрізняються від вищих рослин тим, що не мають органів і тканин, а являють собою слані, що складаються з недиференційованих (однакових) клітин. Як і інші рослини, водорості мають здатність до фотосинтезу і багаті різними вуглеводами і пігментами.

Тварини складаються з ядерних клітин. Тканини вищих тварин є джерелами повноцінного білка, ліпідних речовин і деяких вітамінів, необхідних для харчування людини. Оскільки сировина тваринного походження є найбільш коштовною, а вихід кінцевих продуктів недостатньо високий, то в сучасних

технологіях все частіше використовуються культури клітин тварин або людини, що вирощуються на штучних середовищах (отримання інтерферону, моноклональних антитіл).

Завдання

1. Складіть схему розподілу біоб'єктів біотехнології на надцарства і царства.
2. На підставі рисунку 1 вкажіть складові бактеріальної, рослинної і тваринної клітин.

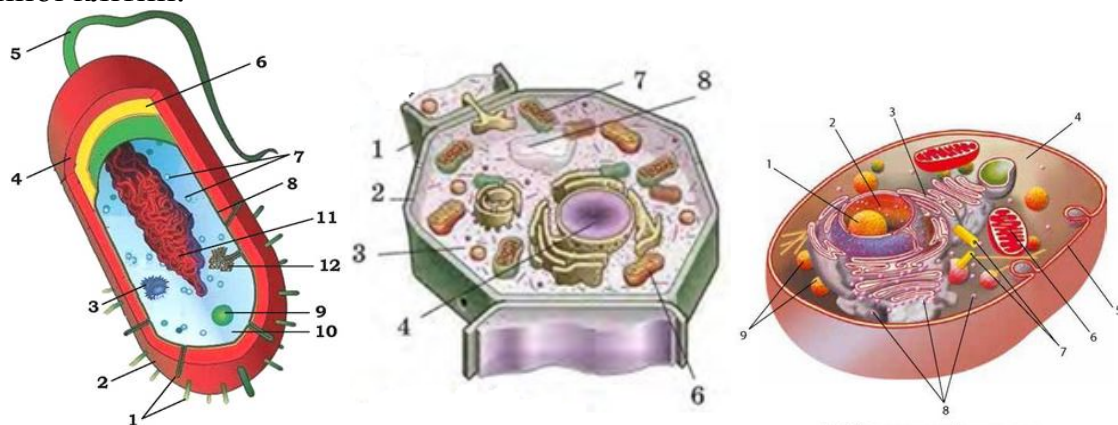


Рис. 1. Бактеріальна, рослинна і тваринна клітини

3. Заповніть таблицю 3.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика ДНК і РНК

Ознака	ДНК	РНК
Місцезнаходження в клітині		
Місцезнаходження в ядрі		
Будова макромолекули		
Мономери		
Склад нуклеотиду		
Типи нуклеїнів		
Властивості		
Функції		

Контрольні запитання

1. Надайте характеристику будові та властивостям вірусів.
2. Надайте характеристику будові та властивостям бактерій.
3. Надайте характеристику будові та властивостям грибів.
4. Надайте характеристику будові та властивостям клітин рослин.
5. Надайте характеристику будові та властивостям клітин тварин.
6. Вкажіть параметри, за якими оцінюються біоб'єкти.

4. Методи біотехнології

Біотехнологія – це сукупність промислових методів, які застосовують для виробництва різних речовин із використанням живих організмів, біологічних процесів чи явищ. Але насправді біотехнологічні принципи людина розробила вже давно. Використання мікроорганізмів для випікання хліба, виготовлення сиру та інших молочних продуктів, виноробства, пивоваріння триває вже не одну тисячу років.

У біотехнології використовуються як загальні, так і специфічні методи.

Загальні методи біотехнології засновані на явищі ферментації – використанні у виробничих процесах ферментів мікроорганізмів. Саме на цьому явищі ґрунтується виробництво хліба, пива, вина, кисломолочних продуктів, оцту.

Продуктами діяльності мікроорганізмів є такі вироби, як кефір, ряжанка, йогурти, кумис. Без процесу ферментації неможливо, наприклад, виготовити сир.

У цій галузі використовують мікроскопічні гриби й бактерії. Це пекарські дріжджі (для виготовлення хліба), аспергіли (для виготовлення сирів), термофільні стрептококи та болгарська молочна паличка (для виготовлення йогуртів та інших кисломолочних продуктів), інші мікроорганізми.

Але традиційні галузі застосування мікроорганізмів наразі розширюються. За допомогою мікроорганізмів отримують низку лікарських препаратів (наприклад, препарати з групи стероїдів). Лимонна кислота, яка раніше отримувалася з цитрусових, у наш час продукується мікроорганізмами. Аналогічно одержують і натрій глутамат, який є підсилювачем смаку й широко застосовується як харчова добавка.

Живі організми використовують і як засоби боротьби зі шкідниками та хворобами рослин. Використання природних збудників захворювань шкідників є набагато безпечнішим, ніж обробка отрутохімікатами.

І ще одна новітня галузь застосування традиційних методів біотехнології – виробництво ферментів для побутової хімії.

До специфічних відносяться: глибинне культивування біоб'єктів у періодичному, напівбезперервному або безперервному режимах; вирощування клітин рослинних і тваринних тканин в особливих умовах. Наприклад, вирощування бактерій і грибів в спеціальних ферментерах для отримання антибіотиків, ферментів, органічних кислот, деяких вітамінів; вирощування клітин людини для отримання білка інтерферону.

Особливо слід виділити методи клітинної та генної інженерії, коли в експериментальних умовах вдається створювати клітини зі заздалегідь відомими властивостями. Ці методи покладені в основу сучасної біотехнології.

Вони почали активно розвиватися із 60-х років XX століття, коли було встановлено роль ДНК у спадковості й розкрито механізми реалізації спадкової інформації.

Клітинна інженерія – це галузь біотехнології, яка розробляє й використовує технології культивування клітин і тканин поза організмом у

штучних умовах. Крім того, в рамках клітинної інженерії розробляють і використовують технології гібридизації клітин.

Одним з напрямів клітинної інженерії є клонування тварин і рослин. Клонування рослин, наприклад, дозволяє дуже швидко розмножувати найбільш цінні особини рослин, які відрізняються гарною врожайністю, підвищеною стійкістю до хвороб або іншими якостями. Особливо важливо це для вирощування дерев, бо значно підвищує швидкість їх розмноження.

Генетична інженерія – це галузь біотехнології, яка розробляє й використовує технології виділення генів з організмів і окремих клітин, їх видозмінення й введення в інші клітини або організми.

Суть генетичної інженерії полягає в штучному створенні генів з потрібними властивостями і введення їх у відповідну клітину. Перенесення гена здійснює вектор (рекомбінантна ДНК) – спеціальна молекула ДНК, сконструйована на основі ДНК вірусів або плазмід, яка містить потрібний ген і здатна транспортувати його до клітини та забезпечити його вбудовування в її генетичний апарат.

Генетична інженерія широко використовується як у наукових дослідженнях, так і в новітніх методах селекції.

Завдання

1. Подовжити таблицю 4, вказавши події генетичної інженерії, які відбулися до нашого часу.

Таблиця 4

Історія розвитку генетичної інженерії

Дата	Подія
1944	Евері, МакЛеод і МакКарті показали, що генетичний матеріал – ДНК
1953	Уотсон і Крік визначили структуру ДНК
1961-1966	Розшифрований генетичний код
1970	Отримана перша рестриказа
1972	Корани Х.Г. зі співробітниками синтезували ген мРНК
1972	Поль Берг отримав рекомбінантну ДНК
1973	Стенлі Норман Коен і Герберт Бойєр поклали початок генетичної інженерії
1976	Видані перші рекомендації по роботі з рекомбінантними ДНК
1976	Розроблені методи визначення нуклеотидної послідовності ДНК
1978	Отриманий інсулін людини за допомогою <i>E.coli</i>
1980	Прийнято рішення, що мікроорганізми, які отримані генно-інженерними методами, можуть бути запатентовані
1981	У продаж потрапили перші автоматичні аналізатори ДНК
1982	Дозволена до використання перша вакцина для тварин, що отримана методом рекомбінантних ДНК

1988	Отримані перші трансгенні миші
1990	Затверджений план випробувань генної терапії з використанням соматичних клітин людини
1994-1995	Опубліковані генетичні і фізичні карти хромосом людини
1996	Визначена нуклеотидна послідовність всіх хромосом еукаріотичного мікроорганізму
1997	Клонована тварина з соматичної диференційованої клітини (вівця Долі)
2002	Розшифрований генетичний код людини

2. Теми рефератів: - «Генетична інженерія, як особливий метод біотехнології»
 - «Клітинна інженерія, як особливий метод біотехнології»

Контрольні запитання

1. Вкажіть які продукти отримують у наш час за допомогою методів традиційної біотехнології.
2. Охарактеризуйте основні специфічні методи біотехнології.
3. Вкажіть напрями застосування клітинної інженерії.
4. Вкажіть напрями застосування генетичної інженерії.
5. Вкажіть які продукти отримують завдяки методу глибинного культивування.

