

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

**І. Д. ГРИГОРЧУК,
В. А. КОЛОДІЙ**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ
ТА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
«БІОТЕХНОЛОГІЯ
З ОСНОВАМИ НАНОТЕХНОЛОГІЇ»**



ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Кам'янець-Подільський
2024

УДК 60+620.3](075.8)

ББК 28.087.1+30.600.3я73

Г83

Рекомендувала вчена рада Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (протокол №4 від 25 квітня 2024 року)

РЕЦЕНЗЕНТИ:

І. В. Федорчук, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та екології Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка;

У. І. Недільська, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії, хімічних та загально-біологічних дисциплін Подільського державного аграрно-технічного університету;

Т. М. Супрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри гігієни тварин та ветеринарного забезпечення кінологічної служби Національної поліції України

Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»

Григорчук І. Д., Колодій В. А.

Г83 **Методичні рекомендації до виконання практичних та лабораторних робіт з дисципліни «Біотехнологія з основами нанотехнології»** [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2024. 78 с.

Електронна версія посібника доступна за покликаннями:

URL: <http://elar.kpnu.edu.ua:8081/xmlui/handle/123456789/7888>

Методичні вказівки складені у відповідності з програмою курсу «Біотехнологія з основами нанотехнології» з використанням літератури, рекомендованої для проведення занять із студентами природничо-економічного факультету для студентів природничого напрямку за спеціальністю 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) та 091 Біологія другого магістерського рівня вищої освіти.

УДК 60+620.3](075.8)

ББК 28.087.1+30.600.3я73

© Григорчук І.Д., Колодій В.А., 2024

ЗМІСТ

<i>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ОСНОВНИМИ ПРИНЦИПАМИ РОБОТИ В БІОТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ.....</i>	<i>4</i>
<i>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. ТИПОВА СХЕМА БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА</i>	<i>11</i>
<i>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. КУЛЬТУРИ КЛІТИН І ТКАНИН ТВАРИН</i>	<i>18</i>
<i>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. ПРИНЦИПИ СКЛАДАННЯ ПОЖИВНИХ СЕРЕДОВИЩ В БІОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ</i>	<i>20</i>
<i>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. КУЛЬТУРИ КЛІТИН І ТКАНИН ВИЩИХ РОСЛИН</i>	<i>26</i>
<i>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ОСНОВНИМИ ПРИНЦИПАМИ ОТРИМАННЯ КАЛУСНОЇ ТКАНИНИ У РІЗНИХ РОСЛИННИХ ОБ'ЄКТІВ.....</i>	<i>28</i>
<i>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН</i>	<i>32</i>
<i>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН</i>	<i>34</i>
<i>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6. БІОБЕЗПЕКА ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ</i>	<i>39</i>
<i>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. ТЕХНОЛОГІЧНА БІОЕНЕРГЕТИКА</i>	<i>69</i>
<i>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7-8. НАНОНАУКА ТА НАНОБІОТЕХНОЛОГІЯ</i>	<i>75</i>
<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</i>	<i>77</i>

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ТЕМА: ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ОСНОВНИМИ ПРИНЦИПАМИ РОБОТИ В БІОТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Мета: ознайомлення з особливостями роботи в біотехнологічній лабораторії, методами стерилізації.

Обладнання: слайди, роздатковий матеріал.

Завдання 1. Ознайомитися з основними вимогами до біотехнологічної лабораторії.

Зазвичай лабораторія біотехнології складається мінімум з 3-х приміщень. Це бокс, де ведуться стерильні роботи; кімната для приготування живильних середовищ, зберігання хімікатів, устаткування та інших допоміжних дрібниць; автоклавна.

Винесення автоклавів в окрему кімнату продиктоване вимогами безпеки, оскільки процес стерилізації йде під тиском і у разі несправності приладу можуть трапитися жертви і руйнування.

Втім, сучасні моделі автоклавів надійніші і безпечніші, з ними можуть працювати і ненавчені спеціально люди, і окремих кімнат не вимагається.

Стерильні роботи можна проводити в спеціальному приміщенні – мікробіологічному боксі або ж використовувати ламінар-бокси. У будь-якому випадку підлоги і стіни кімнати, де ведуться стерильні роботи, повинні бути такими, що миються (у ідеалі – кахельні).

Приміщення, де ведуться роботи з культурами тканин необхідно періодично стерилізувати ультрафіолетовими лампами (кварцувати), тому наявність будь-якої рослинності там виключено.

Для роботи з культурами тваринних клітин вимоги до стерильності повинні бути жорсткішими у порівнянні з рослинними культурами.

Не рекомендується в одних і тих же боксах вести роботи з мікробіологічними об'єктами і культурами клітин. Мікроорганізми стійкіші до зовнішніх чинників, і продезінфікувати після роботи з ними приміщення набагато важче, особливо це стосується робіт з грибами.

Вирощування ізолюваних клітин, тканин, органів, рослин-регенерантів, водних культур і грибів, що використовуються в біотехнології, проводять в умовах повної асептики, тобто стерильно. Особливу увагу слід звернути на чистоту посуду, призначеного для приготування живильних середовищ і їх компонентів; на підготовку об'єктів до пересадки, пасивування і культивування. Тільки деякі об'єкти (хлорела, азола) можна вирощувати в нестерильних умовах.

Завдання 2. Ознайомитися з основними прийомами і методами стерилізації.

Стерилізація – повне знищення мікроорганізмів і їх форм, що знаходяться в спокої (наприклад, спори). Існують різні методи стерилізації: за допомогою вологої пари, сухої пари, опромінювання ультрафіолетовими променями, обробки хімічними речовинами і мікрофільтрації.

Дробова стерилізація проводиться в апараті Коха – обробка водяною парою при температурі 100 °С. При його відсутності можна 3 рази з інтервалом в день по півгодини обробляти пробірки з середовищем паром в звичайній пароварці. Така процедура вбиває вегетативні клітини бактерій, але не спори. Проміжки між стерилізацією необхідні для проростання спор і підвищення чутливості до парової обробки. Цей прийом використовують для стерилізації як живильних середовищ, так і посуду.

Автоклавування – обробка водяною парою під тиском, проводиться в автоклавах. Вегетативні клітини бактерій і грибів гинуть через 5-10 хвилин вже при температурі біля 60 °С; для загибелі спор дріжджів і грибів потрібна температура 120 °С протягом 15 хвилин. Тривалість автоклавування залежить від величини (теплоємності) пробірок, колб і об'єму живильного середовища в них.

Стерилізація посуду. Більшість культур в лабораторних умовах вирощують в пробірках, чашках Петрі одно- або багаторазового використання. Спочатку посуд ретельно миють з використанням детергентів, а також розчину дворомовокислого калію в сірчаній кислоті (хромпіка). Вимитий посуд обполіскують водопровідною, потім дистильованою водою і висушують в сушильній шафі. Щоб уникнути зараження стерильних предметів з повітря, перед стерилізацією їх закривають ватяними

пробками, завертають в обгортувальний папір або закривають фольгою (у стаканів, колб досить загорнути тільки шийку). Потім посуд можна стерилізувати двома способами:

- посуд витримують в автоклаві під тиском протягом 20-40 хвилин при температурі 100-130 °С. Тривалість автоклавування залежить від його режиму: при тиску 0,5 атмосфер – 20-40 хвилин, при 1 атм. – 15 хвилин;
- при сухому способі стерилізації чашки Петрі, колби, стакани, загорнуті в щільний папір, стерилізують в сушильній шафі при температурі 140 °С протягом 2 годин, при температурі 180 °С – 30 хвилин. При вищих температурах ватяні пробки буріють, а папір стає ломким.

Стерилізація інструментів. Інструменти (скальпелі, пінцети, голки) стерилізують в сушильній шафі способом № 2. Шприци, ножиці, пробкові свердла зручніше кип'ятити. Металеві предмети не можна автоклавувати: під впливом пари вони ржавіють і тупляться. Безпосередньо перед роботою і в процесі її інструменти поміщають в стакан із спиртом і обпалюють в полум'ї спиртівки. Стерильний інструмент використовують тільки для одноразової маніпуляції! Перед повторним вживанням його знову занурюють в спирт і обпалюють.

Стерилізація матеріалів. Вату, марлю, ватяні пробки, фільтрувальний папір, халати, косинки стерилізують в автоклаві під тиском 2 атм протягом 25-30 хв.

Стерилізація живильних середовищ. Автоклавування живильних середовищ для вирощування культур тканин проводять після їх розливу в пробірки або колби під тиском 0,7-0,8 атм при температурі 115-120 °С протягом 15-30 хв., залежно від об'єму середовища. Якщо в результаті стерилізації середовище помутніло, то неправильно вибраний режим стерилізації.

Холодна стерилізація. Органічні рідини, що не виносять нагрівання, звільняються від бактерій при пропусканні через стерильні дрібнопористі бактерійні фільтри з діаметром пор 0,45 мкм.

Завдання 3. Ознайомитися з особливостями роботи в ламінарному боксі.

Всі операції, пов'язані з розливом живильних середовищ, пересадкою калусів, тканин, мікроорганізмів, ведуть в спеціальних кімнатах або ламінарних боксах, де забезпечуються стерильні умови роботи.

Підготовка боксу до роботи.



Рис. 1. Ламінарний бокс

У спеціальних кімнатах (мікробіологічних боксах) проводять вологе прибирання з дезинфікуючими агентами. Для надійності стерилізації перед початком роботи приміщення лабораторії і внутрішній простір ламінару опромінують УФ-променями. Опромінювання ультрафіолетовими променями (260 нм) – найчастіше використовується в ла-

бораторіях для стерилізації приміщень, настільних боксів. При тривалій дії ці промені викликають загибель всіх бактерій. Бактерії гинуть дуже швидко, а спори грибів значно повільніше. Тому в боксах встановлюють бактерицидні лампи БУФ-15 або БУФ-30, які включаються на 30 хвилин за 1 годину до роботи. Крім того, рекомендується проводити профілактичне опромінювання боксів протягом 2 годин.

Безпосередньо перед роботою необхідно протерти настільний бокс або внутрішні поверхні ламінару етиловим спиртом, розкласти в ньому необхідні інструменти і матеріали: спирт в закритому посуді, спиртівку (пальник), сірники, простерилізований інструмент і посуд.

Ламінарний бокс (ламінар) – пристосування для роботи в стерильних умовах. Асептичні умови в ламінарі створюються за допомогою струму повітря. Ламінарний рух повітря – рух, при якому струмені повітря рухаються паралельно, обтікаючи перешкоди рівномірними шарами. Струм повітря, проходячи через ламінар, рухається до дослідника, що дозволяє звільняти внутрішній простір ламінара від спор мікроорганізмів.

Інша назва ламінарного боксу – установка знепилювання з горизонтальними або вертикальними потоками повітря.

Завдання 4. Ознайомитися з особливостями роботи в нестерильних умовах.

За відсутності ламінару здійснюють наступні операції:

Крок перший – постарайтеся знайти маловідвідуване людськими масами приміщення – чим менше відвідувачів, тим менше джерел забруднення.

Крок другий – завжди перед роботою проводьте вологе прибирання всієї кімнати і стерилізуйте її кварцовою (ультрафіолетовою) лампою.

Робоче місце у найпростішому випадку – стіл, вкритий ламінатом. Краще – залізний, але може бути і пофарбований масляною фарбою. У ідеалі – поверхня столу повинна бути негорючою.

Прямо перед вами на столі повинні лежати наступні предмети: кахляна плитка або шматок скла розміром 15x15 см або трохи більше. Кахляна плитка краще витримує нагрів, а скло може лопнути. Спиртівка, стаканчик з 96% спиртом, широкий пензлик для малювання, мокра марлева серветка або ганчірка розміром 30x30, згорнута у декілька разів (змочена водою!), пінцет, скальпель, пробірки/баночки з живильним середовищем, пробірки/чашки Петрі з матеріалом для розмноження.

Порядок роботи: протріть вологою ганчіркою поверхню столу, змочіть ганчірку і вичавте її. Покладіть її згорнуту під праву руку, праворуч від кахляної плитки. Розташуйте підручні засоби. Кахляна плитка лежить прямо перед вами, в центрі робочого місця. За кахляною плиткою по центру стоїть спиртівка. Поряд з нею, на відстані 10 см або трохи більше стоїть стаканчик із спиртом, тобто він знаходиться відразу за ганчіркою праворуч від вас. Зліва від плитки розташовуються пробірки з середовищем і матеріал, який ви вводите в культуру. Відстань від плитки до середовища і від плитки до ганчірки не менше 10 см вліво і управо, відповідно. Скальпель і пінцет занурені в спирт приблизно на 2/3 своєї довжини (тому важливо, щоб баночка була вузькою і високою і була майже доверху наповнена спиртом. Пензлик також стоїть в стаканчику із спиртом.

Берете пензлик, змащуєте спиртом поверхню плитки. Ставите пензлик в спирт. Запалюєте спиртівку, виймаєте скальпель, підпалюєте в полум'ї спиртівки і підпалюєте скальпелем, який горить, спирт на поверхні плитки. Кладете скальпель справа на кахляну плитку (вона може ще продовжувати горіти) так, щоб вістря скальпеля дивилося вгору (тобто на ребро плитки), але так, щоб велика частина скальпеля, включаючи вістря, знаходилося саме над плиткою, в полум'ї. Правою рукою берете пі-

нцет з баночки із спиртом, перекладаєте в ліву руку, підпалюєте від спиртівки і кладете зліва на плитку – аналогічно скальпелю. Якщо ви проводите ці процедури вперше, відпрацюйте навички, занурюючи інструменти в спирт на чверть довжини і не лякайтеся полум'я – воно зникає протягом хвилини. Волога ганчірка – ваша страховка на випадок, якщо ви підпалите щось не те, наприклад, запанікуєте і кинете інструмент, який горить, в баночку із спиртом. Тоді відразу накрийте вологою ганчіркою джерело вогню, без доступу кисню вогонь гасне вмиль.

В результаті цих маніпуляцій ви маєте абсолютно стерильну поверхню плитки із стерильними інструментами на ній. Постарайтеся контролювати свої рухи і діставати експланти, відкривати пробірки не над плиткою безпосередньо, а в зоні між плиткою і спиртівкою, що горить, тобто за плиткою. На стерильній плитці ви можете різати експлант, класти його пінцетом на кінчик скальпеля для подальшого перенесення на живильне середовище. Прагніть не трясти над ним рукавами халата. Використані інструменти знову занурюйте в спирт. Перед кожним новим експлантом всі операції зі стерилізації, починаючи з обпалення поверхні плитки, повторюються. Пам'ятайте, що скальпель ви тримаєте вказівним і великим пальцем (він лежить на вказівному і середньому, затиснутий великим пальцем, а кришки з пробірок знімаєте мізинцем, заздалегідь пронісши шийку пробірки через полум'я спиртівки.

Завдання 5. Ознайомитися з основними вимогами до стерилізації рослинного експлантату.

Стерильна культура – культура, вільна від епіфітних і ризосферних мікроорганізмів.

Дослідник повинен вимити руки з милом і протерти їх спиртом, одягти стерильний халат, зав'язати волосся стерильною косинкою.

Перед стерилізацією об'єкту його ретельно миють теплою водою з милом, промивають дистильованою водою, очищають від зайвих тканин, знімають шкірку у коренеплодів і коріння, кору у пагонів, поверхнєве листя у верхівок пагонів, промивають дистильованою водою і поміщають на декілька секунд в 70% спирт (насіння на 1-2 хвилини). Після цього сегменти коріння, пагонів, стебел, бульб або насіння переносять в стерилізуючий розчин.

Вид стерилізуючого агента, його концентрація і час дії, залежать від особливостей тканин початкових рослин, необхідно підібрати так, щоб убити мікроорганізми і не пошкодити тканини експланта. Для поверхневої стерилізації рослинних об'єктів застосовують наступні засоби стерилізації: сулему (двоххлориста ртуть) (0,1%), хлорамін (2-10%), гіпохлорит кальцію (7-10% $\text{Ca}(\text{ClO})_2$) або натрію (NaOCl), перекис водню (13-18%) і ін. Хлорамін можна купити в аптеці. Для стерилізації можна використовувати також хлорвмісні розчини вибілювачів з господарських магазинів, наприклад, засіб "Білизна". Свіжі розчини вибілювачів при стерилізації ніжних експлантів, таких як молоді листочки, потрібно розводити в 2 або навіть в 3 рази.

