

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«СУЧАСНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ В АГРОСФЕРІ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
ЗА НАПРЯМОМ 6.051401 – «БІОТЕХНОЛОГІЯ»

КРЕМЕНЧУК 2017

Методичні вказівки щодо практичних занять з навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в агросфері» для студентів денної форми навчання за напрямом 6.051401 – «Біотехнологія»

Укладачі к. т. н., ст. викл. О. А. Сакун

к. т. н., доц. А.В. Пасенко

Рецензент д. б. н., проф. В. В. Никифоров

Кафедра біотехнології і здоров'я людини

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол №__ від_____ 2017 р.

Голова методичної ради

проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Перелік практичних занять.....	6
Практичне заняття № 1 Інокуляція (біологічні добрива). Біотехнології керування процесом азотфіксації.....	6
Практичне заняття № 2 Нітрати та зменшення їх негативного впливу	10
Практичне заняття № 3 Вермикомпостування	13
Практичні заняття № 4, 5 Біотехнологія в рослинництві	23
Практичне заняття № 6 Технології племінної справи	
Практичне заняття № 7 Біотехнологія кормових білків для сільськогосподарських тварин.....	
Практичне заняття № 8 Вплив агробіотехнологій на здоров'я людини	
2 Критерії оцінювання знань студентів.....	30
Список літератури.....	32

ВСТУП

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в агросфері» є біоагенти, біопроцеси й інші складові біологічних технологій, які застосовують при виробництві продукції рослинницької і тваринницької галузей.

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в агросфері» є ознайомлення студентів напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» з біологічними технологіями, що використовують для вирішення прикладних завдань у рослинницькій і тваринницькій галузях.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Сучасні біотехнології в агросфері» є:

- отримання знань щодо основних біотехнологій в агросфері;
- ознайомлення зі складовими сільськогосподарських біотехнологій: біооб'єктом, субстратом, продуктом, процесами й обладнанням;
- ознайомлення студентів з біоінженерними рішеннями у біологічних технологіях, що застосовуються у виробництві продукції рослинницької і тваринницької галузей;
- ознайомлення студентів з біотехнологіями, що застосовують у системі охорони, заходах з ліквідації забруднень і відновлення родючості ґрунтів;
- формування у студентів теоретичної бази професійної підготовки щодо вільного орієнтування у вирішенні практичних задач в агросфері із застосуванням біологічних технологій;
- формування у студентів наукового практичного світогляду, аналітичного мислення, які сприятимуть вирішенню глобальних проблем сьогодення: екологічних, енергетичних, продовольчих і охорони здоров'я людини шляхом впровадження новітніх біотехнологічних процесів.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- теоретичні основи біотехнологій з виробництва сільськогосподарської продукції;
- прикладні аспекти біоінженерії у сільському господарстві;
- основні принципи, способи та засоби культивування *in vitro* у біотехнологіях при виробництві сільськогосподарської продукції;
- методологічні основи селекції, мутагенезу та добору у рослинництві;
- особливості біотехнологій тваринницької галузі, ветеринарної медицини;
- складові біотехнологій виробництва кормових препаратів;
- аспекти біоенергетики та продукційного процесу в агробіотехнологіях;
- біологічні технології в агрохімії, землеробстві.
- основи біобезпеки сільськогосподарського виробництва.

вміти:

- використовувати теоретичні знання при реалізації біологічних технологій в сільському господарстві;
- проводити аналіз і прогнозувати перебіг біотехнологічного процесу та наслідки його реалізації в агросфері;
- застосовувати при вирішенні прикладних завдань методологічну базу з генетики, мікробіології, біоінженерії та ін.;
- моделювати та впроваджувати біотехнологічні рішення в агросфері.

1 ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття № 1

Тема. Інокуляція (біологічні добрива). Біотехнології керування процесом азотфіксації

Мета: ознайомитися з особливостями біотехнології процесів азотфіксації, інокуляції.

Навчальні елементи: нітроген аза, інтенсифікація природної азотфіксації, метод інокуляції насіння, ризоторфін, фосфобактерін.