5. Стадії біотехнологічних процесів

Біотехнологічний процес – це виробничий процес, у якому використовується життєдіяльність організмів або продукти їх метаболізму. Біотехнологічний процес включає три основні стадії: 1 – підготовчу (складається з двох процесів – підготовки поживного середовища і підготовки продуцента); 2 – основну (культивування біооб'єкта); 3 – заключну (відділення, очищення та модифікація цільового продукту).

Основою сучасних біотехнологічних виробництв є мікробіологічний синтез. Об'єкти рослинного та тваринного походження знаходять менш широке використання, ніж мікроорганізми, завдяки високим вимогам до умов культивування (значне подорожчання виробничих процесів). Характерна особливість мікроорганізмів – їх здатність до надсинтезу, тобто надлишковому утворенню деяких продуктів обміну речовин (багатьох амінокислот, нуклеотидів, вітамінів), які перевищують потреби мікробної клітини.

Реалізація біотехнологічного процесу здійснюється за наступною принциповою схемою (рис. 2).

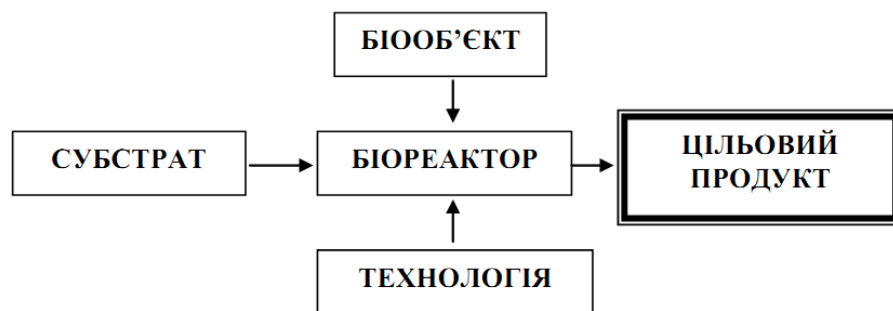


Рис. 2. Блок-схема біотехнологічного процесу

На підготовчій стадії здійснюють зберігання та підготовку культури продуцента (інокулята), отримання та підготовку поживних субстратів і середовищ, ферментаційної апаратури, технологічної та стерильної води і повітря.

При вирощуванні посівних доз інокулята застосовують принцип масштабування, тобто проводять послідовне нарощування біомаси продуцента в колбах, бутлях, далі в серії послідовних ферментерів. Кожен наступний етап даного процесу відрізняється за обсягом від попереднього зазвичай на порядок. Отриманий інокулят по стерильній посівній лінії направляється далі в апарат, в якому реалізується основна стадія.

Приготування поживних середовищ здійснюється в спеціальних реакторах, обладнаних мішалками. Залежно від розчинності і сумісності компонентів середовищ можуть бути застосовані окремі реактори.

Основною стадією є власно біотехнологічна стадія (ферментація, біотрансформація, біокаталіз, метанове бродіння, біоокиснення, біокомпостування, біосорбція, біодеградація, бактеріальне вилуговування), на якій з використанням того або іншого біологічного агента-об'єкта (мікроорганізмів, ізольованих клітин, тканин, ферментів чи клітинних органел),

виникає утворення цільового продукту за наступними технологічними процесами:

- *ферментація* – процес, який здійснюється шляхом культивування мікроорганізмів (виробництво кефіру, йогурту шляхом молочнокислого бродіння; виробництво спирту, пива – спиртовим бродінням; виробництво амінокислоти лізину, лимонної кислоти з м'яса – відходів цукрового виробництва; виробництво кормового білка шляхом нарощування дріжджової біомаси);

- *біотрансформація* – процес перетворення хімічної структури речовини під впливом ферментативної активності клітин мікроорганізмів або готових ферментів. При цьому не виникає накопичення клітин мікроорганізмів, а здійснюється хімічна модифікація речовин субстрату шляхом додавання чи віднімання радикалів, гідроксильних іонів або дегідрування (виробництво стероїдних гормонів, алкалоїдів, антибіотиків);

- *біокаталіз* – хімічне перетворення речовини з використанням ферментів-біокаталізаторів (культивування грибів шляхом ферментативного руйнування целюлозовмісних рослинних відходів, використання біосенсорів);

- *метанове бродіння* – переробка органічних відходів за допомогою асоціації метаногенних мікроорганізмів в анаеробних умовах (виробництво біогазу з використанням органічних відходів);

- *біоокиснення* – утилізація речовин-забруднювачів за участю мікроорганізмів або асоціації мікроорганізмів в аеробних умовах (початкова аеробна стадія силосування, очищення стічних вод з використанням біофільтрів);

- *біокомпостування* – це зниження кількості шкідливих органічних речовин у твердих відходах за допомогою асоціації мікроорганізмів (наприклад, мікробне очищення ґрунту від нафтових забруднень);

- *біосорбція* – поглинання шкідливих домішок із газів або рідин мікроорганізмами, які закріплені на спеціальних твердих носіях (наприклад, очищення стічних вод з використанням біофільтрів);

- *біодеградація* – руйнування шкідливих сполук під впливом мікроорганізмів-деструкторів (анаеробна стадія силосування, мікробне розкладання пестицидів);

- *бактеріальне вилугування* – процес переведення нерозчинних сполук металів за допомогою мікроорганізмів у розчинний вигляд (виділення металів із піритних руд).

Культивування біологічних об'єктів може здійснюватися в періодичному, напівбезперервному і проточному режимах. При періодичному способі культивування ферментер заповнюється вихідним живильним середовищем і інокулятом мікроорганізмів. Протягом певного періоду часу в апараті відбувається взаємодія мікроорганізмів і субстрату супроводжується утворенням в культурі продукту.

Заклучна стадія передбачає *розділення культуральної рідини і біомаси* методами відстоювання, фільтрації, сепарації, центрифугування, мікрофільтрації, ультрафільтрації, коагуляції, флотації залежно від

особливостей біомаси продуцента, що утворюється. Наступне *очищення продукту* різними методами (екстракція, осадження, адсорбція, іонний обмін, хроматографія, діаліз, ультрафільтрація, зворотний осмос, ферментоліз, кристалізація, ректифікація). Подальше його *концентрування*, що здійснюється виходячи з властивостей продукту випарюванням, сушінням, осадженням, кристалізацією, фільтрацією, ультрафільтрацією, нанофільтрацією. Останнім етапом заключної стадії є виготовлення *товарної форми продукту* наступними способами: гранулювання, формування драже, пігулок, розлив, фасування, виготовлення ампул.

Завдання

1. Наведіть схему біотехнологічного виробництва з урахуванням процесів, що відбуваються на кожній його стадії.
2. Заповніть таблицю 5.

Таблиця 5

Складові біотехнологічного виробництва

Біотехнологічне виробництво	Біотехнологічні стадії			
	Сировина, мікробна культура	Основна стадія (вид бродіння)	Готова продукція	Вид відходів, утилізація
Спиртове виробництво				
Виробництво біогазу				
Вермикомпостування				
Очищення стічних вод				
Біоочищення ґрунту від нафти				
Бактеріальне вилугування				

Контрольні запитання

1. Вкажіть, з яких стадій складається біотехнологічний процес.
2. Які процеси відбуваються на підготовчій стадії?
3. У чому полягає процес масштабування продуцента?
4. Що таке «чисті культури», яким чином їх отримують?
5. Які прилади використовують для приготування поживних середовищ?
6. Як звуться види біотехнологічного процесу залежно від біологічного агента, що застосовується?
7. За яких режимів може здійснюватися біотехнологічна стадія?
8. Які стадії проходить вирощувана культура в ході періодичної ферментації?
9. Які етапи відбуваються на заключній стадії біотехнологічного процесу?
10. Від чого залежить вибір методу концентрування кінцевого продукту?

6. Елементи, з яких складаються біотехнологічні процеси

Основними елементами, що складають біотехнологічні процеси, є: біологічний агент, субстрат, апаратура і продукт. Біологічний агент є активним початком в біотехнологічних процесах і одним з найбільш важливих її елементів.

Різноманітні біологічні агенти (об'єкти), які застосовують у галузі біотехнології, характеризуються рівнем структурної організації, здатністю до розмноження (або репродукції), наявністю або відсутністю власного метаболізму при культивуванні за належних умов. До біооб'єктів належать молекули (ферменти, імуномодулятори, нуклеозиди, оліго- і поліпептиди тощо), організовані частинки (віруси, віроїди), одноклітинні (бактерії, дріжджі) і багатоклітинні особини (нитчасті вищі гриби, рослинні тканини, одношарові культури клітин ссавців), організми рослин і тварин. Але навіть за умови використання біомолекули, як об'єкта біотехнології, її початковий біосинтез здійснюється здебільшого відповідними клітинами. Нині більшість об'єктів біотехнології становлять різноманітні мікроорганізми. Це усі прокаріоти – бактерії, актиноміцети, рикетсії, синьо-зелені водорості й частина еукаріот – дріжджі, нитчасті гриби, мікроскопічні найпростіші та водорості.