Тривалість стерилізації меристем сулемою – 5 хвилин, насіння – 15-20 хвилин.

Після стерилізації матеріал переносять в стерильну дистильовану воду, витримують 10 хвилин, потім міняють воду ще двічі, витримуючи в кожній порції по 15-20 хвилин. У стерильних чашках Петрі або на стерильних листах паперу, або на обпаленій кахляній плитці обрізають стерильним скальпелем кінці сегментів початкового матеріалу, де клітини можуть бути пошкоджені, і з середніх зон нарізують шматочки тканин, які висаджують на середовище для утворення калусів.

Зробіть висновки про основні принципи роботи в біотехнологічній лабораторії.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть основні вимоги до роботи в біотехнологічній лабораторії.
2. Що таке стерилізація, автоклавування?
3. Назвіть основні прийоми і методи стерилізації.
4. Назвіть основні прийоми до стерилізації рослинного матеріалу.
5. Назвіть особливості роботи з матеріалом в нестерильних умовах.
6. Що таке ламінар-бокс?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ТЕМА: ТИПОВА СХЕМА БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Мета роботи: Ознайомитися з основними стадіями біотехнологічного виробництва. Вивчити основні напрямки розвитку біотехнології.

Обладнання: відеопрезентації, роздатковий матеріал.

Короткі теоретичні положення.

Біотехнологія – це наука, яка розробляє способи виробництва практично важливих речовин і продуктів харчування з використанням живих організмів та методи конструювання нових організмів із заданими властивостями. Біотехнологія – міждисциплінарна область, що виникла на стику біологічних, хімічних і технічних наук.

Сучасна біотехнологія використовує досягнення наук біологічного циклу, так як базується на глибокому знанні характеристик мікроорганізмів, їх будову, фізіології, біохімії, генетиці, взаєминах в асоціаціях.

На розвиток біотехнології безпосередньо впливають хімія, фізика, математика, механіка, які пов'язані з кінетикою процесів, впливом на процеси різних зовнішніх факторів, масо- і енергопереносом. Успіхи машинобудування, електроніки, автоматики дозволили створити нову апаратуру і автоматизувати біотехнологічні процеси.

Зв'язок з економічними науками зумовлена постійною конкуренцією з альтернативними технологіями (хімічної, сільськогосподарської).

Основні напрямки в біотехнології:

1. Створення нових біологічно активних речовин і лікарських препаратів для медицини.

Антибіотики – специфічні продукти життєдіяльності, характеризуються високою фізіологічною активністю стосовно визначених груп мікроорганізмів і до злоякісних пухлин, вибірково затримують їх ріст або повністю пригнічують розвиток. Всього відомо близько 5000 антибіотиків, але не всі з них допущені для застосування в медицині. Це пов'язано з

токсичністю існуючих антибіотиків, алергічними реакціями, що викликаються ними, наростанням стійкості патогенних мікроорганізмів до застосовуваних препаратів та ін. Тому відбувається пошук нових антибіотиків за результатами випробування нових продуцентів, хімічної модифікації, клітинної та генетичної інженерії.

Гормони. Біотехнологія надає медицині нових шляхів отримання цінних гормональних препаратів. Раніше гормони одержували з органів і тканин тварин і людини. Треба було багато матеріалу для отримання невеликої кількості продукту. В даний час із застосуванням генно-інженерних штамів отримують гормон росту (соматотропін), інсулін (регулює рівень глюкози в крові), кортизон (гормон надниркових залоз) та інші гормони. Це дозволяє знизити вартість препаратів та отримувати їх у великих кількостях.

Інтерферони – виділяються клітинами людини і тварин у відповідь на інфікування вірусами. Вони характеризуються антивірусною активністю. До введення методів генної інженерії інтерферони отримували з донорської крові – до 1 мкг неочищеного інтерферону з 1 л крові, тобто приблизно одну дозу для ін'єкції. В даний час інтерферони успішно одержують із застосуванням генно-інженерних штамів *Escherichia coli*, дріжджів, культивованих клітин комах і ссавців. Інтерферони використовуються для лікування хвороб, що викликаються вірусами герпесу, гепатитів та ін.

Рекомбінантні вакцини та вакцини-антигени. Вакцинація – один з основних способів боротьби з інфекційними захворюваннями. Шляхом загальної вакцинації ліквідована натуральна віспа, обмежене поширення сказу, поліомієліту, жовтої лихоманки. Велике економічне значення має розробка вакцин проти хвороб сільськогосподарських тварин. Традиційні вакцинні препарати виготовляють на основі ослаблених або інактивованих збудників хвороб. Сучасні біотехнологічні розробки передбачають створення рекомбінантних вакцин і вакцин-антигенів. Вакцини обох типів засновані на генноінженерному підході.

Ферменти медичного призначення. Ферменти в медицині використовують для розчинення тромбів, лікування спадкових захворювань, звільнення організму від токсичних речовин та ін.

2. Створення мікробіологічних засобів захисту рослин від хвороб і шкідників, бактеріальних добрив, нових високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських рослин.

Біотехнологічні шляхи захисту рослин від хвороб і шкідників включають:

- виведення сортів рослин, стійких до несприятливих факторів;
- хімічні засоби боротьби з бур'янами, гризунами, комахами, фітопатогенними грибами, бактеріями, вірусами;
- біологічні засоби боротьби зі шкідниками, використання їхніх природних ворогів і паразитів, а також токсичних продуктів, утворених живими організмами.

Поряд із захистом рослин ставиться завдання підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, їх харчової (кормової) цінності, створення сортів рослин, що ростуть на засолених ґрунтах, у посушливих і заболочених районах.

3. Створення цінних кормових добавок для підвищення продуктивності тваринництва.

Для підвищення продуктивності тварин потрібний повноцінний корм. Біотехнологічна промисловість випускає кормовий білок на базі різних мікроорганізмів – бактерій, грибів, дріжджів, водоростей. Багата білками біомаса мікроорганізмів з високою ефективністю засвоюється сільськогосподарськими тваринами.

Велике значення для тваринництва має збагачення рослинних кормів мікробним білком. Для цього широко використовуються твердофазні процеси.

4. Створення нових технологій одержання господарсько-цінних продуктів для використання в харчових та інших галузях промисловості.

Амінокислоти (цистеїн, метіонін, лізин, глутамін) – підвищення поживної цінності їжі, посилення аромату м'ясних, рибних, грибних виробів.

Олігопептиди (аспартам, тауматин, монелін) – низькокалорійні, дуже солодкі речовини.

Ферменти:

- галактозидази – виробництво безлактозного молока, звільнення молочної сироватки від лактози, приготування морозива;
- мікробні протеази – сироваріння, прискорення дозрівання тіста, виробництво крекерів;
- фіцин, трипсин, бромеланін – прискорення маринування риби, видалення м'яса з кісток;
- ліпази – додання специфічного аромату сиру, шоколаду, молочним продуктам, поліпшення якості збитих яєчних білків;
- глюкозооксидази в поєднанні з каталазою – видалення кисню з сухого молока, кави, пива, майонезу, лимонних, апельсинових і виноградних соків.

Вітаміни (А, В₁, В₂, В₆, В₁₂, С, D, Е) – підвищення поживної цінності харчових продуктів, антиоксиданти.

Органічні кислоти (оцтова, бензойна, молочна, глюконова, лимонна) – консерванти, ароматизатори.

5. Створення ефективної технології переробки і очищення промислових і побутових відходів.

Важливою складовою частиною сучасної біотехнології є очищення води від забруднень, а також утилізація різних промислових і побутових відходів. Методи такого очищення засновані на використанні специфічних біологічних співтовариств, що носять назву активного мулу, для глибокої утилізації як органічних, так і неорганічних забруднень, що залишилися у воді після інших видів очищення.

Біотехнологічні виробництва є дуже перспективними, що обумовлено їх компактністю, великомасштабністю, високим рівнем автоматизації і високою продуктивністю праці.

Процеси біотехнологічних виробництв різноманітні, але всі вони мають загальні основні стадії, які розрізняються цілями і принципами їх досягнення. Загальна біотехнологічна схема виробництва продуктів мікробного синтезу наведена на рис. 1.

1. Отримання посівного матеріалу. Посівний матеріал являє собою чисту культуру мікроорганізмів-продуцентів, розмножену в лаборатор-

них умовах при оптимальному складі живильного середовища і режимі вирощування. Культури мікроорганізмів-продуцентів заводи отримують з колекцій в пробірках на щільних поживних середовищах або в ампулах. Чиста культура мікроорганізму може постійно або по мірі необхідності використовуватися у виробництві. Спочатку культуру розмножують в лабораторії, потім в цеху чистих культур та інокуляції, далі направляють на культивування.

2. Приготування поживного середовища – включає змішування компонентів і стерилізацію. Основу поживних середовищ для культивування мікроорганізмів складають джерела вуглецю. Існують мікроорганізми, здатні споживати вуглець тільки з високомолекулярних сполук, наприклад білків і пептидів, в той же час багато бактерій і дріжджі утилізують найпростіші вуглецеві сполуки – метан, етанол, вуглекислоту. Крім вуглецю клітини мікроорганізмів потребують джерела азоту, фосфору, макро- і мікроелементів. Речовини цього роду знаходяться в поживних середовищах у вигляді солей, в деяких випадках азот і фосфор можуть засвоюватися з органічних джерел, наприклад автолізатів (продуктів, що отримуються в результаті автолізу клітин) і гідролізатів (продукт, отриманий в процесі гідролізу) мікробного або тваринного походження.

Змішування поживних речовин проводиться в реакторах з мішалкою. Розчинні компоненти середовища попередньо розчиняють у воді. Нерозчинні компоненти (наприклад, кукурудзяну, соєву муку, крейда) – суспензують. Складання середовища вважається завершеним, якщо в результаті проведено ретельне подрібнення її твердих компонентів.

Завершальний етап приготування живильного середовища – стерилізація. Найбільш широке поширення набула термічна стерилізація. Найважливішою проблемою при цьому є збереження поживних властивостей середовища, так як більшість субстратів, особливо вуглеводи, виявляються термічно нестабільними. Деякі субстрати не вимагають стерилізації, так як самі характеризуються асептичною дією: метанол, етанол, оцтова кислота та ін.

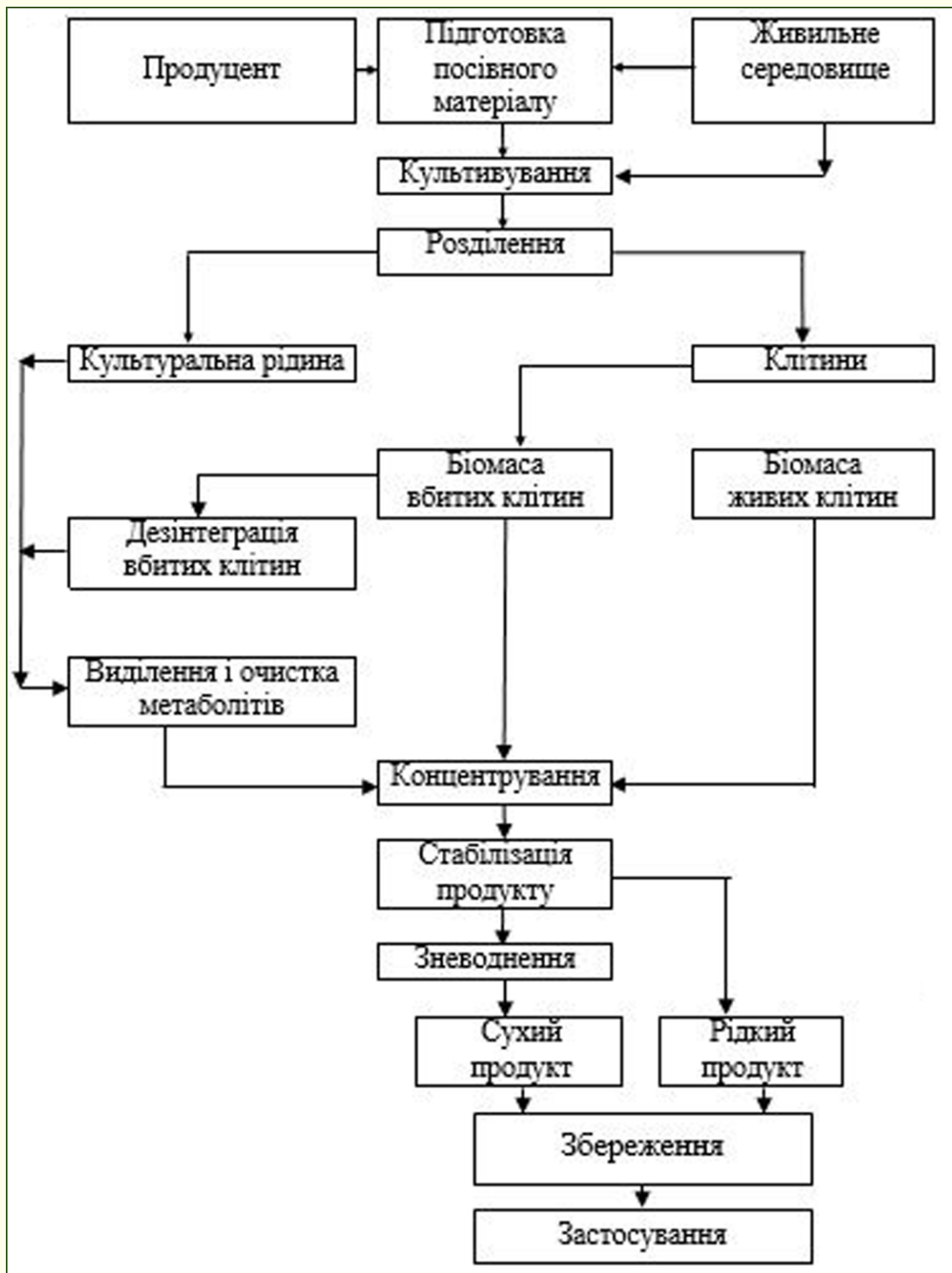


Рис. 1. Багатостадійна біотехнологічна схема виробництва продуктів мікробного синтезу

3. Ферментація (культивування) – це вся сукупність послідовних операцій від внесення в заздалегідь приготовлене і стерилізоване живильне середовище посівного матеріалу до завершення процесів росту і біосинтезу внаслідок вичерпання поживних речовин середовища. Існує два типи ферментації: отримання біомаси мікроорганізмів і одержання цін-

них речовин, що виникають в ході росту або на подальших стадіях розвитку культури.

4. Виділення цільового продукту. Стадія виділення і очищення продукту істотно залежить від того, накопичується продукт в клітинах або він виділяється в культуральну рідину, або ж продуктом є сама клітинна маса. Поділ біомаси та культуральної рідини – сепарація – здійснюється декількома методами. Якщо цільовий продукт міститься в самих клітинах, то проводять руйнування клітин – дезінтеграцію – фізичними, хімічними і хіміко-ферментативними способами.

Виділення продукту з культуральної рідини або гомогенату зруйнованих клітин проводять шляхом його осадження, екстракції або адсорбції. Потім виділений продукт концентрують ультрафільтрацією, випарюванням або зворотним осмосом. Після стабілізації продукту в залежності від того, яким має бути кінцевий продукт: сухим або рідким, його зневоднюють або відразу упаковують і відправляють на зберігання і далі – споживачеві.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке біотехнологія?
2. У чому полягає взаємозв'язок біотехнології з іншими науками?
3. Які основні напрямки розвитку біотехнології?
4. Перерахуйте основні стадії біотехнологічного виробництва.
5. Що таке посівний матеріал?
6. Як готують посівний матеріал у виробничих умовах?
7. Які компоненти входять до складу поживних середовищ?
8. Що таке ферментація?
9. У якому випадку необхідна дезінтеграція клітин?
10. Які способи концентрування продукту Вам відомі?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ТЕМА: КУЛЬТУРИ КЛІТИН І ТКАНИН ТВАРИН

Мета: ознайомитися з особливостями отримання, культивування та використання культури клітин та тканин тварин.

Обладнання: відеопрезентації, роздатковий матеріал.

Завдання 1. Пригадайте основні вагомні відкриття для розвитку методу культивування клітин тварин. Використовуйте додаткову літературу та Інтернет джерела. Запишіть у вигляді таблиці:

Рік	Основні досягнення у розвитку методу культури клітин тварин

Завдання 2. Пригадайте і запишіть у вигляді таблиці основні клітини та тканини тварин введені в культуру (з використанням додаткової літератури та Інтернет джерел):

Клітини та тканини введені в культуру	Перспективи використання

Завдання 3. Основні види поживних середовищ. Охарактеризуйте та запишіть можливі поживні середовища та сфери їх застосування.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Основні відкриття вагомі для розвитку методу культури клітин тварин.
2. Назвіть області використання клітинних культур.
3. Які клітини та тканини людини введені в культуру?
4. Які основні принципи культивування?
5. Умови культивування клітин.
6. Що таке проточні та непроточні культури?
7. Вимоги до поживних середовищ.
8. Як класифікують поживні середовища?
9. Що таке гібридизація тваринних клітин?
10. Які є механізми злиття клітин при утворенні гібридних клітин?
11. Що таке гібридома? Де застосовують моноклональні антитіла?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ТЕМА: ПРИНЦИПИ СКЛАДАННЯ ПОЖИВНИХ СЕРЕДОВИЩ В БІОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Мета роботи: Ознайомитися з основними принципами складання поживних середовищ для культивування мікроорганізмів. Вивчити потреби мікроорганізмів в джерелах живлення.

Матеріали та обладнання: колби з ватними пробками на 250 мл – 6 шт.; скляні палички – 6 шт.; піпетки градуйовані на 5 мл – 3шт., на 1мл – 6 шт.; циліндри мірні на 250 мл – 1 шт., на 100 мл – 1 шт.; воронки – 6 шт.; скляні стаканчики на 50 мл – 6 шт.; фільтри паперові складчасті; фільтрувальний папір. Ваги електронні; рефрактометр; іономер; термостат; реактиви для приготування поживних середовищ. Культура гриба *Aspergillus niger*, спиртівка, бактеріологічна петля, олівець по склу.

Короткі теоретичні положення. Живильне середовище забезпечує життєдіяльність, ріст і розвиток мікроорганізмів, ефективний синтез цільового продукту. Невід'ємною частиною живильного середовища служить вода, всі процеси життєдіяльності протікають тільки у водному середовищі.

Поживні середовища можуть мати невизначений склад, тобто включати біогенні добавки – м'ясний екстракт, кукурудзяну муку, морські водорості і т.д. Подібні середовища зазвичай готують на водопровідній воді. Застосовують також середовища, приготовлені з чистих хімічних сполук в заздалегідь певних співвідношеннях – синтетичні середовища. Суміш речовин, як правило, вносять у дистильовану воду. З економічної точки зору вигідно вживання природної, більш дешевої сировини. Однак застосування синтетичних середовищ дозволяє вивчити фізіолого-біохімічні властивості мікроорганізмів і оптимізувати склад середовища. Компромісним варіантом є використання напівсинтетичних середовищ, до складу яких разом з хімічно чистими сполуками входять біогенні добавки.

Склад середовища визначається потребами мікроорганізмів у сполуках, необхідних для біосинтезу і отримання енергії. Конструктивні та

метаболічні процеси у мікроорганізмів вкрай різноманітні, тому настільки ж різноманітні їх потреби в поживних речовинах.

Поживні середовища для культивування мікроорганізмів містять велику кількість необхідних компонентів, основним з яких вважають той, що служить мікроорганізмам джерелом вуглецю та енергії. Ця речовина або суміш речовин називається субстратом, а всі інші – допоміжними речовинами.

Так як мікроорганізми здатні асимілювати будь-яку органічну сполуку, потенційними ресурсами для біотехнології можуть служити всі світові запаси органічних речовин. При виборі сировини необхідно врахувати його вплив на собівартість готового продукту, доступність, методи отримання, властивості і якісні характеристики.

Потреба мікроорганізму в тих чи інших сполуках визначається особливостями даного виду. У самому наближеному вигляді фізіологічні потреби мікроорганізмів у поживних речовинах можна виявити, визначивши хімічний склад мікробної клітини: зазвичай вміст вуглецю знаходиться в межах 45-55%, азоту – 6-14%, К – 0,5-2%, Р – 1-3%, Са – 1%, Mg – 0,1-1%, S – 0,02-1%,

Джерела вуглецю. Легкодоступними вважаються цукри: глюкоза, сахароза, лактоза. За ними йдуть багатоатомні спирти: гліцерин, маніт та ін. Далі – полісахариди: целюлоза, геміцелюлоза, крохмаль, які можуть бути джерелами вуглецю або після перетворення їх у засвоювані мікроорганізмами моно- і низькомолекулярні олігосахариди, або мікроорганізми повинні мати набір ферментів, що гідролізують ці речовини (*Aspergillus, Bacillus, Penicillium* та ін.)

На практиці зустрічається велика кількість мікроорганізмів, які успішно утилізують органічні кислоти, особливо в анаеробних умовах.

Низькомолекулярні спирти: метанол і етанол – відносяться до числа перспективних видів сировини. Багато дріжджів родів *Candida, Hansenula* та ін. здатні асимілювати етанол. Дріжджі родів *Pichia, Candida* та ін. і бактерії роду *Flavobacterium* використовують в якості єдиного джерела вуглецю метанол.

Деякі види мікроорганізмів використовують як джерело вуглецю і енергії н-алкани і деякі фракції нафти. Особливістю вуглеводнів є їх ни-

зья розчинність у воді, тому тільки незначна частина мікроорганізмів здатна асимілювати вуглеводні.

Джерела азоту. Азот може міститися у формі неорганічних солей або кислот. Більшість дріжджів добре засвоює аміачні солі, а також аміак з водного розчину, потребу в нітратах мають тільки деякі види дріжджів. Джерелом азоту можуть служити і органічні сполуки: амінокислоти, сечовина і т.д., які легко засвоюються мікроорганізмами.

Відомо, що бактерії більш вимогливі до джерел азоту, ніж гриби, актиномицети і дріжджі.

Джерела фосфору. Фосфор є найважливішим компонентом клітини, він входить до складу АТФ, АДФ, АМФ і забезпечує нормальний перебіг енергетичного обміну в клітині, а також синтез білків і нуклеїнових кислот та ін. біохімічних перетворень. Фосфор вноситься в середовище у вигляді солей фосфорної кислоти.

Вода. Вода повинна відповідати вимогам ДСТУ (чиста, безбарвна, без присмаку, запаху і осаду).

Джерела вітамінів і мікроелементів. Потреба мікроорганізмів у цих сполуках різна, тим не менше, практично всі мікроорганізми краще ростуть у присутності вітамінів. Ефективною добавкою до живильних середовищ виявився кукурудзяний екстракт завдяки наявності в ньому вітамінів, амінокислот і мінеральних елементів в легко асимілюючих формах. У рецептури середовищ включають також дріжджовий автолізат, дріжджовий екстракт, сік картоплі, молочну сироватку, екстракт солодових паростків та ін. продукти.

Мікроелементи в склад поживних середовищ вводять в мікродозах, в іншому випадку вони чинять інгібуючу дію на мікроорганізми.

Отже, склад живильного середовища для кожного мікроорганізму встановлюють експериментально.

Завдання фахівця, оптимізувати склад середовища для конкретного виду мікроорганізму – вибрати такі джерела вуглецю, азоту, фосфору та ін. речовин, які найбільш виправдані в економічному та екологічному відношеннях.

Хід роботи

Робота 1.

1. Підготовка живильного середовища.
2. Визначення рН живильного середовища.
3. Підготовка посівної суспензії і засів живильного середовища.
4. Установка колб в термостат.

Підготовка живильного середовища. Середовище заданого складу (табл. 1) готують в колбах на 250 мл. Всі компоненти розчиняють у невеликій кількості водопровідної води, потім об'єм доводять до 100 мл водопровідною водою. Колби із середовищем закривають ватними пробками.

Визначення рН живильного середовища. В скляний стаканчик відбирають 25 мл вмісту кожної з колб і за допомогою іоніміру визначають рН середовища.

Таблиця 1

Варіанти живильних середовищ

Компоненти, на 100 мл середовища	Варіант					
	1	2	3	4	5	6
Сахароза, г	-	3	-	-	-	-
Глюкоза, г	3	-	-	3	6	3
Лактоза, г	-	-	3	-	-	-
NaNO ₃ (20% р-р), мл	5	5	5	5	10	5
KH ₂ PO ₄ (10% р-р), мл	2	2	2	2	4	2
KCl (5% р-р), мл	1	1	1	1	2	1
MgSO ₄ ·7H ₂ O (1% р-р), мл	1	1	1	1	2	1
FeSO ₄ ·7H ₂ O (1% р-р), мл	1	1	1	1	2	1
CaO (10 % р-р), мл	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3
Вітаміни	-	-	-	+	-	-
рН	6,5-6,8	6,5-6,8	6,5-6,8	6,5-6,8	6,5-6,8	4

Підготовка посівної суспензії і засів живильного середовища. Для отримання посівної суспензії в пробірку з чистою культурою гриба-продуцента поблизу полум'я спиртівки наливають 9 мл стерильної води. Бактеріологічною петлею обережно зішкрябають шар, що містить спори, до утворення суспензії.

Посів живильного середовища проводять стерильними піпетками. З пробірки відбирають по 1 мл суспензії та кількісно переносять в кожную колбу з живильним середовищем. Колби закривають ватяними пробками.

Установка колб в термостат. Кожну колбу підписують (група, прізвище, варіант середовища) і встановлюють у термостат на 7 діб при температурі 27 °С.

Робота 2.

1. Відділення біомаси гриба.
2. Визначення маси сухого міцелію.
3. Визначення рН культуральної рідини.

Відділення біомаси гриба. На аналітичних терезах зважують порожні паперові фільтри, попередньо висушені до постійної маси (вагу записують), і вставляють у воронки. Колбу відкривають, і вміст фільтрують через фільтр. Відокремлена від культуральної рідини біомаса гриба є матеріалом для визначення маси сухого міцелію. Після фільтрування заміряють об'єм культуральної рідини і доводять до 100 мл дистильованою водою.

Визначення маси сухого міцелію. Фільтри з біомасою гриба поміщають у сушильну шафу при температурі 130° С на 40 хв (до повного висушування). Потім фільтри переносять в ексікатор для охолодження на 10-15 хв, після чого зважують на аналітичних терезах. Різниця між масою фільтра з сухим міцелієм і масою порожнього фільтру є масою сухого міцелію (X), що утворився за період культивування гриба в термостаті:

$$X = M_m - M_t, \quad (2.1),$$

де X – маса сухого міцелію, г; M_t – маса порожнього фільтру, г; M_m – маса фільтру з висушеним міцелієм, г.

Визначення рН в культуральній рідині. рН фільтрату визначають за допомогою іоніміру (див. роботу 1).

Відношення приросту біомаси гриба до кількості спожитого субстрату називають економічним коефіцієнтом.

Економічний коефіцієнт чи вихід біомаси показує масу клітин продуценту на одиницю субстрату.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке субстрат?
2. Які джерела вуглецю використовують в біотехнологічному виробництві?
3. Які джерела азоту засвоюються мікроорганізмами?
4. Як вноситься фосфор в поживне середовище?
5. Яким чином в поживне середовище вводять джерела вітамінів і мікроелементів?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ТЕМА: КУЛЬТУРИ КЛІТИН І ТКАНИН ВИЩИХ РОСЛИН

Мета: ознайомитися з напрямками та можливостями використання культури клітин і тканин рослин, особливостями отримання і культивування калусної тканини у різних рослинних об'єктів.

Обладнання: відеопрезентації, роздатковий матеріал.

Завдання 1. Пригадайте значення, напрямки та можливості використання культури клітин і тканин рослин. Заповніть таблицю.

Можливості використання культури клітин та тканин рослин	
Теоретичне значення	1.
	2.
	3.
Практичне значення	1.
	2.
	3.

Завдання 2. Ознайомлення з особливостями калусної тканини.

Калус – певним чином організована маса тканини, що складається з дедиференційованих клітин. Отримання і ріст калусної тканини контролюється фітогормонами типу ауксинів і цитокінінів. Під дією ауксинів відбувається дедиференціювання, а під впливом цитокінінів – інтенсивне ділення, в результаті якого утворюється тканина.

Спонтанне утворення калусної тканини в природі ми можемо спостерігати на місці пошкодження. Калусні клітини затягують рану, а згодом диференціюються у втрачені тканини рослини. Наприклад, коли черенкують троянди або інші деревні рослини, то на місці нижнього зрізу, зануреного у воду виростає мозолеподібне утворення – калус, з якого потім формується коріння, відбувається вкорінення живця. Дуже часто калус формується на пошкоджених коренеплодах моркви (особливо в місці зрізу листя), на черешках качанів капусти.

Калусну тканину також можна отримати на штучних живильних середовищах, що містять фітогормони, використовуючи фрагменти різних частин рослини: стебел, коріння, тканин бульби, листя, зародків, сім'ядолей тощо. Такі фрагменти називаються експлантами. Як правило, для індукції калусних тканин необхідна присутність двох гормонів: *ауксинів* (дедиференціювання і підготовка до поділу) і *цитокінінів* (проліферація – поділ).

Завдання 3. Порівняйте особливості калусних і нормальних клітин рослин і запишіть у таблицю.

№ з/п	Спільні риси калусних і нормальних клітин	Відмінні риси калусних у нормальних клітин
1.		
2.		
3.		

Завдання 4. З'ясуйте і запишіть можливості культури ізольованих клітин і тканин рослин.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яке значення, напрямки та можливості використання культури клітин і тканин рослин?
2. Що таке тотипотентність рослинної клітини?
3. Що таке культура калусних тканин?
4. Які зміни відбуваються у спеціалізованій клітині при переході до дедиференціації?
5. Із яких органів рослини можна отримати калусну тканину?
6. Які особливості калусних клітин?
7. Що таке клітинна суспензія та яке її практичне значення?
8. Калусній тканині якого типу надається перевага для отримання клітинної суспензії?
9. Що таке культура окремих ізольованих клітин, або культура поодиноких клітин?
10. Умови та методи культивування рослинних тканин *in vitro*.
11. Способи отримання і культивування протопластів.
12. Які області застосування ізольованих протопластів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ТЕМА: ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ОСНОВНИМИ ПРИНЦИПАМИ ОТРИМАННЯ КАЛУСНОЇ ТКАНИНИ У РІЗНИХ РОСЛИННИХ ОБ'ЄКТІВ

Мета: ознайомитися з особливостями отримання і культивування калусної тканини у різних рослинних об'єктів.

Завдання 1. Ознайомитися з особливостями отримання калусної тканини з листя тютюну.

Тютюн – класичний об'єкт для отримання калусної тканини і подальших її досліджень. Клітини тютюну легко дедиференціюються і переходять до ділення, утворюючи калусну тканину, що швидко росте. Крім того, в калусній тканині тютюну легко викликати регенерацію.

Калусоутворення дуже добре йде у основи листя тютюну, особливо в зоні, що примикає до серединної жилки. Для отримання калусу придатні як стерильні, так і нестерильні рослини. Нестерильні рослини стерилізують в розчині хлораміну, перекисі водню або інших стерилізуючих агентах.

Матеріали і обладнання: стерильні або нестерильні рослини тютюну будь-якого віку, етанол, 4% розчин хлораміну, пробірки зі стерильною водою (3 штуки), скальпель, пінцет, спиртівка, кахляна плитка, стаканчик, штативи для інструментів, пензлик, чашка Петрі, сірники, пробірки з середовищем з додаванням гормонів ауксинової дії – 2 мг 2,4-Д (дихлорфеноксоцтова кислота) і цитокінінової – 0,2 міліграм кінетина на 1 л середовища.