Для реалізації біотехнологічних процесів *основними параметрами біологічних агентів* є активність і стабільність біомолекул або біосистем, а також чистота, швидкість розмноження клітин і репродукції вірусних частинок.

Перспективними біологічними агентами є термофільні мікроорганізми та їхні ферменти. При використанні ферментів (в ізольованому або імобілізованому стані) як біокатализаторів, виникає необхідність їхнього захисту від деструкції банальною сапрофітною мікрофлорою, яка може проникати усередину біотехнологічного процесу ззовні внаслідок негерметичності системи, наприклад, при негерметичності обладнання. Швидкість розмноження клітин і репродукція вірусних частин прямо пропорційні збільшенню біомаси й утворенню метаболітів. Найважливішими показниками придатності для тривалого використання в біотехнології є перебування біооб'єктів в активному стані та їхня стабільність.

До нетрадиційних біологічних агентів на даному етапі розвитку біотехнології відносять рослинні і тваринні тканини, в тому числі гібридоми. Велика увага в даний час приділяється отриманню новітніх біологічних агентів – трансгенних клітин мікроорганізмів, рослин, тварин генно-інженерними методами.

Культивування мікроорганізмів – це вирощування їх на штучних живильних середовищах (субстратах). Субстрати вміщують необхідний набір різних хімічних елементів, які беруть участь в обміні між клітинами мікроорганізмів та середовищем. Вони є джерелами живлення та енергії для біооб'єктів.

Розвиток мікроорганізмів здійснюється, коли у зовнішньому (живильному) середовищі присутні всі необхідні поживні речовини для проходження пластичних та енергетичних процесів (анаболізму і катаболізму),

а саме: джерела карбону, нітрогену, кисню та гідрогену, зольних елементів (P, S, K, Mg, Ca, Fe) та мікроелементів.

Різноманітність метаболічних процесів у клітинах мікроорганізмів визначають їх різні потреби в поживних елементах. Невід'ємною частиною субстрату є вода як розчинник поживних сполук.

Живильні середовища можуть бути з не точно визначеним складом, тобто включати біогенні (рослинні, тваринні, мікробні) речовини – *натуральні середовища*; можуть включати хімічні сполуки з визначеною кількістю, співвідношенням компонентів – *синтетичні середовища*, а також можуть бути *напівсинтетичними* (до натурального субстрату додаються речовини відомої хімічної природи). Найбільш поширеними є напівсинтетичні субстрати.

Компонентний склад субстратів залежить від потреб біооб'єкта у поживних речовинах (автотрофи синтезують органічні речовини клітин з CO₂ та H₂O з утилізацією сонячної енергії, а гетеротрофи потребують органічні джерела карбону та (або) енергії).

З техніко-економічних позицій субстрат – це сировина для отримання цільового продукту. Сировина повинна бути недефіцитною, дешевою, відновлювальною та доступною.

Завдання

1. Заповнити таблицю 6.

Таблиця 6

Деякі поживні субстрати для біотехнологічних процесів

Субстрат	Призначення ¹	Сировина для одержання субстрату
Меляса		
Сульфідні луги		
Рослинні гідролізати		
Рослинні та тваринні жири		
Соеве борошно		
Дріжджовий екстракт		

Контрольні запитання

1. Які види біооб'єктів застосовують у біотехнологічному виробництві?
2. Яким основним параметрам повинні відповідати біооб'єкти?
3. У чому полягають переваги застосування екстремофілів у біотехнологічному виробництві?
4. У чому полягають переваги застосування іммобілізованих ферментів?
5. В яких випадках краще застосовувати змішані культури мікроорганізмів?

¹ Джерелом яких компонентів для біооб'єкта є субстрат

6. У чому полягає роль субстрату в біотехнологічному виробництві?
7. Які середовища називаються натуральними?
8. Які середовища називаються синтетичними?
9. Які середовища називаються напівсинтетичними?
10. В чому полягає роль мінеральних речовин поживного середовища?
11. Яку роль грають ростові фактори поживного середовища?
12. Які речовини застосовують у якості ростових факторів у поживних середовищах?
13. Вкажіть поширені джерела вуглецю та енергії для продуцентів.
14. Які вимоги надаються до сировини, що застосовується в біотехнологічних виробництвах?
15. У чому полягає різниця між автотрофами і гетеротрофами?

7. Характеристика сировинної бази біотехнології

Сировина для одержання цільового продукту повинна бути недефіцитною, дешевою і, за можливістю, легкодоступною.

Поширеним джерелом вуглецю та енергії є компоненти нафти і газу. Найкращим субстратом з компонентів нафти є н-алкани (особливо рідкі) з числом вуглецевих атомів від 10 до 20. Їх можуть утилізувати більшість бактерій і дріжджів. Однак, запаси і нафти, і газу також зменшуються. Тому біотехнології орієнтуються на поновлювані джерела сировини. Велика увага приділяється різним видам рослинної маси: плоди, соки, бульби, трав'янамаса і деревина. Використовуються також відходи сільського господарства, деревообробної та паперової промисловості, а також багатьох галузей харчової промисловості.

Рослинна біомаса і (меншою мірою) біомаса організмів тварин являють собою джерела вуглецю для біотехнологічних цілей, що досить добре утилізуються. На основі цих джерел засноване давно існуюче виробництво алкоголю з зерна і сиру з молока. Рослинні джерела можуть розглядатися як практично невичерпні. Первинна продукція фотосинтезу (зростання рослин за рахунок використання сонячної енергії) на Землі забезпечує 2×10^{11} т речовини (біомаси) в рік в перерахунку на суху вагу. Найбільша частка біомаси (близько 44%) утворюється у вигляді деревини. Викликає здивування факт, що продукція сільського господарства становить лише 6% первинної продукції за рахунок фотосинтезу, хоча саме з цієї кількості виходить основна частина їжі для людей і тварин, а також багато необхідних матеріалів (наприклад, для текстильної і паперової промисловості).

Половину висушеної рослинної маси як сільськогосподарського, так і «лісового» походження становить один з найпоширеніших біополімерів – полісахарид целюлоза, який є цінним джерелом енергії та вуглецю. Майже не викликає ніякого сумніву, що целюлоза повинна розглядатися в якості основної поживної сировини для біотехнологічних процесів.

Однак необхідною умовою підготовки даного матеріалу до використання в якості біотехнологічної сировини є її гідроліз до простих водорозчинних сполук (глюкози, пентози). Як не дивно, але це і в наш час представляє досить важке завдання. Найбільші складності зустрічаються при спробах утилізації деревини, в якій целюлоза знаходиться в комплексі з геміцелюлозою і лігніном. Лігноцелюлозні комплекси характеризуються дуже високим ступенем стійкості до природних способів біодеградації. Саме ця властивість і зумовлює довговічність дерев і, природно, будівель з дерева, оскільки дерева складаються головним чином з лігноцелюлози.

Лігноцелюлоза є найбільш поширеним і поновлюваним природним джерелом сировини, доступним людині практично у всіх країнах світу. Однак, необхідно подолати значні технологічні труднощі, перш ніж виявиться економічно вигідним використання цієї енергетично багатой сировини. В наш час для того, щоб зробити її доступною для мікробіологічної деградації, необхідні досить дорогі і енергоємні процеси попередньої обробки.

Одним із головних завдань біотехнології є максимальне використання величезних обсягів органічних відходів, які постійно утворюються у світовому виробництві. Біотехнологічна утилізація цих відходів, по-перше, забезпечить видалення джерел забруднення (наприклад, стічних вод), а по-друге, зумовить перетворення цих відходів у корисні цільові продукти. Тому здається досить привабливим розробити технології їх використання в якості біотехнологічної сировини, з отриманням подвійної вигоди.

Найчастіше в якості компонентів поживних середовищ використовуються відходи харчових виробництв:

- бурякова меляса – відходи виробництва цукру з буряка; багаті органічними і мінеральними речовинами, необхідними для розвитку мікроорганізмів. Вона містить 45-60% сахарози; 0,25-2,0% інвертного цукру; 0,2-3,0% рафінози. Крім того, в мелясі містяться амінокислоти, органічні кислоти і їх солі, бетаїн, мінеральні речовини, а також деякі вітаміни. Використовується для промислового виробництва лимонної кислоти, етанолу та інших продуктів;
- мелясна барда – відходи м'ясо-спиртового виробництва. За своїм хімічним складом мелясна барда є повноцінною сировиною для виробництва кормових дріжджів, що не вимагає добавок ростових речовин, оскільки містить достатню кількість вітамінів. Вміст сухих речовин у натуральній барді становить 8-12%, в упареній – 53%;
- зерно-картопляна барда – відходи спиртового виробництва. Вміст розчинних сухих речовин зазвичай становить 2,5-3,0%, в тому числі 0,2-0,5% редуруючих речовин; є джерелом азоту і мікроелементів. Застосовується для отримання мікробного білка;
- відходи пивоваріння (пивна дробина та солодові паростки);
- пшеничні висівки – відходи борошномельного виробництва. Використовуються для приготування поживних середовищ при поверхневому способі культивування. Мають багатий хімічний склад і можуть використовуватися в якості єдиного компонента живильного середовища. Оскільки пшеничні висівки є дорогим продуктом, їх змішують з більш дешевими компонентами: тирсою, солодовими паростками, фруктовими вичавками і т. ін.;
- молочна сироватка – побічний продукт виробництва сирів, сиру і казеїну. У зв'язку з цим розрізняють підсирну, сирну і казеїнову сироватку. Молочна сироватка дуже багата різними біологічно активними сполуками; її сухий залишок містить в середньому 70-80% лактози, 7-15% білкових речовин, 2-8% жиру, 8-10% мінеральних солей. Крім того, молочна сироватка має в своєму складі значну кількість гормонів, органічних кислот, вітамінів і мікроелементів.