Хід роботи

Листя тютюну промити в мильному розчині, відмити від мила водопровідною водою, сполоснути дистильованою. Занурити на 1 хвилину в стакан з етанолом, вийняти, після чого помістити в чашку Петрі і залити стерилізуючим розчином на 10 хвилин. Розчин злити, промити тричі дистильованою водою – в кожній з порцій води тримати не менше 5 хвилин.

Стерильне листя тютюну покласти на заздалегідь обпалену кахляну плитку, стерильним скальпелем вирізати фрагменти біля основи листя, прилеглі до середньої жилки, завдовжки 1-1,5 см, шириною 1 см. Перенести підготовлені ділянки листя в пробірки або чашки Петрі з живильним середовищем, що містить гормони, помістити в термостат при температурі 26°C. Через 3 тижні розглянути.

Завдання 2. Ознайомитися з особливостями отримання і культивування калусу із стебла картоплі.

Матеріали і обладнання: стерильні рослини картоплі в пробірці або нестерильні проростки бульб картоплі, завдовжки 10-15 см, етанол, 4% розчин хлораміну, пробірки зі стерильною водою (3 штуки), скальпель, пінцет, спиртівка, кахляна плитка, стакан, штатив для інструменту, пензлик, стерильна чашка Петрі, сірники, чашки Петрі або колби з середовищем (з додаванням гормонів ауксинової дії – 4 мг 2,4-Д і цитокінінової – 0,2 мг кінетину на 1 л середовища).

У картоплі калус може бути отриманий з тканин стебла, листя, бульби, пиляків.

Хід роботи

Якщо використовується стерильна рослина з пробірки, то шийку пробірки обпалити спиртом. Пінцетом вийняти стерильну рослину з пробірки і помістити його в стерильну чашку Петрі. Якщо береться нестерильна рослина, то після промивки її залишають в чашці Петрі. Притримуючи кришку в напіввідкритому стані, стерильним скальпелем вирізати ділянки стебла завдовжки 5-10 мм, не захоплюючи міжвузля. Обпалити інструменти, перенести вирізану ділянку на стерильну плитку, надікати експланти в декількох місцях для появи раневого калусу. Помістити їх в колбу або чашку Петрі із стерильним середовищем, трохи вдавлюючи їх пінцетом, для посилення контакту з середовищем. У одну чашку Петрі поміщають 5-10 експлантів. Закрити колбу або чашку Петрі. Чашки Петрі заклеїти парафільмом (спеціальна плівка) або харчовою плівкою. Помістити в термостат і витримати 3 тижні при температурі 22-25°C. Через 3 тижні розглянути утворений калус.

Завдання 3. Ознайомитися з особливостями отримання і культивування калусної тканини із зародків пшениці.

Матеріали і обладнання: зрілі зернівки пшениці, пробірки із стерильним середовищем з додаванням 5 мг на 1 л 2,4-Д, стерильний пінцет, скальпель, пензлик, стаканчик з етанолом, 4% хлорамін, чашка Петрі, кахляна плитка, колба із стерильною водою, спиртівка, сірники.

Калуси, отримані із зародків пшениці, використовують для селекції рослин на солестійкість, посухостійкість, стійкість до інших несприятливих чинників.

Хід роботи

Насіння пшениці промити водою з милом, потім водопровідною водою, сполоснути дистильованою водою. Помістити в чашку Петрі, залити етанолом на 5 хвилин, етанол злити в стакан, залити хлораміном на 15 хвилин, тричі промити дистильованою водою, витримуючи по 5 хвилин в кожній порції води. Зернівку пінцетом помістити на плитку, вичленувати зародок, розрізати його упоперек на 2 частини. Верхню половинку зародка, обернену в зернівці до центру, помістити зрізом на поверхню живильного середовища в пробірці. Помістити в кліматичну камеру при температурі 25°C. Через три тижні розглянути утворений калус.

Завдання 4. Порівняйте особливості калусних і нормальних клітин рослин і запишіть у таблицю.

№ з/п	Спільні риси калусних і нормальних клітин	Відмінні риси калусних у нормальних клітин
1.		

Завдання 5. З'ясуйте і запишіть можливості культури ізольованих клітин і тканин рослин.

Зробіть висновки про особливості отримання і культивування калусної тканини у різних рослинних об'єктів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке калус?
2. Які зміни відбуваються у спеціалізованій клітині при переході до дедиференціації?
3. Із яких органів рослини можна отримати калусну тканину?
4. Яка основна особливість середовища для калусогенезу у злаків?
5. Назвіть типи калусної тканини.
6. Яке практичне використання пухких калусів?
7. Який тип калусної тканини Ви б використали для отримання рослин-регенерантів?
8. Наведіть приклади можливого використання калусної тканини.
9. Що таке клітинна суспензія та яке її практичне значення?
10. Калусній тканині якого типу надається перевага для отримання клітинної суспензії?
11. Назвіть методи культивування одиночних клітин.
12. Які показники визначають для оцінки росту суспензійної культури?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ТЕМА: МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН

Мета: з'ясувати особливості мікроклонального розмноження, його значення та переваги.

Обладнання: відеопрезентації, роздатковий матеріал.

Завдання 1. Мікроклональне розмноження рослин живцями.

Теоретичне обґрунтування. Мікроклональне розмноження – це безстатеве вегетативне розмноження в культурі *in vitro*, за якого отримують рослини генетично ідентичні вихідній батьківській формі, що сприяє збереженню генетично однорідного посадкового матеріалу. Воно має низку переваг порівняно з традиційними методами розмноження рослин: економія вихідного матеріалу; отримання великої кількості копій із мінімальної кількості рослинного матеріалу, отримання генетично однорідного матеріалу; можливість відбирати *in vitro* рослинний матеріал з бажаними ознаками; можливість отримання безвірусного матеріалу; можливість розмножувати рослини впродовж року, оскільки їх ріст і розвиток *in vitro* практично не залежать від сезону; можливість отримувати у великих кількостях вегетативне потомство видів рослин, що важко розмножуються у звичайних умовах; економія площі для вирощування; можливість тривалого збереження пробірочних рослин за понижених температур, що дає змогу створити банк цінних форм рослин.

На сьогодні розроблено різні способи біотехнології мікроклонального розмноження. В їх основі лежать чотири принципових підходи:

- активація розвитку рослинних меристем (апекс пагона, пазушні та сплячі бруньки пагона);
- утворення адвентивних бруньок із тканин експлантата;
- індукція соматичного ембріогенезу;
- диференціація адвентивних бруньок у первинній та пересадковій калусній тканині.

Основним методом мікроклонального розмноження рослин є активація пазушних меристем, яка базується на знятті апікального домінування.

Основними факторами, що впливають на процес мікроклонального розмноження, є тип експлантата, склад живильного середовища й умови культивування.

Як вихідний матеріал для мікроклонального розмноження можна використовувати верхівкові та пазушні меристеми стебла, молоді листки, елементи суцвіття та квітки, цибулин і бульбоцибулин. Ідеальним матеріалом для отримання численних пагонів є апікальні та пазушні бруньки здорових рослин і тих, що активно ростуть.

У більшості випадків для мікроклонального розмноження рослин *in vitro* використовують різні модифікації середовища Мурасиге і Скуга (див. табл.).

Завдання 2. Пригадайте і запишіть основні переваги мікроклонального розмноження над традиційним.

Завдання 3. За допомогою Інтернет джерел з'ясуйте основні досягнення в мікроклональному розмноженні у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка. Оформіть це у вигляді відеопрезентації.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке мікроклональне розмноження?
2. Назвіть основні переваги мікроклонального розмноження над традиційним.
3. Назвіть методи мікроклонального розмноження.
4. Назвіть етапи мікроклонального розмноження рослин.
5. При яких умовах проводять коренеутворення проростків при мікроклональному розмноженні суниці?
6. Мікроклональне розмноження і оздоровлення рослин.
7. Методи збереження генофонду. Методика кріоконсервації, способи уповільнення росту

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ТЕМА: МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН

Завдання 1. Мікроклональне розмноження рослин живцями.

Теоретичне обґрунтування. Мікроклональне розмноження – це безстатеве вегетативне розмноження в культурі *in vitro*, за якого отримують рослини генетично ідентичні вихідній батьківській формі, що сприяє збереженню генетично однорідного посадкового матеріалу. Воно має низку переваг порівняно з традиційними методами розмноження рослин: економія вихідного матеріалу; отримання великої кількості копій із мінімальної кількості рослинного матеріалу, отримання генетично однорідного матеріалу; можливість відбирати *in vitro* рослинний матеріал з бажаними ознаками; можливість отримання безвірусного матеріалу; можливість розмножувати рослини впродовж року, оскільки їх ріст і розвиток *in vitro* практично не залежать від сезону; можливість отримувати у великих кількостях вегетативне потомство видів рослин, що важко розмножуються у звичайних умовах; економія площі для вирощування; можливість тривалого збереження пробірочних рослин за понижених температур, що дає змогу створити банк цінних форм рослин.

На сьогодні розроблено різні способи біотехнології мікроклонального розмноження. В їх основі лежать чотири принципових підходи:

- активація розвитку рослинних меристем (апекс пагона, пазушні та сплячі бруньки пагона);
- утворення адвентивних бруньок із тканин експлантата;
- індукція соматичного ембріогенезу;
- диференціація адвентивних бруньок у первинній та пересадковій калусній тканині.

Основним методом мікроклонального розмноження рослин є активація пазушних меристем, яка базується на знятті апікального домінування.

Основними факторами, що впливають на процес мікроклонального розмноження, є тип експлантата, склад живильного середовища й умови культивування.

Як вихідний матеріал для мікроклонального розмноження можна використовувати верхівкові та пазушні меристеми стебла, молоді листки, елементи суцвіття та квітки, цибулин і бульбоцибулин. Ідеальним матеріалом для отримання численних пагонів є апікальні та пазушні бруньки здорових рослин і тих, що активно ростуть.

У більшості випадків для мікроклонального розмноження рослин *in vitro* використовують різні модифікації середовища Мурасиге і Скуга (див. табл.).

Мета роботи: оволодіти методикою вегетативного розмноження рослин *in vitro*, що базується на активації пазушних меристем.

Матеріали і обладнання: асептичні рослини картоплі, гвоздики або тютюну, стерильне середовище МС (у пробірках для рослин картоплі та гвоздики або баночках для рослин тютюну), стерильні чашки Петрі, скальпелі, пінцети, спирт, спиртівка, ламінар-бокс.

Хід роботи

1. Пробірку з рослиною протерти спиртом і обпалити горло у полум'ї спиртівки.
2. Стерильним пінцетом витягти рослину-регенерант із пробірки, в якій вона росла і помістити її у стерильну чашку Петрі.
3. Підтримуючи рослину пінцетом, скальпелем порізати стебло на сегменти довжиною приблизно 10 мм так, щоб частина над брунькою становила 2-3 мм, а під нею – 5-7 мм. Обрізати листки. *Біля верхівки рослини листки не обрізати.*
4. Пінцетом перенести кожний сегмент у пробірку з живильним середовищем МС. *Пазуха листка має знаходитись над середовищем.*
5. Культивувати при температурі 25-28 °С, освітленні 2-3 лк, 16-годинному фотоперіоді, відносній вологості повітря 70-75%.
6. Через 3-4 тижні з пазушних бруньок розвиваються рослини-регенеранти, які знову можна використати для розмноження живцюванням та інших цілей.

Завдання 2. Стебловий органогенез із листкових дисків тютюну.

Мета роботи: отримати рослини тютюну, регенеровані із листкових дисків.

Матеріали і обладнання: рослини тютюну, вирощені *in vitro*, баночки зі стерильним середовищем МС, чашки Петрі з середовищем МКР-1 (табл. 1), стерильні чашки Петрі, скальпелі, пінцети, спирт, спиртівка, парафілм, ламінар-бокс.

Таблиця 1

Середовища для мікроклонального розмноження тютюну та моркви (1 л середовища)

Компоненти	МКР-1	МКР-2	МКР-3	МКР-4	МКР-5
Макро МС	100 мл	100 мл	100 мл	100 мл	100мл
Мікро МС	1 мл	1 мл	1 мл	1 мл	1 мл
Fe-хелат	5 мл	5 мл	5 мл	5 мл	5 мл
Мезоінозит	100 мг	100 мг	100 мг	100 мг	100 мг
В ₁	0,1 мг	0,1 мг	0,1 мг	0,1 мг	0,1 мг
В ₆	0,5 мг	0,5 мг	0,5 мг	0,5 мг	0,5 мг
РР	0,5 мг	0,5 мг	0,5 мг	0,5 мг	0,5 мг
БАП	1 мг			0,1 мг	0,1 мг
Кінетин		0,5 мг			
НОК	0,1 мг				2 мг
ІМК		2 мг			
2,4-Д			1 мг	2 мг	
Сахароза	3%	3%		3%	3%
Агар	0,8%	0,8%		0,8%	0,8%
pH	5,6-5,8				

Хід роботи

1. Банку з рослиною протерти спиртом і обпалити горло у полум'ї спиртівки.
2. Стерильним пінцетом витягти рослину тютюну із банки і помістити її у стерильну чашку Петрі.

3. Притримуючи рослину пінцетом, скальпелем обрізати листки.

Верхівку рослини тютюну з апікальною меристемою доцільно помістити у банку з середовищем для рослин МС.

4. Окремий листок перенести у стерильну чашку Петрі і нарізати на сегменти площею 0,5-1,0 см².

5. Листкові експлантати помістити на середовище для стеблового органогенезу МКР-1.

6. Культивувати при 25⁰С+28⁰С і 16-годинному фотоперіоді.

7. Через 2-3 тижні починається формування стеблових бруньок.

8. Через 3-4 тижні відокремити окремі великі бруньки і перенести на середовище МС для отримання паростків. Умови культивування ті ж.

Завдання 3. Індукція коренеутворення при мікроклональному розмноженні на прикладі суниці.

Теоретичне обґрунтування. При культивуванні апікальних меристем суниці на живильному середовищі, що містить цитокініни (6-БАП), в результаті активації пазушних меристем з однієї верхівкової меристеми утворюється багато стеблових бруньок, точки росту витягуються, розгортаються нові листки. Однак вкорінення утворених бруньок на цьому середовищі не відбувається. Для вкорінення їх необхідно пересадити на нове живильне середовище, що містить ауксини.

Мета роботи: Укорінення бруньок суниці, отриманих при мікроклональному розмноженні на живильному середовищі, що містить ауксини.

Обладнання та матеріали: пробірки з конгломератами бруньок суниці на живильному середовищі, пробірки зі стерильним живильним середовищем (табл. 2), стерильний пінцет, стерильний скальпель, стерильна чашка Петрі, спиртівка, 96%-ний спирт, сірники, стакан із стерильною водою.

Хід роботи

Використовують культуру апікальних меристем суниці у віці трьох-чотирьох тижнів після початку культивування. У стерильних умовах витягують з пробірки конгломерат бруньок суниці. Звільняють основу конгломерату від залишків агаризованого поживного середовища, промива-

ють його в стерильній воді та переносять в стерильну чашку Петрі. Роз'єднують за допомогою скальпеля конгломерат на окремі бруньки і кожну з них переносять пінцетом в пробірки з живильним середовищем для вкорінення (табл. 2). Обпалюють горло пробірки і пробку, закривають пробкою, обертають целофаном і поміщають пробірки в світлову камеру з освітленістю 10 000 люкс, температурою +26 °С і вологістю 60%.

Через місяць після пересадки бруньок на середовище для коренеутворення, проростки можна переводити в нестерильні умови. Зазвичай, рослини пересаджують у ящики або горщики, наповнені сумішшю торфу і піску (3:1), перший час накривають ковпаком з поліетилену.

Таблиця 2

*Поживне середовище для коренеутворення
при мікроклональному розмноженні суниці, рН 5,6-5,8*

Компоненти	Вміст, мг/л	Компоненти	Вміст, мг/л
Макросолі	За Уайтом	Нікотинова кислота	0,5
Мікросолі	За Хеллером	ІОК	0,5
Цитрат заліза	3,5	Сахароза	20000
Аскорбінова кислота	1,0	Агар-агар	7000
Тіамін	0,5	Піридоксин	0,5

Завдання 4. Запишіть основні переваги мікроклонального розмноження над традиційним.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке мікроклональне розмноження?
2. Назвіть основні переваги мікроклонального розмноження над традиційним.
3. Назвіть методи мікроклонального розмноження.
4. Назвіть етапи мікроклонального розмноження рослин.
5. При яких умовах проводять коренеутворення проростків при мікроклональному розмноженні суниці?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

ТЕМА: БІОБЕЗПЕКА ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ

Мета: розглянути проблему використання генетично модифікованих організмів у різних галузях виробництва та з'ясувати як здійснюється правове регулювання використання генетично модифікованих організмів в Україні.

Обладнання: роздатковий матеріал.

I. Теоретична частина

1. Потенційні ризики біотехнології для здоров'я людини.

Завдяки розробці методів виділення спадкового матеріалу (ДНК), його вивченню (ідентифікації послідовностей, що кодують певні гени), створенню його нових комбінацій за допомогою маніпуляцій, що здійснюються поза межами клітини, і перенесенню цих нових генетичних конструкцій у живі організми, з'явилась можливість створювати нові сорти рослин, породи тварин, штами мікроорганізмів, що характеризуються корисними ознаками, які неможливо відібрати за допомогою традиційних методів селекції. На даний час трансгенні сорти с.-г. культур, стійкі до гербіцидів, вірусів, комах-шкідників, несприятливих факторів середовища, з поліпшеними якісними характеристиками (поліпшений склад вуглеводів, білків, рослинної олії) займають посівні площі, котрі перевищують 100 млн гектарів. Це є результатом генетичної інженерії. Генетична інженерія – це технологія отримання нових комбінацій генетичного матеріалу шляхом маніпуляцій з нуклеїновими кислотами, що проводяться поза межами клітини, та переносу створених конструкцій генів до живого організму. У результаті цього досягається їх включення і активність у даному організмі та у його нащадків. Генно-інженерний (трансгенний) організм (ГМО) – живий організм, який має нову комбінацію генетичного матеріалу, отриману за допомогою генетичної інженерії. Однак, незважаючи на

значні досягнення та блискучі перспективи генної інженерії, сприйняття її більшою частиною людства далеко не однозначне.

Серед потенційних ризиків для здоров'я людини, пов'язаних із використанням генно-інженерних технологій, розглядаються, наприклад, зміна активності окремих генів живих організмів під впливом вставки чужорідної ДНК, у результаті якого може відбуватись погіршення споживчих властивостей продуктів харчування, отриманих із цих організмів. У продуктах харчування, отриманих із генно-інженерних організмів, може бути підвищений, порівняно із реципієнтними організмами, рівень певних токсичних та алергенних речовин, що перевершують встановлені межі безпеки.

2. Ризики біотехнології для довкілля.

Тривогу екологів викликає вивільнення у навколишнє середовище трансгенних організмів, насамперед с.-г. рослин і тварин, до геному яких додано чужорідні, не характерні для них гени мікроорганізмів, вірусів, що може призводити до зміни природних біоценозів у результаті переносу трансгенів диким видам, появу нових, більш агресивних патогенів, бур'янів, враженню організмів, що не являються мішенями трансгенних ознак, тощо.

3. Завдання ефективного державного регулювання біотехнологічних процесів.

Завдання ефективного державного регулювання процесів у цій галузі полягає в тому, щоб забезпечити, з однієї сторони, максимально сприятливі умови для розвитку генетичної інженерії як одного із пріоритетних наукових напрямків, а з іншої – гарантувати безпеку при здійсненні та використанні результатів і продуктів діяльності.

Друга частина цього завдання досягається завдяки застосуванню системи заходів, направлених на запобігання чи зниження до безпечного рівня несприятливих впливів генно-інженерних організмів на здоров'я людини та навколишнє середовище при здійсненні генно-інженерної діяльності, котра отримала назву «біобезпека».

Біобезпеку (у даному випадку безпеку генно-інженерної діяльності) як нову область знань можна розділити на два основних напрямки:

1. Розробка і застосування різних методів оцінки і попередження ризику можливих несприятливих ефектів ГМО;
2. Система державного регулювання безпеки генно-інженерної діяльності.
3. Міжнародно-правовий режим біобезпеки.

У системі міжнародних відношень питання біобезпеки вийшли останнім часом на передній план. У 2000 р. країнами-сторонами Конвенції про біологічне різноманіття прийнято Картахенський протокол з біобезпеки, основна мета якого – «сприяння забезпеченню належного рівня захисту в області безпечної передачі, обігу та використання живих змінених організмів, які являються результатом сучасної біотехнології, здатні чинити несприятливий вплив на збереження і стійке використання біологічного різноманіття, із врахуванням також ризиків для здоров'я людини та приділенням особливої уваги транскордонному переміщенню» (Картахенський протокол, стаття 1). Протокол вступив в силу 11 вересня 2003 року.

Вперше питання безпеки генно-інженерної діяльності виявились у центрі уваги крупних міжнародних організацій, починаючи з 80-х років минулого сторіччя. На Віденській зустрічі держав-учасників Наради з безпеки і співробітництва у Європі (нині – Організації з безпеки і співпраці в Європі – ОБРЄ) у 1986 р. була започаткована діяльність Європейської економічної комісії ООН (ЄЕК ООН), пов'язана із розробкою керівних принципів безпеки в області біотехнології. На XXI сесії ЄЕК ООН (вересень 1994 р.) було узагальнено матеріали з біобезпеки (закони, настанови, інструкції тощо), представлені урядами 30 держав. А також рядом міжнародних організацій.

Важливим досягненням у процесі розробки міжнародних керівних принципів безпеки у біотехнології виявилась публікація «Кодексу добровільної поведінки при вивільненні організмів у довкілля», підготовленого групою експертів ООН з промислового розвитку (ЮНІДО), Всесвітньою організацією охорони здоров'я, Продовольчою і сільськогосподарською організацією ООН (ФАО). Створена також Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП).

У червні 1998 р. у датському містечку Орхус була проведена Міжнародна конференція зі збереження нових сортів рослин. На ній прийнято Конвенцію про доступ до інформації, участь спільноти у прийнятті рішень та доступу до правосуддя з питань, що стосуються навколишнього середовища, яка отримала назву «Орхуська конвенція». Один із об'єктів цієї конвенції – інформація «щодо запланованої і реалізуючої діяльності, котра може чинити значний вплив на навколишнє середовище». До неї може бути віднесена і діяльність, пов'язана із вивільненням генно-інженерних організмів у довкілля. Сторони Конвенції мають забезпечувати участь спільноти у прийнятті рішень щодо дозволу діяльності, пов'язаної з екологічними ризиками. При цьому «зацікавлена спільнота своєчасно і ефективно інформується залежно від обставин або шляхом публічного повідомлення, або у індивідуальному порядку на початковому етапі процедури прийняття рішення з питань, що стосуються навколишнього середовища.

II. Практичні завдання

1. Ознайомитися з основними законами та нормативними документами, що стосуються генетично модифікованих організмів (*див. роздатковий матеріал*). Занотуйте їх основні положення.
2. Проаналізуйте, яка кількість продукції на ринку міста має маркування про те, що містить генетично модифіковані організми або вироблена з їх використанням. Завдання виконати на наступне заняття і представити у вигляді таблиці:

Дата обліку	Місце продажу	Назва продукції

3. Розробіть питання і проведіть анкетування серед студентів факультету про їх ставлення до генетично модифікованих організмів і використання їх в харчовій промисловості, медицині, при виробництві парфумерних засобів тощо. Виявіть наскільки обізнані студенти про переваги чи недоліки використання ГМО. Результати опитування проаналізуйте і подайте у графічному чи табличному вигляді.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які міжнародні регулюючі акти з біобезпеки біотехнології, зокрема генної інженерії ви знаєте?
2. Проаналізуйте можливі наслідки впливу ГМО на здоров'я людини.
3. Проаналізуйте можливі наслідки впливу ГМО на довкілля.
4. Які, на вашу думку, ризики, пов'язані із біотехнологіями є найбільш непередбачуваними? Обґрунтуйте відповідь.
5. У чому полягає загроза біотехнологій для збереження видового різноманіття.
6. Яким чином можна використати надбання генетичної інженерії для усунення екологічної кризи?
7. Назвіть області застосування генної інженерії рослин і тварин.

ЗАКОН УКРАЇНИ

Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів

(Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007, N 35, ст.484)

{Із змінами, внесеними згідно із Законами
№ 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010, ВВР, 2010, N 9, ст.90
№ 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}

Цей Закон регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками), розробниками, дослідниками, науковцями та споживачами генетично модифікованих організмів та продукції, виробленої за технологіями, що передбачають їх розробку, створення, випробування, дослідження, транспортування, імпорт, експорт, розміщення на ринку, вивільнення у навколишнє середовище та використання в Україні (далі – поводження з ГМО) із забезпеченням біологічної і генетичної безпеки.

Цей Закон не застосовується до людини, тканин та окремих клітин у складі людського організму.

Розділ I ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Стаття 1. Терміни та їх визначення.

У цьому Законі наведені нижче терміни вживаються у такому значенні:

біологічна безпека – стан середовища життєдіяльності людини, при якому відсутній негативний вплив його чинників (біологічних, хімічних, фізичних) на біологічну структуру і функцію людської особи в теперішньому і майбутніх поколіннях, а також відсутній незворотній негативний вплив на біологічні об'єкти природного середовища (біосферу) та сільськогосподарські рослини і тварини;

генетична безпека – стан середовища життєдіяльності людини, при якому відсутній будь-який неприродний вплив на людський геном, відсутній будь-який неприродний вплив на геном об'єктів біосфери, а також відсутній неконтрольований вплив на геном сільськогосподарських рослин і тварин, промислових мікроорганізмів, який призводить до появи у них негативних та/або небажаних властивостей;

організм, живий організм – будь-яка форма біологічного існування (включаючи стерильні організми, віруси та віроїди), здатна до самовідтворення або передачі спадкових факторів;

генетично модифікований організм, живий змінений організм (ГМО) – будь-який організм, у якому генетичний матеріал був змінений за допомогою штучних прийомів переносу генів, які не відбуваються у природних умовах, а саме:

- рекомбінантними методами, які передбачають формування нових комбінацій генетичного матеріалу шляхом внесення молекул нуклеїнової кислоти (вироблених у будь-який спосіб зовні організму) у будь-який вірус, бактеріальний плазмід або іншу векторну систему та їх включення до організму-господаря, в якому вони зазвичай не зустрічаються, однак здатні на тривале розмноження;
- методами, які передбачають безпосереднє введення в організм спадкового матеріалу, підготовленого зовні організму, включаючи мікроін'єкції, макроін'єкції та мікроінкапсуляції;
- злиття клітин (у тому числі злиття протоплазми) або методами гібридизації, коли живі клітини з новими комбінаціями генетичного матеріалу формуються шляхом злиття двох або більше клітин у спосіб, який не реалізується за природних обставин;

продукція, отримана з використанням ГМО – продукція, в тому числі харчові продукти та корми, технологія виробництва якої передбачає використання ГМО на будь-якому етапі;

генетично-інженерна діяльність – практична сфера діяльності, пов'язана зі створенням, випробуванням та впровадженням ГМО в обіг;

вивільнення ГМО у навколишнє середовище – діяння (дія або бездіяння), в результаті якого відбулося внесення ГМО у навколишнє середовище;

система замкнена – система здійснення генетично-інженерної діяльності, при якій генетичні модифікації вносяться в організм або ГМО, культивуються, обробляються, зберігаються, використовуються, підлягають транспортуванню, знищенню або похованню в умовах існування систем захисту, що запобігають контакту з населенням та навколишнім середовищем;

система відкрита – система здійснення генетично-інженерної діяльності, що передбачає контакт ГМО з населенням та навколишнім середовищем при запланованому вивільненні їх у навколишнє середовище, застосуванні у сільськогосподарській практиці, промисловості, медицині та в природоохоронних цілях, передачі технологій та інших сферах обігу ГМО;

ризик – можливість виникнення та вірогідні масштаби наслідків від негативного впливу на здоров'я людини та довкілля при здійсненні генетично-інженерної діяльності та поводженні з ГМО протягом певного періоду часу;

аналіз ризику – процес, що складається з трьох взаємопов'язаних компонентів: оцінка ризику ГМО, управління (керування) ризиком та повідомлення про ризик;

оцінка ризику – науково обґрунтований процес, який складається з ідентифікації небезпеки ГМО, характеристики небезпеки, оцінки впливу, характеристики ризику;

управління ризиком – процес вибору альтернативних рішень на підставі результатів оцінки ризику ГМО та в разі необхідності вибору і впровадження відповідних засобів управління (контролю), включаючи регуляторні заходи;

повідомлення про ризик – взаємний обмін інформацією про ризик ГМО між спеціалістами з оцінки ризику, особами, що здійснюють управління ризиком, заінтересованими торговими партнерами та іншими заінтересованими сторонами;

державна реєстрація ГМО – занесення ГМО до реєстру з урахуванням оцінки їх ризику щодо впливу на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища з метою подальшого отримання дозволу на практичне використання ГМО в Україні відповідно до їх господарського призначення;

Державний реєстр ГМО – спеціалізований перелік ГМО, які пройшли реєстрацію, з визначенням їх подальшого господарського призначення;

Державний реєстр ГМО джерел харчових продуктів та кормів – спеціалізований перелік ГМО, відносно яких на підставі міжнародних правил і критеріїв оцінки безпечності для здоров'я людини і тварин зроблено висновок про можливість їх використання в якості харчових продуктів та/або кормів, та/або їх джерел;

обіг – переміщення (транспортування) або зберігання та будь-які дії, пов'язані з переходом права власності чи володіння, включаючи продаж, обмін або дарування;

арбітражні випробування ГМО – лабораторні дослідження, що проводяться на вимогу особи, яка оскаржує результати попереднього лабораторного дослідження; {Статтю 1 доповнено абзацом згідно із Законом № 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}

референтні зразки ГМО – еталонний (референтний) матеріал ГМО, значення властивостей якого є достатньо однорідним та придатним, щоб оцінювати метод вимірювання чи встановлювати певні властивості матеріалу; {Статтю 1 доповнено абзацом згідно із Законом № 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}

цільовий таксон – відособлена група організмів, до якої належать ГМО, які споріднені між собою спільністю ознак і властивостей, у результаті чого таким організмам може бути присвоєна таксономічна категорія; {Статтю 1 доповнено абзацом згідно із Законом № 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}

трансформаційна подія – зміна генетичного матеріалу організму за допомогою штучних прийомів переносу генів, які не відбуваються у природних умовах. {Статтю 1 доповнено абзацом згідно із Законом N 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}

Стаття 2. Законодавство України в галузі генетично-інженерної діяльності та поводження з ГМО.

Законодавство України у сфері генетично-інженерної діяльності та поводження з ГМО складається з цього Закону, інших законодавчих актів України, що видаються відповідно до нього, а також відповідних міжнародних договорів, згоду на обов'язковість яких надано Верховною Радою України.

Стаття 3. Основні принципи державної політики в галузі поводження з ГМО та завдання цього Закону.

Основними принципами державної політики в галузі генетично-інженерної діяльності та поводження з ГМО є:

пріоритетність збереження здоров'я людини і охорони навколишнього природного середовища у порівнянні з отриманням економічних переваг від застосування ГМО;

забезпечення заходів щодо дотримання біологічної і генетичної безпеки при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО в господарських цілях;

контроль за ввезенням на митну територію України ГМО та продукції, отриманої з їх використанням, їх реєстрацією та обігом;

загальнодоступність інформації про потенційні ризики від застосування ГМО, які передбачається використовувати у відкритій системі, та заходи щодо дотримання біологічної і генетичної безпеки;

державна підтримка генетично-інженерних досліджень та наукових і практичних розробок у галузі біологічної і генетичної безпеки при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО в господарських цілях.