Завдання

1. Скласти таблицю 7.

Таблиця 7

Сировина для виготовлення поживних середовищ у біотехнології

№ п/п	Вид сировини	Поживна речовина субстрату	Продукт біотехнологічного виробництва

2. Скласти таблицю за формою:

Таблиця 8

Побічні продукти – біотехнологічна сировина

№	Вид виробництва	Відходи	Продукти, що отримують при біотехнологічному виробництві
1			
2			
3			
4			
5			

Контрольні запитання

1. Чому рослинна біомаса вважається майже невичерпаним субстратом для біотехнологічних виробництв?
2. Які в наш час відомі природні субстрати для біотехнологічних виробництв?
3. Які існують способи передобробки деревини для її використання в якості сировини?
4. Які продукти можна отримувати з целюлози біотехнологічним шляхом?
5. Які продукти можна отримувати з лігніну біотехнологічним шляхом?
6. Які існують напрями використання меляси?
7. Які продукти можна отримувати з сироватки біотехнологічним шляхом?
8. Які продукти можна отримувати з відходів целюлозно-паперової промисловості біотехнологічним шляхом?

8. Відходи виробництва і перспективи біотехнології

Біоконверсія органічних відходів розглядається в даний час як одна з ключових галузей біотехнології. Адже питання утилізації і переробки органічних промислових, побутових і сільськогосподарських відходів наразі є надзвичайно актуальними.

Щороку в нашій країні накопичуються мільйони тонн органічних відходів птахофабрик, тваринницьких комплексів, переробних підприємств тощо. На підприємствах сільського і лісового господарства, харчової і переробної промисловості щорічно нагромаджуються величезні кількості органічних залишків – відходи тваринництва і птахівництва, солома і бадилля, тирса, вижимки, лушпиння, жом та багато інших відходів переробки овочів, фруктів, цукроваріння тощо.

Органічні відходи являються забруднювачами навколишнього середовища, але разом з тим є основною сировиною для виробництва високоякісних органічних добрив. Вирішення проблеми переробки органічних відходів полягає в освоєнні нових перспективних, економічно ефективних способів утилізації відходів.

Одним із найбільш перспективних методів утилізації відходів агропромислового комплексу (рослинництва, тваринництва) є їх біоконверсія. У багатьох країнах світу проводяться наукові дослідження щодо отримання біологічно чистих продуктів з відходів виробництва і їх повторного використання.

За допомогою біоконверсійних технологій можливе отримання із відходів органічних добрив, біогазу, етилового спирту, пектину, кормів і кормових добавок для тварин, продуктів і білкових добавок до харчування людей, сировини для фармацевтичної промисловості тощо. В таких умовах необхідно звернути увагу на можливість раціонального використання усієї виробленої сільськогосподарської органічної продукції, в тому числі і відходів.

Переробка органічних відходів є важливою складовою будь-якої біологічно орієнтованої системи. В органічному виробництві необхідним є створення екологічно чистих виробництв на основі безвідходних технологічних структур, запровадження технологічних схем комплексного використання отриманої сільськогосподарської продукції.

Завдання

1. Теми рефератів:

- Напрями використання відходів тваринництва
- Напрями використання відходів рослинництва
- Застосування відходів харчової промисловості
- Застосування відходів лісівництва для отримання органічних сполук
- Отримання біогазу – приклад розробки маловідходного виробництва

9. Групи біотехнологічних продуктів та способи їх виділення

Всі продукти, що отримують в біотехнології, можна розділити на дві групи:

1. Продукти основної біотехнології – великотоннажні виробництва з *невисоким ступенем очищення*:
 - технічні ферментні препарати: протеази (для облагороджування деяких видів м'яса, обробки шкур); амілази (для часткового гідролізу крохмалю в крохмальовмісних видах харчової сировини, обробки борошна), пектинази (для освітлення соків);
 - харчові добавки або сировина для їх приготування (білок одноклітинних організмів);
 - мікробіологічні засоби захисту рослин, часто являють собою висушену культуру мікроорганізмів, патогенних для комах-шкідників сільського господарства;
 - метаболіти для використання в їжі, кормах, для медицини та ветеринарії.

2. Продукти тонкої біотехнології – комплекс процесів і виробництв, орієнтований на отримання *високо очищених продуктів*:

- ферментні препарати, що використовують в медицині в якості лікарських засобів, при обробці харчових продуктів, як аналітичні реагенти в клінічній лабораторній діагностиці та виробництві (при контролі за ходом технологічних процесів і якістю готової продукції хімічної технології та біотехнології);
- діючі основи лікарських засобів (інсулін та інші речовини гормональної дії).

Продукти, що отримують в процесах, заснованих на життєдіяльності мікроорганізмів розподіляються на три основні категорії:

1-а категорія – *біомаса*, яка є цільовим продуктом (білок одноклітинних) або використовується в якості біологічного агента (біометаногенез, бактеріальне вилуговування металів);

2-я категорія – *первинні метаболіти* – це низькомолекулярні сполуки, необхідні для росту мікроорганізмів в якості будівельних блоків макромолекул, коферментів (амінокислоти, вітаміни, органічні кислоти);

3-я категорія – *вторинні метаболіти* (ідіоліти) – це сполуки, що не потрібні для росту мікроорганізмів і не пов'язані з їх ростом (антибіотики, алкалоїди, гормони і токсини).

Завершальна стадія біотехнологічного процесу – *виділення цільового продукту* залежить від того, накопичується продукт у клітині, виділяється в культуральну рідину, або ж продуктом є сама клітинна маса. Найбільш складним є виділення продукту, що накопичується в клітинах. Для цього клітини необхідно відокремити від культуральної рідини, зруйнувати (дезінтегрувати) і в подальшому цільовий продукт очистити від маси компонентів зруйнованих клітин.

Методами відділення біомаси від культуральної рідини є сепарування та центрифугування; фільтрація; осадження за допомогою флокулянтів; дистиляція; сублімація; зневоднення (випарювання, сушіння); ліофілізація; заморожування; осадження шляхом змін розчинності речовини; кристалізація; сорбція; екстракція; ультрафільтрація на мембранних фільтрах.

У виробництвах, де цільовим продуктом є клітини як джерело білка, культуральна рідина піддається лише очищенню, що дозволяє використовувати водну фазу багато разів і знизити утворення стічних вод.

Якщо кінцевий продукт у процесі біоконверсії потрапляє в культуральну рідину, він виділяється шляхом екстракції, іонообміну, кристалізації або за допомогою мікро- та ультрафільтрації через полімерні мембрани зі спеціально підібраним розміром отворів.

Для виділення та очищення із клітин продуцента продуктів (наприклад, інтерферонів, гормонів), що містяться всередині, вводять стадію руйнування клітинних оболонок (дезінтеграція біомаси); зазвичай для цього застосовуються механічні, хімічні або комбіновані методи.

Завдання

1. Заповніть таблицю 9.

Таблиця 9

Методивиділення цільового продукту

Методи	Сутність методу
Сепарування	
Седиментація	
Осадження зазміну розчинності речовини	
Дистиляція	
Центрифугування	
Фільтрація	
Флокуляція	
Зневоднення	
Сублімація	
Кристалізація	
Заморожування	
Ліофілізація	
Сорбція	
Екстракція	
Ультрафільтрація	
Хроматографія	
Іонообмін	

Контрольні запитання

1. Які продукти належать до продуктів основної біотехнології?
2. Які продукти належать до продуктів тонкої біотехнології?
3. На які три основні категорії розподіляються продукти, що отримують в процесах, заснованих на життєдіяльності мікроорганізмів?
4. Від чого залежить вибір методу виділення цільового продукту?
5. Як впливають властивості кінцевого продукту на вибір методу його виділення?
6. Які методи сепарації існують?
7. Якими методами здійснюють руйнування клітин?
8. Які відомі методи фізичного руйнування клітин?
9. Якими методами здійснюють осадження цільового продукту?
10. Які методи екстракції існують і в чому полягає їх особливість?
11. На чому заснований метод розподілення речовин за допомогою хроматографії?
12. Які види хроматографії існують?

10. Модифікація цільового біотехнологічного продукту

Модифікація продукту – перебудова отриманих сполуктваринного, рослинного або мікробного походження з метою додавання їм специфічних властивостей, необхідних людині.

Модифікація – необхідний етап в отриманні ряду ферментів, гормонів, препаратів медичного призначення.

Розрізняють декілька видів модифікації:

- хімічна;
- біологічна;
- білкова.

Хімічна модифікація необхідна в тих випадках, коли біотехнологічний процес дає лише «заготовку» цільового продукту. Наприклад, в інсуліні, отриманому з підшлункової залози ВРХ, «відстригають» амінокислотні залишки, після чого він стає ідентичним людському гормону.

Антибіотик, що синтезується мікроорганізмами, шляхом хімічних перебудов може бути перетворений у різні медичні препарати. Так, пеніцилін *G*, що продукується *Penicillium notatum*, модифікують з метою отримання ампіциліну, метициліну та інших напівсинтетичних антибіотиків. У деяких випадках достатньо, щоб організм синтезував певну структуру, до якої хімічним шляхом приєднують необхідні функціональні групи.

Генно-інженерні білки часто поряд з потрібними людині несуть баластні амінокислотні послідовності. Короткі пептиди (соматостатин та ін.) зазвичай отримують у складі химерних білків, що включають амінокислотну послідовність β -галактозидази *E. coli* або іншого бактеріального білка. Хімічна модифікація зводиться в цьому випадку до відщеплення зайвих амінокислотних послідовностей. Якщо продукт одержують у вигляді мультимера (спосіб захисту від внутрішньоклітинних протеаз), необхідно його подальше «розрізування» на функціонально активні мономери.

Біологічна модифікація. Іноді біооб'єкт бере участь лише на одному якомусь етапі (або небагатьох етапах) у ланцюзі хімічних процесів, що ведуть до синтезу цільового продукту. Наприклад, додавання продукту оптичної асиметрії дозволяє уникнути трудомістких хімічних синтезів. Біооб'єкт (дріжджі) вибірково споживає один з ізомерів (тільки D-амінокислоти), в середовищі залишається його оптичний антипод. Подібна технологія відома з часів Луї Пастера.

Білкова модифікація або «молекулярна хірургія» використовується для зміни властивостей молекул ферментів. Білкова інженерія ферментів включає створення тривимірної графічної моделі очищеного ферменту, отриманої методом рентгеноструктурного аналізу.

Сучасні методи дозволяють вводити в поліпептидні ланцюги елементи вторинної структури інших білків, вбудовувати нові функціональні домени, а також об'єднувати цілі білкові молекули в одному поліпептидному ланцюзі. Метою конструювання гібридних білків є покращення властивостей вихідних молекул для продуктивнішого їх використання, створення білків і ферментів з

новими властивостями. Дослідження в галузі гібридних білків спрямовані на зміну кінетичних параметрів ферментів, їх субстратної специфічності, оптимуму рН, термостабільності, а також створення біфункціональних і багатофункціональних білкових молекул.

Завдання

Теми рефератів:

- Покращення властивостей антибіотиків за рахунок хімічної модифікації.
- Біосенсиори, принципи їх конструювання.
- Види біосенсорів та їх застосування.

Контрольні питання

1. В чому полягає процес модифікації кінцевого продукту?
2. Які види модифікації продукту існують?
3. Наведіть приклади застосування хімічної модифікації кінцевого продукту.
4. В якому випадку доцільно застосовувати біологічну модифікацію кінцевого продукту?
5. В чому полягає сутність біологічної модифікації цільового продукту?

11. Біотехнологічні аспекти отримання і застосування антибіотиків

Антибіотики – це речовини, що діють проти хвороботворних мікроорганізмів і отримують за допомогою мікроорганізмів-продуцентів. Найчастіше вони синтезуються актиноміцетами, рідше – бактеріями. Серед актиноміцетів найбільший внесок робить рід *Streptomyces* (зокрема, тільки один вид *Streptomyces griseus* синтезує більше 50 антибіотиків).

Найбільш поширеними з комерційної точки зору антибіотиками виявилися пеніциліни, цефалоспорини і тетрациклін.

В основному антибіотики застосовують для боротьби з хворобами людини, тварин і рослин, як стимулятори росту тварин, при консервуванні продуктів, у наукових дослідженнях (у біохімії, молекулярній біології, генетиці, онкології).

Утворення антибіотиків – це спадково закріплена особливість метаболізму мікроорганізмів, що виявляється в тому, що кожен вид (або навіть штам) здатний продукувати один або кілька суворо специфічних для нього антибіотичних речовин, що є результатом еволюції даного мікроорганізму.

Специфічність дії антибіотиків пояснюється:

- їх високою біологічною активністю по відношенню до чутливих до них організмів, тобто здатністю виявляти ефект навіть у дуже низьких концентраціях;

- вибірковістю дії, тобто здатністю певного антибіотика виявляти свою дію лише до певних організмів або груп організмів, не здійснюючи помітного впливу на інші форми живих істот.

Залежно від місця впливу і механізму біологічної дії, антибіотики поділяють на:

- специфічні інгібітори біосинтезу клітинної стінки (пеніциліни, цефалоспорини, цефаміцини);
- препарати, що порушують молекулярну організацію і функції клітинних мембран (валіміцин, полієні);
- препарати, що пригнічують синтез білка на рівні рибосом (тетрациклін, левоміцетин, фузидин);
- інгібітори синтезу РНК на рівні РНК-полімерази та інгібітори, що діють на метаболізм фолієвої кислоти (рифампіцин);
- інгібітори синтезу РНК на рівні ДНК-матриці (актиноміцин, канаміцин);
- інгібітори синтезу ДНК на рівні ДНК-матриці (антрацикліни, мітоміцин С, нітрофурани, налідиксова кислота).

У зв'язку зі складністю виділення ефективних антибіотиків і поширенням стійкості у великої кількості патогенних бактерій до сполук, що найбільш застосовуються, існує потреба у нових препаратах. Для цього дослідники перейшли від пошуку нових антибіотиків до модифікації структури вже існуючих. Вони прагнуть підвищити ефективність антибіотиків, знайти захист від інактивації ферментами стійких бактерій і поліпшити фармакологічні

властивості препаратів. У деяких випадках природні мікробні антибіотичні продукти хімічним або ензиматичними шляхом можуть бути перетворені в так звані напівсинтетичні антибіотики, що володіють більш високими терапевтичними властивостями.

Всі антибіотики, незважаючи на відмінності хімічної структури і механізму дії, об'єднують ряд *унікальних якостей*.

По-перше, унікальність антибіотиків полягає в тому, що, на відміну від більшості інших лікарських засобів, їх мішень-рецептор знаходиться не в тканинах людини, а в клітині мікроорганізма.

По-друге, активність антибіотиків не є постійною, а знижується з часом, що зумовлено формуванням лікарської стійкості (резистентності). Антибіотикорезистентність – неминуче біологічне явище, і запобігти їй практично неможливо.

По-третє, антибіотикорезистентні мікроорганізми становлять небезпеку не тільки для пацієнта, у якого вони були виділені, але і для багатьох інших людей, навіть розділених часом і простором. Тому боротьба з антибіотикорезистентністю в наш час набула глобальних масштабів.

Завдання

Теми рефератів:

- Історія відкриття пеніциліну А. Флемінгом.
- Застосування антибіотиків у сільському господарстві.
- Застосування антибіотиків у харчовій промисловості.
- Застосування антибіотиків у медицині.

Контрольні запитання

1. Які існують шляхи отримання антибіотиків?
2. В чому полягає значення антибіотиків?
3. Які існують механізми дії антибіотиків на клітини?
4. На які групи можна розподілити антибіотики за спектром біологічної дії?
5. У яких сферах людської діяльності застосовуються антибіотики?
6. Як вибір складу живильного середовища впливає на виробництво антибіотиків?

12. Вітаміни і гормони – продукти біотехнологічного виробництва

Вітаміни – це низькомолекулярні органічні речовини, що здатні виявляти сильну і різноманітну дію в дуже низьких концентраціях. Вони беруть активну участь у багатьох процесах метаболізму людини і вищих тварин. Природним джерелом більшості вітамінів є рослини і мікроорганізми. У наш час виробництво багатьох вітамінів відбувається за рахунок хімічного синтезу, при отриманні деяких з них величезне значення має мікробний синтез, наприклад, при виробництві кормових препаратів вітамінів. Окремі вітаміни продукуються лише мікробними клітинами.

Отримання вітаміну B_{12} . Вітамін B_{12} – ціанкобаламін – полімер складної будови, є гематопоетичним і ростовим чинником для багатьох тварин і мікроорганізмів. Мікробіологічний синтез є єдиним способом отримання даного вітаміну.

Натепер вітамін B_{12} виготовляють такими методами:

- з культуральної рідини відходів виробництва антибіотиків;
- біосинтезом;
- з активного мулу стічних вод;
- з печінки великої рогатої худоби.

Деякі штами мікроорганізмів застосовують у заводській практиці при виробництві вітаміну B_{12} :

1. *Streptomyces olivaceus* – аеробні мікроорганізми добре ростуть на середовищах, що містять вуглеводи, мінеральні і органічні азотовмісні речовини, оптимальна температура їх росту 28-30°C (за температури 41°C росту не відбувається).

2. *Propionibacterium freudenreichii* – протіоновокислі бактерії – анаероби. Ферментація їх в анаеробних умовах за температури 30°C протягом 192 год. зумовлює концентрацію вітаміну B_{12} у культуральній рідині від 0,54 до 1,40 мг/л.