Завданнями цього Закону є:

охорона здоров'я людини і навколишнього природного середовища при здійсненні генетично-інженерної діяльності та поводженні з ГМО;

забезпечення права громадян на безпечне використання ГМО;

створення умов для безпечного практичного використання ГМО в господарських цілях;

визначення прав і обов'язків суб'єктів регулювання при поводженні з ГМО та встановлення їх відповідальності за порушення законодавства;

захист громадян у разі заподіяння шкоди їх здоров'ю внаслідок споживання ГМО;

встановлення правових основ міжнародного співробітництва в галузі генетично-інженерної діяльності та поводження з ГМО.

Стаття 4. Суб'єкти регулювання.

Положення цього Закону застосовуються на території України до юридичних та фізичних осіб, які здійснюють діяльність, пов'язану з по-

водженням з ГМО. Юридичні та фізичні особи України та інших держав, а також особи без громадянства рівні у своїх правах та обов'язках, визначених цим Законом.

Якщо міжнародним договором України, зазначеним у статті 2 цього Закону, встановлено інші правила, ніж передбачені цим Законом, то застосовуються правила міжнародного договору.

Стаття 5. Сфери діяльності, що підлягають регулюванню під час поводження з ГМО.

Регулюванню цим Законом підлягають:

генетично-інженерна діяльність, що здійснюється у замкненій системі;

генетично-інженерна діяльність, що здійснюється у відкритій системі;

державна реєстрація ГМО та продукції, виробленої з їх використанням;

введення в обіг і подальший обіг ГМО та продукції, виробленої з їх використанням; {Абзац п'ятий статті 5 із змінами, внесеними згідно із Законом N 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012} експорт, імпорт та транзит ГМО.

Розділ II

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОНАННЯ ЗАКОНУ

Стаття 6. Суб'єкти, що забезпечують виконання цього Закону.

Виконання цього Закону забезпечують центральні органи виконавчої влади та науково-методологічний центр з питань випробувань ГМО у межах своїх повноважень і в порядку, передбаченому законодавством України. {Стаття 6 із змінами, внесеними згідно із Законом N 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}

Стаття 7. Повноваження Кабінету Міністрів України.

Кабінет Міністрів України:

забезпечує державне регулювання і контроль у сфері поводження з ГМО та генетично-інженерної діяльності;

забезпечує здійснення заходів щодо державної підтримки генетично-інженерної діяльності;

спрямовує і координує роботу центральних органів виконавчої влади та інших органів виконавчої влади в галузі поводження з ГМО та генетично-інженерної діяльності;

організовує міжнародне співробітництво з метою забезпечення безпечного поводження з ГМО та розвитку наукових знань у цій галузі;

затверджує порядок державної реєстрації ГМО (808-2009-п) та продукції, отриманої з їх використанням;

затверджує порядок ввезення ГМО джерел харчових продуктів, кормів і харчових продуктів та кормів, вироблених із ГМО;

затверджує порядок надання дозволу на транзитне переміщення ГМО через територію України;

затверджує порядок ліцензування генетично-інженерної діяльності у замкненій та відкритій системах;

затверджує порядок проведення державної апробації (випробовувань) ГМО у відкритій системі (808-2009-п) та отримання дозволу на їх проведення;

затверджує критерії безпеки поводження з ГМО у замкненій системі;

визначає за поданням Національної академії наук України наукову установу, уповноважену на виконання функцій науково-методологічного центру з питань випробувань ГМО; {Статтю 7 доповнено абзацом згідно із Законом № 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012};

визначає функції науково-методологічного центру з питань випробувань ГМО. {Статтю 7 доповнено абзацом згідно із Законом № 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}.

Стаття 8. Повноваження центрального органу виконавчої влади з питань освіти і науки.

Центральний орган виконавчої влади з питань освіти і науки:

забезпечує розвиток наукового і науково-технічного потенціалу в галузі генетично-інженерної діяльності;

забезпечує захист міжнародних і національних патентів та інших видів інтелектуальної власності в галузі поводження з ГМО, генетичної інженерії та генетично-інженерної діяльності;

розробляє критерії безпеки поводження з ГМО та генетично-інженерної діяльності у замкнених системах;

розробляє та вдосконалює систему контролю за дотриманням правил безпеки генетично-інженерної діяльності;

здійснює ліцензування генетично-інженерної діяльності у замкнених системах;

з урахуванням результатів державної екологічної та державної санітарно-епідеміологічної експертизи щодо біологічної і генетичної безпеки ГМО, які здійснюються відповідно до міжнародних договорів України, надає дозволи на ввезення незареєстрованих ГМО, якщо вони використовуються виключно для науково-дослідних цілей у замкнених системах та відкритих системах, а також з метою їх державних випробувань.

Стаття 9. Повноваження центрального органу державного управління виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів.

Центральний орган виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів:

здійснює державну екологічну експертизу ГМО, призначених для використання у відкритій системі;

на основі наукових принципів та міжнародного досвіду розробляє критерії оцінки ризику потенційного впливу ГМО на навколишнє природне середовище;

здійснює державну реєстрацію засобів захисту рослин, отриманих з використанням ГМО;

здійснює державний нагляд і контроль за дотриманням заходів біологічної і генетичної безпеки щодо біологічних об'єктів природного середовища при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО у відкритій системі;

надає дозволи на вивільнення ГМО у відкритій системі.

Стаття 10. Повноваження центрального органу виконавчої влади з питань охорони здоров'я.

Центральний орган виконавчої влади з питань охорони здоров'я:

на основі наукових принципів та міжнародного досвіду розробляє критерії оцінки ризику потенційного впливу на здоров'я людини ГМО та

продукції, отриманої з використанням ГМО, у тому числі харчових продуктів;

здійснює державну санітарно-епідеміологічну експертизу ГМО, які використовуються у відкритих системах, для обґрунтування висновку щодо їх біологічної і генетичної безпеки стосовно людини з метою їх державної реєстрації;

здійснює державний нагляд і контроль за дотриманням заходів біологічної і генетичної безпеки стосовно людини при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО у відкритій системі;

здійснює державну санітарно-епідеміологічну експертизу продукції, отриманої з використанням ГМО, для обґрунтування висновку щодо її безпечності для здоров'я і життя людини;

здійснює державну реєстрацію ГМО джерел харчових продуктів, а також державну реєстрацію харчових продуктів, косметичних засобів, лікарських засобів, які містять ГМО або отриманих з їх використанням;

затверджує перелік харчових продуктів, щодо яких здійснюється контроль вмісту ГМО та перелік відповідних методик детекції та ідентифікації ГМО;

здійснює моніторинг харчових продуктів, отриманих із застосуванням ГМО, за критерієм наявності в них тільки зареєстрованих ГМО джерел.

Стаття 11. Повноваження центрального органу виконавчої влади з питань аграрної політики.

Центральний орган виконавчої влади з питань аграрної політики:

забезпечує державну апробацію (випробовування) та державну реєстрацію створених на основі ГМО сортів сільськогосподарських рослин, порід тварин, мікробіологічних сільськогосподарських препаратів; {Абзац другий статті 11 із змінами, внесеними згідно із Законом № 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010}

здійснює державний нагляд і контроль за дотриманням заходів біологічної і генетичної безпеки щодо сільськогосподарських рослин і тварин при створенні, дослідженні та практичному використанні ГМО у відкритих системах на підприємствах, в установах і організаціях агропромислового комплексу незалежно від їх підпорядкування і форми власності.

{Абзац четвертий статті 11 виключено на підставі Закону № 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010}

{Абзац п'ятий статті 11 виключено на підставі Закону № 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010}

{Абзац шостий статті 11 виключено на підставі Закону N 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010}

Стаття 11-1. Повноваження центрального органу виконавчої влади з питань ветеринарної медицини.

Центральний орган виконавчої влади з питань ветеринарної медицини:

здійснює державну реєстрацію ГМО джерел кормів, кормових добавок та ветеринарних препаратів, які містять ГМО або отриманих з їх використанням;

затверджує перелік кормів, кормових добавок та ветеринарних препаратів, у яких здійснюється контроль вмісту ГМО, та перелік відповідних методик детекції та ідентифікації ГМО;

проводить моніторинг кормів, кормових добавок та ветеринарних препаратів, отриманих з використанням ГМО, за критерієм наявності в них зареєстрованих ГМО джерел.

{Розділ II доповнено статтею 11-1 згідно із Законом № 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010}

Розділ III

РЕГУЛЮВАННЯ ПОВОДЖЕННЯ З ГМО ТА ГЕНЕТИЧНО-ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ЗАМКНЕНІЙ СИСТЕМІ

Стаття 12. Регулювання генетично-інженерної діяльності в ус- тановах, організаціях та на підприємствах.

Генетично-інженерна діяльність у замкненій системі підлягає ліцензуванню.

Ліцензування такої діяльності здійснюється на підставі оцінки ризику при поводженні з ГМО у замкненій системі.

Порядок такого ліцензування затверджується Кабінетом Міністрів України за поданням центрального органу виконавчої влади в галузі освіти і науки.

Підприємства, установи та організації, які здійснюють генетично-інженерну діяльність (далі – установи), створюють при установі Комісію з біологічної та генетичної безпеки проведення генетично-інженерних робіт (далі – Комісія). Завданням Комісії є проведення попередньої оцінки ризику при плануванні та підготовці генетично-інженерних робіт.

Типове Положення про Комісію з біологічної та генетичної безпеки проведення генетично-інженерних робіт затверджується центральним органом виконавчої влади з питань освіти і науки.

У випадках, коли генетично-інженерна діяльність здійснюється фізичними особами або чисельний склад установи не дозволяє сформувати Комісію при установі, то такі особи або установи прикріплюються до однієї з існуючих комісій за погодженням з центральним органом виконавчої влади з питань освіти і науки.

Розділ IV

РЕГУЛЮВАННЯ ГЕНЕТИЧНО-ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У ВІДКРИТІЙ СИСТЕМІ ТА ДЕРЖАВНА РЕЄСТРАЦІЯ ГМО

Стаття 13. Вимоги до ГМО та порядок їх вивільнення у навколишнє природне середовище з метою апробації (випробовувань).

Генетично модифіковані організми, що використовуються у відкритій системі, повинні відповідати вимогам біологічної та генетичної безпеки за умови дотримання передбаченої технології використання.

Обов'язковою умовою використання ГМО у відкритій системі є наявність методів і методик їх ідентифікації, розроблених за міжнародними стандартами та затверджених в установленому порядку в Україні.

Забороняється вивільнення в навколишнє природне середовище ГМО до їх державної реєстрації.

До державної реєстрації вивільнення в навколишнє природне середовище ГМО можливе тільки з метою державної апробації (випробовувань). Проведення державної апробації (випробовувань) ГМО у відкритій системі здійснюється виключно на підставі дозволу, який видається центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів. Дозвіл видається одноразово на проведення державної апробації (випробовувань) конкретно визначеного ГМО.

Порядок (308-2009-п) отримання такого дозволу та його форма затверджуються Кабінетом Міністрів України за поданням центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів. У дозволі зазначаються конкретні умови та терміни проведення державної апробації (випробовувань) ГМО.

Дозвіл на проведення державних апробацій (випробовувань) ГМО у відкритій системі може бути скасованим у випадках отримання науково обґрунтованої інформації, яка може призвести до переоцінки ризику щодо впливу ГМО на здоров'я людини та навколишнє природне середовище в сторону його підвищення, а також порушення умов дозволу.

Стаття 14. Державна реєстрація ГМО та встановлення обмеження щодо їх застосування

Державну реєстрацію ГМО та продукції, виробленої з їх застосуванням, здійснюють центральні органи виконавчої влади відповідно до повноважень, викладених у статтях 8-11-1 цього Закону. {Частина перша статті 14 із змінами, внесеними згідно із Законом № 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010}.

Центральні органи виконавчої влади ведуть Державні реєстри ГМО та продукції, виробленої з їх застосуванням, розміщують їх на власних офіційних веб-сайтах та регулярно публікують у засобах масової інформації.

Продукція, яка реєструється у Державних реєстрах ГМО:

сорти сільськогосподарських рослин та породи тварин, створені на основі ГМО;

засоби захисту рослин, отримані з використанням ГМО;

ГМО джерела харчових продуктів, а також харчові продукти, косметичні засоби, лікарські засоби, які містять ГМО або отримані з їх використанням;

ГМО джерела кормів, а також кормові добавки та ветеринарні препарати, які містять ГМО або отримані з їх використанням.

Державна реєстрація здійснюється строком на п'ять років на безоплатній основі. Перереєстрація здійснюється у тому ж порядку, що і реєстрація.

Термін розгляду реєстраційних документів не може перевищувати 120 днів з дня їх подачі, включаючи строки проведення відповідних експертиз.

Розмір тарифів на проведення експертиз, які є підставою для державної реєстрації ГМО, та продукції, виробленої з їх застосуванням (1223-2009-п), затверджуються Кабінетом Міністрів України за поданням відповідного центрального органу виконавчої влади.

У державній реєстрації ГМО та продукції, виробленої з їх застосуванням, може бути відмовлено в разі отримання науково обґрунтованої інформації щодо їх небезпеки для здоров'я людини або навколишнього природного середовища при використанні за цільовим призначенням.

До генетично модифікованих сортів рослин можуть бути застосовані обмеження щодо їх вирощування на землях, перелік яких визначається центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів.

Розділ V

ВИКОРИСТАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЯ ГМО

Стаття 15. Використання ГМО та вимоги щодо їх відстежуваності
{Назва статті 15 із змінами, внесеними згідно із Законом N 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}

Забороняється промислове виробництво та введення в обіг ГМО, а також продукції, виробленої із застосуванням ГМО, до їх державної реєстрації.

Суб'єкти господарювання, які вперше вводять в обіг продукцію, що містить ГМО або отримана з їх використанням, складають у довільній формі письмову декларацію, в якій в обов'язковому порядку зазначаються відомості про суб'єкта господарювання, зазначається інформація, що така продукція містить ГМО або отримана з їх використанням, а також наводиться номер такої продукції у Державному реєстрі ГМО.

{Статтю 15 доповнено частиною другою згідно із Законом № 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}

Суб'єкти господарювання під час проведення всіх операцій з передачі продукції, що містить ГМО або отримана з їх використанням, забезпечують надання суб'єктам господарювання, яким вони передають таку продукцію, копії декларації, зазначеної в частині другій цієї статті.

{Статтю 15 доповнено частиною третьою згідно із Законом № 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}.

Суб'єкти господарювання зобов'язані зберігати протягом п'яти років з дня передачі продукції, що містить ГМО або отримана з їх використанням, декларацію, зазначену в частині другій цієї статті, або її копію, а також документацію, яка дає змогу ідентифікувати:

суб'єкта господарювання, який передав їм відповідну продукцію;
суб'єкта господарювання, якому вони передали відповідну продукцію.

{Статтю 15 доповнено частиною четвертою згідно із Законом №4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}.

Стаття 15-1. Державний контроль за обігом ГМО та продукції, що отримана з використанням ГМО.

З метою здійснення державного контролю за обігом ГМО та продукції, що отримана з використанням ГМО, центральні органи виконавчої влади, відповідальні за виконання цього Закону, створюють за відповідними напрямками мережу випробувальних лабораторій з визначення вмісту ГМО у продукції.

Положення про мережу випробувальних лабораторій з визначення вмісту ГМО у продукції затверджується Кабінетом Міністрів України.

Науково-методична координація діяльності випробувальних лабораторій з визначення вмісту ГМО у продукції здійснюється науково-методологічним центром з питань випробувань ГМО.

Науково-методологічний центр з питань випробувань ГМО є державною науковою установою, яка:

забезпечує одержання та підготовку референтних зразків ГМО і зразків контрольних цільових таксонів з метою створення їх колекції, а також їх зберігання, утримання та надання випробувальним лабораторіям для використання в їхній діяльності;

забезпечує проведення міжлабораторного порівняння результатів дослідження продукції для визначення в ній вмісту ГМО;

здійснює тестування та атестацію в установленому порядку методик ідентифікації ГМО, дає оцінку ефективності таких методик, включаючи відбір зразків (проб) та ідентифікацію трансформаційних подій;

проводить арбітражні випробування ГМО на вимогу особи, яка оскаржує результати попередніх випробувань ГМО.