3. *Bacillus megatherium* – аеробні мікроорганізми, виділені зі зразків ґрунту «пташиного двору», що продукують вітамін. У тих живильних середовищах, що містять сахарозу, глюкозу, мальтозу, цей штам може утворювати до 15 мг вітаміну B_{12} на 1 кг сухих мікробних клітин. Оптимальними умовами для мікроорганізмів є рН 6,5-7,0 і температура 25°C, а також інтенсивна аерація. Тривалість культивування становить 7 год. Такий концентрат є початковим продуктом для отримання кристалічного вітаміну B_{12} .

Отримання вітаміну B_2 . Вітамін B_2 поширений у природі, в значних кількостях синтезується рослинами, дріжджами, грибами, бактеріями. Тварини, що не синтезують цей вітамін, повинні отримувати його у складі комбікормів. При дефіциті рибофлавіну в організмі порушуються процеси білкового обміну, сповільнюється ріст.

Рибофлавін виробляють за допомогою гриба *Eremothecium ashbyii*. Недолік культури *E. ashbyii* – її нестабільність. Під час зберігання на твердих середовищах за кімнатної, низької температури і навіть у процесі ліофілізації гриб легко втрачає здатність до синтезу рибофлавіну.

Під час підготовки інокулята гриб пересівають послідовно за схемою:

1) на скошене агаризоване середовище в пробірці; 2) у рідке середовище; 3) у колби; 4) у бутлі; 5) в інокулятор.

Середовище для пробірок, колб і бутлів: соєве борошно, буряковий цукор. Середовище в інокуляторі: кукурудзяний екстракт, буряковий цукор, технічний жир.

В інокуляторі культуру вирощують протягом 21-26 год., потім переводять у ферментер з живильним середовищем (кукурудзяне та соєве борошно, кукурудзяний екстракт, буряковий цукор технічний жир). Температура культивування – 28-30°C. Вихід рибофлавіну становить близько 1200 мкг/мл.

Процес виробництва рибофлавіну удосконалюється в таких напрямках:

- 1) селекція штамів мутантів;
- 2) оптимізація складу і здешевлення середовищ;
- 3) оптимізація умов культивування продуцента.

Отримання ергостерину. Ергостерин в організмі людини і тварин регулює засвоєння кальцію і фосфору з їжі і нагромадження їх у кістковій тканині. Він – початковий продукт виробництва вітаміну D₂ і кормових препаратів дріжджів, збагачених цим вітаміном. Вітамін D₂ (ергокальциферол) утворюється при опроміненні ультрафіолетом ергостерину, який у значних кількостях синтезують бурі водорості, дріжджі, цвілеві гриби.

Найбільш активні продуценти ергостерину – *Saccharomyces*, *Rhodotoryla*, *Candida*. Інтенсивніше ергостерин утворюють дріжджі роду *Candida* на середовищі з вуглеводнями.

У промислових масштабах ергостерин отримують при культивуванні дріжджів і міцеліальних грибів на середовищі з надлишком цукру при дефіциті азоту, високій температурі і добрій аерації.

Важливою умовою синтезу ергостерину дріжджами є аерація, при цьому в їх клітинах нагромаджується сквален – попередник ергостерину. Кисень індукуює синтез стеринів. Максимум спостерігається за 2%-ї концентрації кисню в живильному середовищі. Окрім цього, важливо, щоб середовище містило більше вуглецю і менше азоту. У разі дії на дріжджі рентгенівського випромінювання вміст ергостерину збільшується в 2-3 рази, що пояснюється пригніченням процесу амінування і супроводжується підвищенням синтезу ліпідів.

Виробництво гормонів. За допомогою рекомбінантних мікроорганізмів одержують гормони людини, тварин і рослин (фітогормони). У найбільшій кількості виробляються такі гормони людини: інтерферони, інсулін, соматотропін.

Інтерферони – це білки, що синтезуються у відповідь на вірусну інфекцію і забезпечують неспецифічний противірусний імунітет. За хімічною природою інтерферони є глікопортеїнами. Інтерферони були синтезовані одними з перших білків людини.

Раніше джерелом отримання інтерферонів людини була донорська кров і культура клітин людини, що не дозволяло одержувати значні кількості гормону. Так, для одержання 1 г інтерферону необхідна кров від 90000 донорів.

У 1978-1979 рр. Чарльз Вейсман розробив технологію одержання інтерферону людини за допомогою бактерій. У 1980-1985 рр. у лабораторіях кількох країн гени інтерферону були виділені і клоновані. У 1989-1990 рр. з'явилися нові ліки – людський інтерферон- α (комерційна назва препарату – «реаферон»). Основними продуцентами інтерферону стали бактерії. Важливо, що бактерії швидко розмножуються, використовують дешеве поживне середовище і синтезують велику кількість білка. Із 1 л культуральної рідини бактерій одержують таку кількість інтерферону- α , як із 10 000 літрів донорської крові.

Інсулін – це гормон підшлункової залози, що відіграє провідну роль у регуляції вуглеводного обміну. Якщо не вистачає інсуліну, розвивається цукровий діабет. В Україні 2% населення (1 млн) хворіють на цукровий діабет.

У 1923 р. за відкриття інсуліну канадському досліднику Ф. Бантингу присудили Нобелівську премію. З 1926 р. інсулін тваринного походження застосовували для лікування цукрового діабету. У 1978 р. біотехнологічна компанія Genentech здійснила одержання інсуліну людини за допомогою *E.coli*. Створено високопродуктивні промислові штами бактерій. Із 1000 л культуральної рідини бактерій можна отримати до 200 г інсуліну (стільки ж із 1600 кг підшлункових залоз свині чи великої рогатої худоби).

Молекула інсуліну складається із двох поліпептидних ланцюгів, з'єднаних дисульфідними зв'язками. У клітинах бактерій утворення дисульфідних зв'язків неможливе. З'єднання ланцюгів інсуліну, синтезованих бактеріальними клітинами, здійснюється *in vitro*.

В Україні працює інсуліновий завод «Індар», що виробляє 28 видів інсуліну (людський рекомбінантний напівсинтетичний, свинячий моноклональний, короткої, середньої і тривалої дії). Виробництво вітчизняного інсуліну відбувається за повним технологічним циклом, включаючи синтез кристалів інсуліну. Ступінь очищення інсуліну понад 99%.

Соматотропін (гормон росту) застосовують для лікування гіпофізарної карликовості. Якщо вводити соматотропін хворим дітям тричі на день у дозі 10 мг/кг маси тіла, за рік їх ріст може збільшитися на 6 см. Раніше соматотропін одержували з трупного матеріалу: з одного трупа – 4-6 мг соматотропіну. Завдяки застосуванню технології рекомбінантної ДНК стало можливим отримання соматотропіну у великих кількостях за допомогою мікроорганізмів.

Соматотропін використовують не лише для боротьби з карликовістю, а також як стимулятор загоєння ран, зростання кісток. У тваринництві застосування гормону росту прискорює ріст тварин, збільшує надої молока.

Завдання

1. Теми рефератів:

- Отримання інсуліну за допомогою технології рекомбінантних ДНК
- Отримання інтерферонів за допомогою технології рекомбінантних ДНК
- Отримання соматотропіну за допомогою технології рекомбінантних ДНК

2. Скласти таблицю за формою:

Таблиця 10

Способи отримання біотехнологічних продуктів

№	Продукт	Спосіб отримання	
		традиційний	біотехнологічний
1	Вітамін B ₁₂		
2	Вітамін B ₂		
3	Вітамін D ₂		
4	Інтерферони		
5	Інсулін		
6	Соматотропін		

Контрольні запитання

1. Яким способом отримують вітамін B₁₂?
2. Якими біологічними продуцентами синтезується вітамін B₂?
3. Як утворюється вітамін D₂ (ергокальциферол)?
4. Які існують способи отримання інсуліну?
5. Які складності виникли під час синтезу інтерферону в бактеріях?
6. Які центри активності присутні у гормоні росту соматотропні?
7. Які існують способи створення соматотропну із визначеної активністю?
8. В чому полягає особливість здійснення сайт-специфічного мутагенезу?

13. Біотехнологія на службі охорони здоров'я та науки

Біотехнологія розвиває кожну сферу *медицини* від діагностики до лікування будь-якого захворювання. Сучасні досягнення біотехнологічної науки використовуються для розробки нових методів діагностики та створення лікарських препаратів. На сьогодні клоновано понад 400 генів різних білків людини, які можуть бути лікарськими препаратами. За даними спеціалістів, щорічний обсяг світового ринку лікарських препаратів на основі білків людини становить 150 млрд доларів і постійно зростає.

За обсягом виробництва біотехнологічних лікарських препаратів I місце у світі посідає США (63%), II – країни Західної Європи (25%), III – Японія (7%).

Враховуючи сучасний рівень досягнень генної інженерії, можна виділити такі напрями медичної біотехнології:

- створення нових лікарських препаратів на основі технології рекомбінантної ДНК;
- імунобіотехнологія;
- генна діагностика;
- генна терапія.