Положення про науково-методологічний центр з питань випробувань ГМО затверджується Кабінетом Міністрів України. {Закон доповнено статтею 15-1 згідно із Законом N 4441-VI (4441-17) від 23.02.2012}.

Стаття 16. Ввезення та транзит ГМО.

Забороняється ввезення на митну територію України ГМО, а також продукції, виробленої із застосуванням ГМО, до їх державної реєстрації, за винятком таких, що призначені для науково-дослідних цілей або державних апробацій (випробовувань).

Дозвіл на ввезення ГМО, призначених для науково-дослідних цілей або державних апробацій (випробовувань), надається центральним органом виконавчої влади з питань освіти і науки в порядку (734-2008-п), встановленому Кабінетом Міністрів України.

Дозвіл на ввезення продукції, отриманої з використанням ГМО, призначеної для науково-дослідних цілей, надається центральними органами виконавчої влади відповідно до їх повноважень, передбачених статтями 8-11-1 цього Закону, в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України. {Частина третя статті 16 із змінами, внесеними згідно із Законом № 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010}.

Ввезення харчових продуктів, косметичних засобів, лікарських засобів, кормових добавок та ветеринарних препаратів, які містять ГМО або отримані з їх використанням, для безпосереднього вживання за призначенням можливе тільки за умови державної реєстрації відповідних ГМО джерел та переліченої у цій частині продукції.

Порядок (734-2008-п) такого ввезення встановлюється Кабінетом Міністрів України.

Дозвіл на транзитне переміщення незареєстрованих в Україні ГМО надається центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів у порядку (423-2009-п), встановленому Кабінетом Міністрів України.

Стаття 17. Транспортування, зберігання та утилізація ГМО.

Транспортування та зберігання ГМО повинно передбачати здійснення комплексу заходів, що попереджують неконтрольоване вивільнення ГМО у навколишнє природне середовище.

Обліковий матеріал ГМО, одержаний при випробуваннях, непридатні або заборонені до використання ГМО, а також тара від них, підлягають утилізації, знищенню та знешкодженню в порядку, що встановлюється центральним органом виконавчої влади з питань освіти і науки та центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів.

Положення цієї статті не стосуються ГМО харчових продуктів та кормів, зареєстрованих відповідно до вимог статті 14 цього Закону.

Розділ VI

ЗАКЛЮЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Стаття 18. Відповідальність за порушення законодавства в галузі поводження з ГМО.

Порушення вимог цього Закону і прийнятих на його основі нормативно-правових актів тягне за собою цивільну, адміністративну, дисциплінарну або кримінальну відповідальність згідно із законом.

Відповідальність несуть особи, які винні у:

приховуванні або перекрученні інформації, що могло спричинити або спричинило загрозу життю та здоров'ю людини чи навколишньому природному середовищу;

недотриманні або порушенні вимог стандартів, регламентів, санітарних норм і правил використання, транспортування, зберігання, реалізації ГМО;

використанні незареєстрованих ГМО або продукції, отриманої з їх використанням (за винятком науково-дослідних цілей);

порушенні правил утилізації та знищення ГМО;

невиконанні законних вимог посадових осіб, які здійснюють державний нагляд і контроль.

Законом може бути встановлена відповідальність і за інші види порушень законодавства України в галузі генетично-інженерної діяльності.

Стаття 19. Основні вимоги до дозвільної системи у сфері здійснення господарської діяльності при поводженні з ГМО.

Дозволи на ввезення незареєстрованих ГМО для науково-дослідних цілей у замкненій та відкритій системах, а також з метою проведення їх державних апробацій (випробовувань); на ввезення продукції, отриманої з використанням ГМО, призначеної для науково-дослідних цілей; на транзитне переміщення незареєстрованих в Україні ГМО; на вивільнення ГМО у відкритій системі надаються на безоплатній основі центральними органами виконавчої влади відповідно до їх повноважень, передбачених статтями 8-11-1 цього Закону, в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

{Частина перша статті 19 із змінами, внесеними згідно із Законом № 1804-VI (1804-17) від 19.01.2010}.

У видачі дозволу може бути відмовлено в разі отримання науково обґрунтованої інформації щодо їх небезпеки для здоров'я людини або навколишнього природного середовища при використанні за цільовим призначенням.

Термін розгляду документів для видачі дозволу не може перевищувати 45 днів з дня їх подачі, включаючи строки проведення відповідних експертиз.

Розмір тарифів на проведення експертиз, які є підставою для видачі зазначених документів, затверджується Кабінетом Міністрів України за поданням відповідного центрального органу виконавчої влади.

Стаття 20. Доступ до інформації щодо поводження з ГМО.

Інформація про поводження з ГМО є відкритою і загальнодоступною, за винятком віднесеної законодавством України до конфіденційної та таємної.

Інформація щодо потенційного впливу ГМО на здоров'я людини та навколишнє природне середовище не може розглядатися як конфіденційна та таємна.

Стаття 21. Міжнародне співробітництво.

Україна укладає міжнародні договори, бере участь у міжнародному обміні інформацією з метою подальшого розвитку і зміцнення міжнародного співробітництва в галузі біологічної та генетичної безпеки при здійсненні генетично-інженерної діяльності та поводженні з ГМО відповідно до чинного законодавства.

Стаття 22. Прикінцеві положення.

Цей Закон набирає чинності з дня його опублікування.

Кабінету Міністрів України:

підготувати та подати на розгляд Верховної Ради України пропозиції щодо внесення змін до законів України у зв'язку з прийняттям цього Закону;

привести свої нормативно-правові акти у відповідність із цим Законом;

забезпечити перегляд і скасування міністерствами, іншими центральними органами виконавчої влади їх нормативно-правових актів, що суперечать цьому Закону.

Президент України

В. ЮЩЕНКО

м. Київ, 31 травня 2007 року

№ 1103-V

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

від 13 травня 2009 р. № 468

Київ

**Про затвердження Порядку
етикетування харчових продуктів,
які містять генетично модифіковані організми
або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг**

{Із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ
№ 661 (661-2009-п) від 01.07.2009
№ 1408 (1408-2011-п) від 26.12.2011}

Відповідно до статті 20 Закону України «Про Кабінет Міністрів України» (279-17), статті 15 Закону України «Про захист прав споживачів» (1023-12) та статті 7 Закону України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» (1103-16) і статті 38 Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (771/97-ВР) Кабінет Міністрів України п о с т а н о в л я є:

{Вступна частина постанови із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 661 (661-2009-п) від 01.07.2009}.

1. Затвердити Порядок етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг, що додається.

2. Ця постанова набирає чинності з 1 липня 2009 року.

Прем'єр-міністр України Ю.ТИМОШЕНКО

Інд. 33

ЗАТВЕРДЖЕНО
постановою Кабінету Міністрів України
від 13 травня 2009 р. № 468

ПОРЯДОК
етикетування харчових продуктів,
які містять генетично модифіковані організми
або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг

1. Цей Порядок визначає вимоги щодо етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг в Україні.

2. У цьому Порядку терміни вживаються у такому значенні:

харчовий продукт, який містить генетично модифіковані організми – це такий харчовий продукт, який повністю або окремі його складники містять генетично модифіковані організми, вміст яких становить понад 0,9 відсотка; {Абзац другий пункту 2 із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 661 (661-2009-п) від 01.07.2009}

харчовий продукт, вироблений з використанням генетично модифікованих організмів – це такий харчовий продукт, який не містить генетично модифікованих організмів, але повністю або частково вироблений з використанням сільськогосподарської продукції, вміст генетично модифікованих організмів в якій становив понад 0,9 відсотка. {Абзац третій пункту 2 із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 661 (661-2009-п) від 01.07.2009}

Інші терміни вживаються у значенні, наведеному в Законах України «Про захист прав споживачів» (1023-12), «Про безпечність та якість харчових продуктів» (771/97-ВР), «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» (1103-16).

3. Етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми обсягом понад 0,9 відсотка або вироблені із сільськогосподарської продукції, вміст генетично модифікованих організмів у якій становить понад 0,9 відсотка, повинне проводитися їх виробником (постачальником) із зазначенням відповідної інформації.

У переліку складників харчового продукту після найменування кожного з тих, що містять генетично модифіковані організми чи вироблені з їх використанням, у дужках виконується напис «(генетично модифікований)», «(містить генетично модифікований організм)» або «(вироблений з генетично модифікованого організму)» із зазначенням найменування організму або до кожного такого складника робиться відповідна виноска. Напис виконується таким самим шрифтом, що і перелік складників.

Для харчових продуктів, що містять один складник, напис «(генетично модифікований)», «(містить генетично модифікований організм)» або «(вироблений з генетично модифікованого організму)» із зазначенням найменування організму виконується на етикетці шрифтом розміру не менш як 2 міліметри.

{Пункт 3 Порядку в редакції Постанови КМ № 661 (661-2009-п) від 01.07.2009}.

4. Етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням і реалізуються без упаковки або з упаковкою, найбільша площа поверхні якої становить менш як 10 кв. сантиметрів, здійснюється продавцем шляхом проставлення відповідної позначки згідно з пунктом 3 цього Порядку на ярликах поряд з назвою харчового продукту або на пакувальному матеріалі шрифтом розміру не менш як 2 міліметри.

{Пункт 4 Порядку із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 661 (661-2009-п) від 01.07.2009}.

5. Етикетування харчових продуктів, які не містять генетично модифіковані організми або вміст яких становить менш як 0,1 відсотка, може бути здійснено добровільно з виконанням напису «Без ГМО».

{Пункт 5 Порядку із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 661 (661-2009-п) від 01.07.2009, № 1408 (1408-2011-п) від 26.12.2011}.

6. Харчові продукти, які містять генетично модифіковані організми обсягом понад 0,9 відсотка або вироблені із сільськогосподарської продукції, вміст генетично модифікованих організмів у якій становить понад 0,9 відсотка, на яких не виконано відповідний напис згідно з цим Порядком, підлягають вилученню з обігу.

{Пункт 6 Порядку в редакції Постанови КМ № 661 (661-2009-п) від 01.07.2009}.

КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ

ПОСТАНОВА

від 18 лютого 2009 р. № 114

Київ

Про затвердження Порядку державної реєстрації генетично модифікованих організмів джерел харчових продуктів, а також харчових продуктів, косметичних та лікарських засобів, які містять такі організми або отримані з їх використанням

Кабінет Міністрів України п о с т а н о в л я є:

1. Затвердити Порядок державної реєстрації генетично модифікованих організмів джерел харчових продуктів, а також харчових продуктів, косметичних та лікарських засобів, які містять такі організми або отримані з їх використанням (додається).
2. Ця постанова набирає чинності з 1 червня 2009 року.

Прем'єр-міністр України
Інд. 28

Ю.ТИМОШЕНКО

ЗАТВЕРДЖЕНО

постановою Кабінету Міністрів України

від 18 лютого 2009 р. N 114

ПОРЯДОК

державної реєстрації генетично модифікованих організмів джерел харчових продуктів, а також харчових продуктів, косметичних та лікарських засобів, які містять такі організми або отримані з їх використанням

1. Цей Порядок визначає процедуру державної реєстрації генетично модифікованих організмів джерел харчових продуктів, а також харчових продуктів, косметичних та лікарських засобів, які містять такі організми або отримані з їх використанням (далі – продукція).

2. У цьому Порядку терміни вживаються у значенні, наведеному у Законі України «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів» (1103-16).

3. Державну реєстрацію продукції проводить МОЗ.

4. Для державної реєстрації продукції юридична або фізична особа (далі – заявник) подає до МОЗ заяву, в якій зазначається:

загальноприйнята назва продукції;

торговельне найменування генетично модифікованих організмів мовою держави виробника, англійською та українською мовами;

призначення, види і способи застосування продукції;

найменування/прізвище, ім'я та по батькові заявника із зазначенням місцезнаходження, місця проживання, телефону, телефаксу і електронної адреси; для іноземного заявника, крім того, – реєстраційного номера, для вітчизняного – коду згідно з ЄДРПОУ;

найменування/прізвище, ім'я та по батькові виробника продукції із зазначенням місцезнаходження, місця проживання, телефону, телефаксу і електронної адреси; для іноземного виробника, крім того, – реєстраційного номера, для вітчизняного – коду згідно з ЄДРПОУ.

До заяви додаються:

висновок державної санітарно-епідеміологічної, а у разі, коли продукція містить генетично модифіковані організми або їх частини, здатні до самовідтворення або передачі спадкових факторів, також державної екологічної експертизи;

відомості про результати експертизи реєстраційних матеріалів (реєстраційного досьє) на лікарський засіб та контролю його якості, проведених у визначеному МОЗ порядку.

Відповідальність за достовірність зазначених документів несе заявник.

Заборонено вимагати від заявника документи, не передбачені цим пунктом.

У разі неналежного оформлення документів або подання їх не у повному обсязі МОЗ відмовляє у прийнятті документів, про що у письмовій

формі повідомляє заявникові в десятиденний строк після їх надходження із зазначенням конкретної причини відмови.

Заявник може повторно подати належним чином оформлені документи.

5. Підставою для відмови у державній реєстрації продукції є:

негативні висновки державної екологічної та/або санітарно-епідеміологічної експертизи продукції;

негативні результати експертизи реєстраційних матеріалів (реєстраційного досьє) на лікарський засіб та контролю його якості;

надходження науково обґрунтованої інформації щодо небезпеки продукції для здоров'я людини або навколишнього природного середовища у разі використання за цільовим призначенням.

Строк розгляду документів, поданих для державної реєстрації, не повинен перевищувати 120 днів з дати їх надходження, включаючи строк проведення державної екологічної та/або санітарно-епідеміологічної експертизи.

6. Державна реєстрація проводиться безоплатно на п'ятирічний строк шляхом внесення продукції до Державного реєстру генетично модифікованих організмів джерел харчових продуктів, а також харчових продуктів, косметичних та лікарських засобів, які містять генетично модифіковані організми або отримані з їх використанням (далі – Реєстр).

Перереєстрація продукції проводиться у порядку, встановленому для реєстрації.

7. Інформація, яка міститься в документах, що подаються для державної реєстрації продукції, є конфіденційною і не може бути розголошена чи використана в інтересах третьої сторони без згоди заявника.

8. Реєстр ведеться за формою, затвердженою МОЗ.

9. Інформація, що міститься в Реєстрі, розміщується на офіційному веб-сайті МОЗ, систематично публікується в засобах масової інформації та надається безоплатно на запит юридичних і фізичних осіб.

10. У разі виявлення під час здійснення державного екологічного та/або санітарно-епідеміологічного нагляду і контролю або проведення

передбаченого законом моніторингу раніше невідомих властивостей продукції, небезпечних для здоров'я людини та/або для біологічних об'єктів природного середовища, МОЗ і Мінприроди приймають протягом 10 днів у межах своїх повноважень рішення про призначення повторної державної екологічної та/або санітарно-епідеміологічної експертизи продукції. Таке рішення також приймається у разі надходження інформації, зазначеної в абзаці четвертому пункту 5 цього Порядку.

Якщо оформлено негативний висновок повторної експертизи, МОЗ приймає рішення про скасування державної реєстрації продукції та виключення її з Реєстру, про що у десятиденний строк повідомляє у письмовій формі заявникові.

Зазначене рішення може бути оскаржено в установленому порядку.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ТЕМА: ТЕХНОЛОГІЧНА БІОЕНЕРГЕТИКА

Мета: ознайомитися з особливостями отримання етанолу та біогазу біологічними шляхами.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1. БІОМЕТАНОГЕНЕЗ

Біометаногенез, або метанове «бродіння» – процес перетворення біомаси в енергію. Біогаз являє собою суміш з 65-75% метану і 20-35% вуглекислоти, а також незначних кількостей сірководню, азоту, водню. Неочищений біогаз використовують у побуті для обігріву помешкань і приготування їжі, а також застосовують в якості палива в стаціонарних установках, що виробляють електроенергію. Такий газ можна транспортувати і використовувати (після попереднього очищення) в якості пального для двигунів внутрішнього згорання. Очищений біогаз аналогічний природному газу.

Деструкцію органічної маси та утворення кислот викликає асоціація облигатних та факультативних анаеробних організмів: *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Streptococcaceae*, *Clostridium*.