Біогеотехнологія – це галузь біотехнології, спрямована на використання геохімічної діяльності мікроорганізмів у гірничодобувній промисловості (екстракція металів під час біологічного очищення стічних вод гірничодобувних підприємств, окиснення піритів і десульфування кам'яного вугілля, вилуговування бідних і відпрацьованих руд, боротьба з метаном у вугільних шахтах тощо).

Біогеотехнологія зародилася у XVI столітті в Угорщині, де вперше для одержання міді застосували бактеріальне вилуговування металів.

Офіційною датою народження біогеотехнології вважається 1922 р., коли німецькі вчені Рудольф і Хельброннер установили, що метод одержання міді є мікробіологічним процесом. У 80-х роках XX століття сформувалися основні розділи біогеотехнології:

- біогеотехнологія вилуговування металів;
- десульфування кам'яного вугілля;
- підвищення видобутку нафти.

Біоелектроніка. Новим напрямом біопромисловості є біоелектроніка, метою якої є створення біосенсорів. Біосенсиори містять іммобілізовані клітини мікроорганізмів або їх компоненти. Так, у складі біосенсорів молекули білків виконують роль напівпровідників. Біосенсиори використовують для якісного і кількісного аналізу широкого спектра речовин. За допомогою біосенсорів проводять екологічний моніторинг (визначають забрудненість довкілля радіонуклідами, важкими металами, нітритами). Біосенсиори прості у використанні, дозволяють проводити вимірювання як у лабораторних, так і в польових умовах. Основні переваги біосенсорів:

- висока селективність і чутливість;
- мініатюрні розміри;
- низька собівартість за умов масштабного виробництва.

Світовими лідерами у виробництві біосенсорів є японські компанії Hitachi і Sharp.

Біотехнологія охорони довкілля – відносно молода галузь, бо налічує трохи більше, ніж сто років. Проте розвивається вона дуже інтенсивно, особливо в останні десятиліття.

Біотехнологія охорони довкілля включає очищення трьох головних його складових: води, ґрунту та повітря.

В Україні застосовується переважна більшість існуючих у світі екологічних біотехнологій. Вони використовуються як для запобігання забрудненню довкілля хімічними речовинами природного і штучного походження, так і для подолання наслідків техногенних аварій.

Біоенергетика. Одним із головних завдань екологічної біотехнології є відновлення і збереження енергетичних ресурсів. Близько 99,4% або $1,7 \cdot 10^{23}$ калорій неядерної енергії ми отримуємо від Сонця за рік. Потенціальним джерелом енергії є біомаса рослин – консервантів сонячної енергії. Рослинний покрив Землі становить понад 1800 млрд т сухої речовини, що енергетично еквівалентно $30 \cdot 10^{21}$ Дж і відповідає запасам енергії всіх корисних копалин.

Ліси становлять 68% біомаси, трав'яні екосистеми – 16%, оброблювані землі – 8%. Під час спалювання деревини реалізується лише 10% енергозапасів, при цьому в атмосфері накопичується вуглекислий газ. Конверсія рослинної біомаси в біогаз дає можливість реалізувати 50-80% потенційної енергії без забруднень атмосфери.

Відходи харчової промисловості і сільського господарства, стоки переробних підприємств, побутові відходи, надлишковий мул, що утворюється у процесі очищення води, за участі мікроорганізмів можна перетворювати на екологічно чистий вид палива – біогаз. Біогаз є сумішшю речовин: метану (60-70%), карбон (IV) оксиду (30-40%), гідроген сульфур (1%), а також домішок оксидів нітрогену, водню, азоту, аміаку.

Завдання

1. Теми рефератів:

- Біодеградація і конверсія побутових і промислових відходів
- Фіторемедіація ґрунтів
- Застосування досягнень біотехнології у медицині
- Види біопалива, що отримують для вирішення енергетичних проблем

Контрольні запитання

1. Які препарати отримують для потреб медицини біотехнологічним шляхом?
2. В чому полягає принцип переробки «пустих» порід гірничорудного виробництва?
3. Яким чином за допомогою біотехнології вирішують питання забруднення середовища?
4. В чому полягає перевага біологічного процесу очищення поверхні морської води забрудненої нафтовою плівкою?
5. Які існують біотехнологічні шляхи вирішення питань енергетики?

14. Біотехнологія в тваринництві і рослинництві, харчовій промисловості

Люди завжди замислювалися над тим, як можна навчитися керувати природою, і шукали способи отримання, наприклад, рослин з поліпшеними якостями: з високою врожайністю, більшими і смачними плодами або з підвищеною холодостійкістю. З давніх часів основним методом, який використовувався в цих цілях, була селекція. Вона широко застосовується до теперішнього часу і спрямована на створення нових і поліпшення вже існуючих сортів культурних рослин, порід домашніх тварин і штамів мікроорганізмів з цінними для людини ознаками і властивостями.

Селекція будується на відборі рослин (тварин) з вираженими сприятливими ознаками і надалі схрещуванні таких організмів, в той час як генна інженерія дозволяє безпосередньо втручатися в генетичний апарат клітини. Важливо відзначити, що в ході традиційної селекції отримати гібриди з шуканою комбінацією корисних ознак досить складно, оскільки нащадкам передаються великі фрагменти геномів кожного з батьків, в той час як генно-інженерні методи дозволяють працювати найчастіше з одним або кількома генами, причому їх модифікації не зачіпають роботу інших генів. У результаті, не втрачаючи інших корисних властивостей рослини, вдається додати ще одну або кілька корисних ознак, що дуже цінно для створення нових сортів і нових форм рослин. Стало можливим змінювати у рослин, наприклад, стійкість до клімату і стресів, або їх чутливість до комах або хвороб, до посухи і т.ін. Учені сподіваються навіть отримати такі породи дерев, які були б стійкі до пожеж. Ведуться дослідження щодо поліпшення харчової цінності різних сільськогосподарських культур, таких як кукурудза, соя, картопля, томати, горох та ін.

Історично, виділяють «три хвилі» в створенні генно-модифікованих рослин:

Перша хвиля – кінець 1980-х років – створення рослин з новими властивостями стійкості до вірусів, паразитів або гербіцидів. У рослинах «першої хвилі» додатково вводили всього один ген і змушували його «працювати», тобто синтезувати один додатковий білок.

«Корисні» гени отримували або з вірусів рослин (для формування стійкості до даного вірусу), або з ґрунтових бактерій (для формування стійкості до комах, гербіцидів).

Друга хвиля – початок 2000-х років – створення рослин з новими споживчими властивостями: олійні культури з підвищеним вмістом і змінним складом олій, фрукти і овочі з великим вмістом вітамінів, більш поживні зернові і т.ін.

В наші дні вчені створюють рослини «третьої хвилі», які в найближчі 10 років з'являться на ринку: рослини-вакцини, рослини-біореактори для виробництва промислових товарів (компонентів для різних видів пластику, барвників, технічних олій та ін.), рослини – фабрики ліків.

Генно-інженерні роботи в тваринництві мають іншу задачу. Цілком досяжною метою при сучасному рівні технології є створення трансгенних

тварин з певним цільовим геном. Наприклад, ген якого-небудь цінного гормону тварини (наприклад, гормону росту) штучно вводиться в бактерію, яка починає продукувати його у великих кількостях. Ще один приклад: трансгенні кози, в результаті введення відповідного гена, можуть виробляти специфічний білок, фактор VIII, який перешкоджає кровотечі у хворих, які страждають на гемофілію, або фермент, тромбокіназу, що сприяє розсмоктуванню тромбу в кровоносних судинах, що актуально для профілактики і терапії тромбофлебіту у людей. Трансгенні тварини виробляють ці білки набагато швидше, а сам спосіб значно дешевший традиційного.

Наприкінці 90-х років XX ст. вчені США впритул підійшли до отримання сільськогосподарських тварин методом клонування клітин ембріонів, хоча цей напрямок потребує ще подальших серйозних досліджень. Щодо ксенотрансплантації – пересадки органів від одного виду живих організмів іншому, – досягнуті безсумнівні результати. Найбільші успіхи отримані при використанні в якості донорів деяких органів свиней, що мають у генотипі перенесені гени людини. У цьому випадку спостерігається мінімальний ризик відторгнення органу.

Учені також припускають, що перенесення генів допоможе знизити алергію людини до коров'ячого молока. Цілеспрямовані зміни в ДНК корів повинні привести також до зменшення вмісту в молоці насичених жирних кислот і холестерину, що зробить його ще більш корисним для здоров'я. Потенційна небезпека застосування генетично модифікованих організмів виражається в двох аспектах: безпека продовольства для здоров'я людей і екологічні наслідки. Тому найважливішим етапом при створенні генномодифікованого продукту повинна бути його всебічна експертиза щоб уникнути небезпеки того, що продукт містить протеїни, що викликають алергію, токсичні речовини або якісь нові небезпечні компоненти.

Застосування біотехнологічних прийомів створює передумови для підвищення продуктивності тварин і врожайності в рослинництві, забезпечує інтенсифікацію технологічних процесів, зниження їх енергоємності та отримання безвідходного або маловідходного виробництва.