Активну роль у деструкції органічної маси відіграють целюлозоруйнуючі мікроорганізми, так як рослинні біомаси, що залучаємо до процесу біометаногенезу, характеризуються високим вмістом целюлози. У перетворенні органічних кислот в оцтову істотну роль відіграють *ацетогени* – спеціалізована група анаеробних бактерій.

Головними у метановому синтезі є власне метаноутворюючі бактерії (архебактерії). Субстратами для реалізації цих реакцій є водень і вуглекислота, а також окис вуглецю і вода, мурашина кислота, метанол та ін.

У процесах метаногенезу можна переробити найрізноманітнішу сировину – різну рослинну біомасу, включаючи відходи деревини та неїстівні частини сільськогосподарських рослин, відходи переробної промис-

ловості, спеціально вирощені культури (водяний гіацинт, гігантські бурі водорості).

У практичних цілях для отримання біогазу використовуються особливі водонепроникні цистерни (дайджестери), в яких бродіння біомаси відбувається при нейтральних рН (проти закислення використовується вапно) і при температурах вище +40 °С (а іноді, при роботі високопродуктивних штамів бактерій – при 50-60 °С). Зазвичай в цих умовах навіть без застосування особливих бактерій тривалість переробки гною великої рогатої худоби становить 2-4 тижні, рідкі ж відходи свиней зброджують за 10 днів.

2. ОТРИМАННЯ СПИРТУ

Етиловий спирт є прекрасним екологічно чистим паливом для двигунів внутрішнього згоряння. Заміна дефіцитного бензину іншими видами пального є актуальною проблемою сьогодення. Особливо гостро питання стоїть в країнах Америки та Західної Європи. Використання чистого етанолу або в суміші з бензином (газохол) істотно знижує забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами, так як при згорянні етанолу утворюються тільки вуглекислота і вода.

Сировиною для процесів спиртового бродіння можуть бути різноманітні біомаси, включаючи кромальвмісні (зерно, картопля), цукровмісні матеріали (меляса, відходи деревопереробної промисловості), а також біомаса спеціально вирощених прісноводних і морських рослин і водоростей.

Процес складається з декількох стадій, що включають підготовку сировини, процес бродіння, відгін і очищення спирту, денатурацію, переробку кубових залишків.

Етиловий спирт зазвичай отримують з гексоз в процесах бродіння, що викликаються бактеріями (*Zyotomonas mobilis*, *Z. anaerobica*, *Sarcina ventriculi*), клостридії (*Clostridium thermocellum*) і дріжджами (*Saccharomyces cerevisiae*).

Для заміни бензину як пального використовувався чистий (99%) етанол, обводнений етанол (94%), суміш його з бензином: бензо-етанол (етанол 20% і 80% бензину), газохол (6-9 частин бензину і 1 частина спирту). Остання суміш пропонувалася на 800 станціях обслуговування США.

В даний час розроблені види і штами мікроорганізмів, що працюють при температурі 65-75 °С, за допомогою яких можна отримати етиловий спирт та інші продукти практично з усіх видів органічних відходів сільськогосподарства, лісової промисловості, цукрових заводів. Зараз ведеться робота зі зниження енерговитрат при отриманні етанолу – найбільш екологічно чистого виду палива.

Робота №1. Метод отримання етанолу з продуктів рослинництва.

Матеріали та обладнання:

- 1) бутель для зброджування продуктів, що містять вуглеводи, з пробкою і відвідною трубкою;
- 2) склянка;
- 3) круглодонна колба;
- 4) шліфи;
- 5) скляний спіралевидний охолоджувач;
- 6) приймальна колба;
- 7) лійка;
- 8) піщана лазня;
- 9) електроплитка із закритою спіраллю;
- 10) терка;
- 11) марля;
- 12) випарна чашка;
- 13) цукрові буряки, картопля, цукор, дріжджі.

Заздалегідь готують закваску з дріжджів і невеликої кількості цукру і борошна. Можна використовувати «дикі дріжджі», які містяться на немитих ягодах (особливо на винограді).

Хід роботи

1 спосіб.

Очищений цукровий буряк подрібнюють на тертці. Через подвійний шар марлі вичавлюють сік, який наливають в бутель на 2/3 її місткості, додають закваску із дріжджів і щільно закривають пробкою з відвідною трубкою (процес анаеробний), кінець якої опускають у склянку з водою (рис. 1). Вся система ставиться в тепле місце (краще при температурі 36-

40 °С). Зброджування починається через кілька годин, про що свідчить утворення піни і бульбашків газу, що надходять в склянку з водою. Посудину з піною два-три рази перемішують. Припинення виділення піни і вуглекислого газу свідчить про закінчення процесу бродіння. Дріжджі при цьому осідають на дно, рідина світлішає.

2 спосіб.

Беруть 150 г цукру і 100 г очищеного і подрібненої на тертці картоплі, 10 г дріжджів. Все розводять в 1 л води з температурою 36-37 °С і поміщають в закриту пляшку з відвідною трубкою, як і в попередньому досліді.

Перегонка.

Після закінчення зброджування через сифон (можна використовувати гумову трубку) рідину переливають в круглодонну колбу без перемішування осаду; колбу наповнюють на 1/2-2/3 ємності.

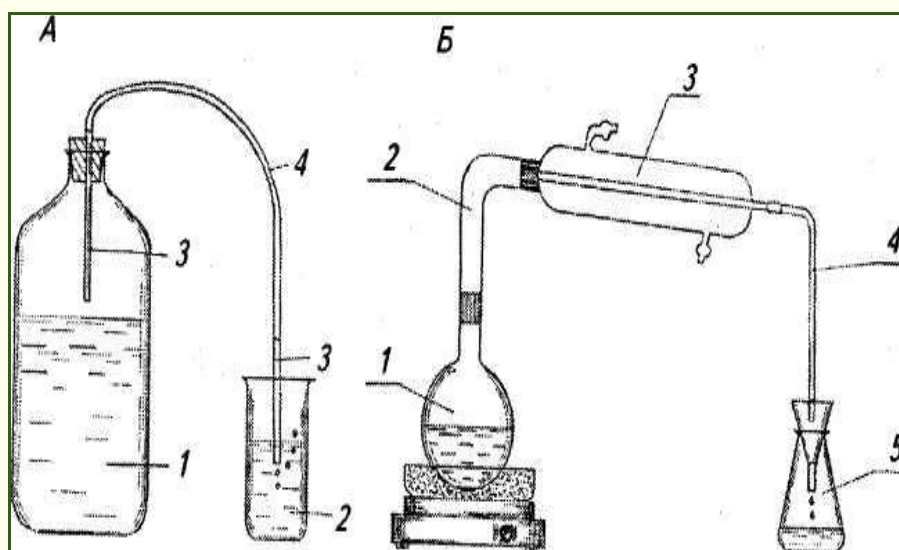


Рис. 1. *Схема отримання етанолу: А – бродіння соку з продуктів (цукрового буряка, картоплі тощо): 1 – сік, 2 – вода, 3 – скляна трубка, 4 – резиновий шланг; Б – перегонка спирту з перебродившого соку: 1 – колба з соком, 2 – скляний перехідник зі шліфом, 3 – охолоджувач з відводом води, 4 – скляна трубка, 5 – колба-приймач етанолу*

Колбу ставлять на піщану баню електроплитки із закритою спіраллю. До колби через шліфи приєднують охолоджувач, в сорочці якого циркулює холодна вода для конденсації парів спирту, краплі якого капують в приймальну колбу з лійкою. Остання запобігає випаровуванню спирту з колби (рис. 1). Після того, як набереться невелика кількість спирту, його виливають у випарну чашку. Спирт виявляється органолеп-

тично – за запахом, на смак і за характерним блакитним горінням після його підпалювання у випарній чашці.

Для очищення отриманого етанолу від домішок (інші типи спиртів, сивушні масла) в нього додають активоване вугілля марки БАУ (березове активоване вугілля) і витримують кілька діб, після чого фільтрують через подвійний складчастий фільтр. Вугілля легко отримати шляхом спалювання березових дров. Розпечені вугілля перекладають щипцями в чавунну ємність, де охолоджують без доступу повітря. Потім вугілля подрібнюють до розміру 2-5 мм.

Робота № 2. Отримання біогазу з органічних залишків.

Матеріали та обладнання:

- 1) колба на 750-1000 мл або пластмасова бутель;
- 2) пробка гумова з вивідною скляною трубкою;
- 3) гумова трубка зі скляним перехідником з діаметром, відповідним посудині для збору газу;
- 4) гумовий балон (можна застосувати розтягнуту камеру гумової кульки);
- 5) термостат;
- 6) органічна маса, що містить багато вуглеводів: відходи цукрових буряків, картоплі, листя, відходи злаків;
- 7) високогумусний природний ґрунт.

Хід роботи

У колбу або пластмасову бутель завантажують подрібнену біомасу, кожен шар злегка присипають гумусним ґрунтом, заливають теплою відстоєною водою (без хлору) у співвідношенні 1:1 за об'ємом, що повинно відповідати загальній концентрації твердих речовин 8-11% по масі. Якщо біомаса кисла, додають трохи вапна або крейди для нейтралізації. Біомаса з водою повинна не доходити до верху колби на 5-6 см. Колбу щільно закривають гумовою пробкою з відвідною скляною трубкою, кінець якої в колбі розташовується над водою (для виходу газу). До скляної трубки приєднують гумову, яка через скляний перехідник з'єднується з м'яким балоном для приймання газу (рис. 2). Герметичність всіх з'єднань і пробки з колбою забезпечується пластмасовою ізоляцією. Система ставиться в термостат при +40° С.

Виділення газу простежується протягом 1-4 тижнів за наповненням гумової камери. Перші порції газу слід спустити, так як він змішаний з киснем повітря і при підпалюванні може відбутися невеликий вибух. Накопичений в гумовій камері газ (що видно за наповненням балону) ізолюють від колби лабораторним затискачем, під'єднують довгу скляну трубку і на кінці її підпалюють газ, послабивши затиск.

Вищевказаний метод отримання біогазу можна випробувати для утилізації відходів в особистих господарствах, на дачах, побудувавши дайджестер з цегли, цементу, глини і обклавши його товстим шаром чорнозему; останній сприятиме більшому нагріванню ємності та ізоляції від нічного охолодження.

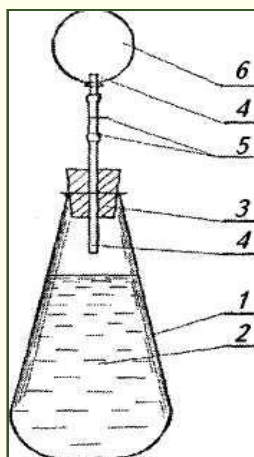


Рис. 2. Змонтована камера для отримання біогазу: 1 – колба; 2 – біомаса, залита водою; 3 – пробка; 4 – скляна трубка; 5 – гумова трубка з затискачем; 6 – розтягнутий гумовий балон для збору газу.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які групи мікроорганізмів здійснюють процес спиртового бродіння?
2. Яка тривалість циклу?
3. Яка кінцева концентрація спирту?
4. Де використовуються побічні продукти спиртового бродіння?
5. У яких природоохоронних спорудах здійснюється поховання відходів?
6. Як влаштований полігон для захоронення відходів?
7. Вкажіть газовий склад біогазу.
8. Яка сировина використовується для отримання біогазу?
9. Як здійснюється промислове виробництво біогазу? Які умови необхідні?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7-8

ТЕМА: НАНОНАУКА ТА НАНОБІОТЕХНОЛОГІЯ

Мета: з'ясувати особливості мікроклонального розмноження, його значення та переваги.

Обладнання: відеопрезентації, роздатковий матеріал.

Завдання 1. З'ясувати основні напрямки нанонауки (за допомогою додаткової літератури, Інтернет-ресурсів). Запишіть у зошит.

Завдання 2. Пригадайте і запишіть основні переваги нанопрепаратів, що використовуються в медицині перед традиційними.

Завдання 3. За допомогою Інтернет джерел підготуйте відео презентації на тему:

1. Використання бактерій в нанотехнологіях.
2. Нанотехнології на основі вірусів.
3. Наноконструкції на основі ДНК та білків.
4. Застосування нанобіотехнологій в медицині.
5. Проблема безпеки наноматеріалів і нанотехнологій.
6. Функціональне призначення наноструктур стопи гекону.
7. Надгідрофобні поверхні та «лотос-ефект».
8. Структура та функціонування молекулярних наномоторів.
9. Фотонні наноструктури: розповсюдженість у природі та застосування у нанобіології.
10. Нанобіологія та біоміметика у остеології, ортопедії й стоматології.
11. Використання іонних каналів у нанобіології.
12. Магнітні наночастинки у біологічних системах.
13. Природні гібридні нанокомпозити та біоміметика.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке нанонаука, нанобіотехнологія?
2. Назвіть основні напрямки нанонауки.
3. Пригадайте історію виникення нанотехнологій.
4. Які основні види синтетичних наноматеріалів ви знаєте?
5. Які переваги нанопрепаратів, що розробляються в наномедицині перед традиційними?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біотехнологія: підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; під заг. ред. В.Г. Герасименка. Київ: Фірма «ІНКОС», 2006. 647 с.
2. Влізло В.В., Іскра Р.Я., Федорук Р.С. Нанобіотехнології. сучасність та перспективи розвитку. *Біологія тварин*. 2015. Вип. 7 (4). С. 18-29.
3. Гаркава К.Г., Косоголова Л.О., Карпов О.В., Ястремська Л.С. Біотехнологія. Вступ до фаху : навч. посіб. 2-е вид., стер. Київ: НАУ, 2017. 296 с.
4. Завражна О.М., Пасько О.О., Салтикова А.І. Основи нанотехнологій: навчально-методичний посібник для вчителів та студентів педагогічних університетів. Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2016. 184 с.
5. Іншина Н.М. Біотехнологія. Суми: Видавництво СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2009. 171 с.
6. Каратєєва О.І., Юлевич О.І. Загальна біотехнологія: курс лекцій для здобувачів (короткого циклу) рівня вищої освіти ОПП «Біотехнології та біоінженерія» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» денної форми здобуття вищої освіти. Миколаїв: МНАУ, 2022. 107 с.
7. Мартиненко О.І. Методи молекулярної біотехнології: лабораторний практикум. Київ: Академперіодика, 2010. 232 с.
8. Молекулярна генетика та технології дослідження геному: навч. посіб. / М.І. Гиль, О.Ю. Сметана, О.І. Юлевич [та ін.]; за ред. професора М.І. Гиль. Миколаїв: МНАУ, 2014. 280 с.
9. Пирог Т.П., Антонюк М.М., Скроцька О.І., Кігель Н.Ф. Харчова біотехнологія: підручник. Київ: Ліра-К, 2016. 408 с.
10. Пляцук Л.Д., Черниш Є.Ю. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв: навчальний посібник. Суми: Сумський державний університет, 2018. 293 с.
11. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія: підручник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр Київський університет, 2008. 384 с.
12. Трохимчук І.М., Плюта Н.В., Логвиненко І.П., Сачук Р.М. Біотехнологія з основами екології: навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2019. 304 с.

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

НАВЧАЛЬНЕ ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

ГРИГОРЧУК Інна Дмитрівна,
кандидат біологічних наук, доцент кафедри
біології та екології Кам'янець-Подільського
національного університету імені Івана Огієнка

КОЛОДІЙ Валентина Анатоліївна,
кандидат біологічних наук, старший викладач
кафедри біології та екології Кам'янець-Подільського
національного університету імені Івана Огієнка

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ
ТА ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ
«БІОТЕХНОЛОГІЯ
З ОСНОВАМИ НАНОТЕХНОЛОГІЇ»**

ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

Підписано 25.04.2024. Формат 60x84/16. Гарнітура «Cambria».
Об'єм даних 1,58 Мб. Обл.-вид. арк. 3,2. Зам. № 1103.

Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300.
Свідоцтво серії ДК № 3382 від 05.02.2009 р.

Виготовлено в Кам'янець-Подільському національному
університеті імені Івана Огієнка,
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300.