Слід зазначити, що прийоми традиційної біотехнології, відомі і використовуються людством протягом тисячоліть (ферментація сиру, сирів, тіста, вина, пива, молочнокислих продуктів, сушка та в'яленням'яса і риби, посол і квашення, і багато інших процесів) у наш час отримали новий розвиток і розуміння. Відбулася переоцінка їх можливостей, відкрилися нові шляхи використання. Крім того, застосування кожного біотехнологічного рішення підкріплюється комплексними медико-біологічними дослідженнями. Важливою обставиною є і те, що створення принципово нових технологічних рішень у харчовій промисловості засновано на цілеспрямованому використанні природних ферментних систем самих біологічних об'єктів.

У перспективі областю застосування біотехнології в харчовій промисловості, очевидно, з'явиться інтенсифікація традиційних технологічних процесів, створення безвідходних технологій з повним використанням білоквмісної сировини і відходів, поліпшення якості та харчової цінності

виробів, синтез і отримання білкових препаратів з нетрадиційних джерел сировини, розширення виробництва спеціального харчування і аналогів харчових продуктів.

Завдання

1. Теми рефератів:

- Використання досягнень біотехнології у тваринництві
- Використання досягнень біотехнології у рослинництві
- Застосування біотехнологічних досліджень у виробництві молочних продуктів
- Застосування біотехнологічних досліджень у бродильному виробництві

Контрольні запитання

1. Вкажіть напрями створення трансгенних рослин.
2. В чому полягає різниця в створенні генно-модифікованих рослин «трьох хвиль»?
3. Вкажіть напрями створення трансгенних тварин.
4. Які досягнення клітинної інженерії застосовують у тваринництві?
5. Вкажіть напрями застосування досягнень біотехнології у харчовій промисловості.

15. Пріоритетність біотехнології та її перспективні напрямки розвитку

З розвитком біотехнології пов'язують розв'язання глобальних проблем людства: ліквідацію нестачі продовольства, енергії, мінеральних ресурсів, поліпшення стану охорони здоров'я і якості навколишнього середовища.

В основі промислового застосування досягнень біотехнології лежить техніка створення рекомбінантних молекул ДНК. За допомогою методів генної інженерії з'являються *нові можливості*:

- створення трансгенних організмів;
- створення нових білків за рахунок конструювання нових генів шляхом об'єднання як відомих, так і нових, штучно синтезованих послідовностей нуклеотидів;
- застосування ізолюваних генів у складі генно-інженерних конструкцій для одержання харчових продуктів і біологічно активних речовин білкової природи;
- здійснення генотерапії шляхом штучної заміни мутантних алелей.

Багато промислових технологій замінюють технологіями, що використовують ферменти і мікроорганізми: біотехнологічні методи переробки сільськогосподарських, промислових і побутових відходів, очищення стічних вод, одержання біогазу. Центральною проблемою біотехнології є інтенсифікація біопроектів як за рахунок підвищення потенціалу біологічних агентів та їх систем, так і за рахунок удосконалення обладнання, застосування біокатализаторів у промисловості, медицині, хімії.

Сфери застосування методів біотехнології:

- прилади для аналітичної хімії;
- процеси біосинтезу і біодеградації;
- відтворювана сировина для хімічної промисловості;
- хімічні речовини, що використовуються в побуті (клеї, детергенти, барвники, волокна, камеді, харчові добавки, ароматизатори, пігменти, пластик тощо);
- їжа і напої (агропромислове виробництво і переробка продуктів);
- створення високоврожайних рослин і високопродуктивних тварин;
- боротьба із захворюваннями рослин і тварин;
- охорона здоров'я (діагностика, лікування);
- лікарські препарати (антибіотики, вакцини, ферменти), діагностичні методи;
- контроль за станом довкілля (повітря, вода, ґрунт);
- переробка відходів, що забруднюють навколишнє середовище;
- джерела енергії;
- видобуток мінеральної сировини на суші і в морі.

Пріоритетні напрями біотехнології

1. Технологія мікробного синтезу корисних для людини речовин.

2. Вивчення участі мікроорганізмів у біосферних процесах, направлена регуляція їх життєдіяльності з метою розв'язання проблеми охорони довкілля від техногенних, сільськогосподарських і побутових забруднень.

3. Регенерація ландшафтів – зміна стратегії господарчої діяльності людини від хімізації до біологізації землеробства доцільна не лише з екологічної, а й з економічної точки зору.

4. Створення полімерів, що здатні замінити сучасні пластмаси. Ці полімери мають суттєву перевагу перед традиційними матеріалами, оскільки вони нетоксичні і підлягають біодеградації.

5. Розробка технологій одержання екологічно чистої енергії.

В останні роки все більша увага приділяється створенню нових біологічних матеріалів і машин з різноманітними структурами, функціями і призначенням. Ця тенденція посилилася з приходом нанотехнологій.

Нанотехнологія – область нанонауки і наноінженерії, що застосовує методи і підходи нанотехнології для створення біоструктур і вивчення біологічних систем. Нанотехнологи також використовують здатність біомолекул до самозбірки в наноструктури.

ДНК використовується не тільки для створення наноструктур, але і в якості важливого компонента нанопристроїв. До того часу, як мікропроцесори і мікросхеми перетворюються в нанопроцесори і наносхеми, молекули ДНК можуть замінити неорганічні напівпровідники, що використовуються в даний час. Такі біочіпи будуть являти собою ДНК-процесори, що застосовують здатність ДНК до зберігання інформації.

Застосування нанобіотехнології сприятиме розвитку екологічно чистих виробничих процесів.

Технології біосистем перспективні з точки зору контрольованого створення нанопристроїв різного призначення, таких як отримання біосумісних наноматеріалів, конструювання медичних нанороботів, створення мінімальної штучної біосистеми, здатної самостійно відтворювати саму себе і ін.

Новітні нанотехнології поряд з комп'ютерно-інформаційними технологіями та біотехнологіями є фундаментом науково-технічної революції в ХХІ столітті, порівнянним і навіть переважаючим за своїми масштабами з перетвореннями в техніці та суспільстві, викликаними найбільшими науковими відкриттями ХХ століття.

Завдання

1. Теми рефератів:

- Переваги та недоліки застосування генно-модифікованих організмів
- Напрями використання нанотехнологій у медицині

Контрольні запитання

1. Вкажіть найбільш перспективні напрями використання біотехнології в промисловості.

2. Вкажіть найбільш перспективні напрями використання біотехнології в медицині.
3. Вкажіть найбільш перспективні напрями використання біотехнології в тваринництві.
4. Вкажіть найбільш перспективні напрями використання біотехнології в рослинництві.
5. Вкажіть найбільш перспективні напрями використання біотехнології в екології.
6. Що в наш час розуміють під нанотехнологією?
7. Які напрями нанотехнології розвиваються в наш час?
8. З якою метою можна використовувати молекулу ДНК у нанотехнологіях?
9. Як можуть використовуватися інші біологічні молекули для нанотехнологій?
10. Яким чином застосовуються досягнення нанобіотехнології в медицині?

Список використаної літератури

1. Біотехнологія : підруч. / В. Г. Герасименко, М. О. Герасименко, М. І. Цвіліховський [та ін.] ; за заг. ред. В. Г. Герасименка. – К. : Фірма «ІНКОС», 2006. –647 с.
2. Гаркава К. Г. Біотехнологія. Вступ до фаху: навч. посіб. / К. Г. Гаркава, Л. О. Косоголова, О. В. Карпов. – К. : НАУ, 2012. – 296 с.
3. Головей О. П. Нові технології виробництва антибіотиків та лікарських препаратів : конспект лекцій / О. П. Головей. – Кам'янське ДДТУ, 2016. – 188 с.
4. Евтушенков А. Н. Введение в биотехнологию : курс лекций / А. Н. Евтушенков, Ю. К. Фомичев. – Минск : БГУ, 2002. –105 с.
5. Забодалова Л. А. Введение в специальность : учеб.-метод. пособие / Л. А. Забодалова. – СПб. : Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. –69 с.
6. Іншина Н. М. Біотехнологія : навч. посіб. / Н. М. Іншина. – Суми : Видавництво СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2009. –172 с.
7. Кузнецова О. В. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу Вступ до фаху для студентів спеціальності «Промислова біотехнологія» усіх форм навчання / О. В. Кузнецова, С. М. Лисицька. – Дніпропетровськ : ДВНЗ УДХТУ, 2008. – 45 с.
8. Шлейкин А. Г. Введение в биотехнологию : учеб. пособие / А. Г. Шлейкин, Н. Т. Жилинская. – СПб. : НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 95с.
9. Юлевич О. І. Біотехнологія : навчальний посібник / О. І. Юлевич, С. І. Ковтун, М. І. Гиль. – Миколаїв : МДАУ, 2012. –476 с.

Навчальне видання

ВСТУП ДО ФАХУ

методичні рекомендації
для самостійного вивчення дисципліни
і виконання лабораторно-практичних робіт для
здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр», спеціальність
162 – «Біотехнології та біоінженерія» денної форми навчання

Укладач : **Юлевич** Олена Іванівна

Формат 60x84,1/16. Ум.друк.арк.2,75
Тираж 10 прим. Зам.№_____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м.Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.