Короткі теоретичні відомості

Підвищення врожаю сільськогосподарських рослин досягається зараз культивуванням сортів інтенсивного типу, які вимагають підвищених доз азотних добрив. Але одержання добрив дуже енергоємкий процес, що проблематично для України; небажані також екологічні наслідки, це:

1) рослини засвоюють 40 – 50% добрив, решта потрапляє у водойми, ґрунт, а далі в рослини і т.д.;

2) газоподібні втрати при виробництві азотних добрив – оксиди азоту в атмосфері, теж негативно відбиваються на здоров'ї людей, впливають на озоновий шар, кислотні дощі, які сприяють розчиненню солей важких металів (Cd) і накопичення їх в рослинах;

3) зв'язаний азот подавляє фіксацію атмосферного азоту.

Єдиним виходом із ситуації, що склалася є інтенсифікація природної азотфіксації.

У наш час встановлено три шляхи біологічної фіксації азоту в ґрунті:

1) симбіотичними мікроорганізмами бобових (бульбочкові бактерії *Rhizobium*);

2) вільно проживаючими ґрунтовими мікроорганізмами (ціанобактерії);

3) не бобовими рослинами за рахунок несимбіотичних асоціативних зв'язків з ризосферними бактеріями (*Azotobacter*).

Вивчена нітрогеназа – фермент, який відповідає за фіксацію *N*. Його структура у всіх організмах однакова. Об'єктом генетичних досліджень цього процесу стала клебсієла пневмонійна (*Klebsiella pneumoniae*). У 1981 р. встановлено, що за фіксацію *N* відповідають 17 генів, які були введені в плазміди не лише бактерій цього ж виду, але і тих видів бактерій, серед яких не знайдено фіксування нітрогену. Поставлене завдання – введення генів азотфіксації в протопласти рослин. Створення таких рослин переверне сільське господарство. Але це складне завдання порушення метаболізму.

Тому зараз обрано інший шлях створення нових бактерій – симбіонтів зернових, соняшника та ін. Серед можливих партнерів створення асоціацій з вищими рослинами виділяють групу ціанобактерій (індуковано злиття інтактних клітин *Anabaena variabilis* і протопластів тютюну).

Бобові культури і фіксація азоту при симбіозі

Бобові здатні фіксувати азот атмосфери в корневих бульбочках за участю бактерій з роду *Rhizobium* і таким чином забезпечувати себе повністю азотом при інших сприятливих умовах.

Але необхідний штам не завжди присутній в тому місці де планується вирощувати дану культуру, в такому разі його доводиться вносити в ґрунт. Як тільки стала ясна роль симбіозу бактерій роду *Rhizobium*, були розроблені способи внесення цих бактерій в ґрунт, що замінює внесення мінеральних добрив. Вирощування бобових із застосуванням методу інокуляції насіння нерідко використовується для боротьби з наступаючою пустиннею, полегшує боротьбу з ерозією ґрунту, зменшує перенос ґрунту вітром і дозволяє з успіхом відновлювати виснажені землі. Тому завдання біотехнології – створення препаратів, фіксуючих атмосферний азот.

Інокуляція бактерій *Rhizobium*

Найбільш простий спосіб в минулому (кінець XIX ст.) – використання землі (100 – 100 кг на 1 га) з полів де росла бобова культура. Недоліком методу є трудоємкість; можливість розповсюдження хвороб рослин. Потім був розроблений метод прямої інокуляції насіння. Спочатку застосовувався

подрібнений ґрунт (0,5 кг на 1 кг насіння), а потім стали використовувати чисті культури бактерій.

Ще у 1896 р. випускалось 17 варіантів комерційної культури «Nitragin» для інокуляції різних бобових. Суть методу полягає в тому що на насіння наносять клітини *Rhizobium*, які відповідають рослині-хазяїну.

Вирощені в колбах на агаровому середовищі з маннітолом і дріжджовим екстрактом мікроорганізми потім знімали з поверхні (косяка) і робили суспензію з молока + $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Суміш виливали на купу зерна, перемішували. Бактерії прилипали, плівка молока частково їх захищала. Але такі культури швидко гинули. Насіння іноді необхідно обробляти пестицидами (фунгіцидами), а деякі з них згубні для *Rhizobium*. Крім цього в оболонці бобових містяться природні антибіотики. При висіванні в суху погоду бактерії можуть загинути до того як пройде дощ. Тож сьогодні знову говорять про інокуляцію ґрунту пористими гранулами з вологого гіпсу з різними добавками.

Сьогодні препарати на світовий ринок імпортуються з США, Австралії на торф'яній основі. Культуру вирощують в ферментері на рідкому середовищі і змішують з торфом, попередньо висушеним і подрібненим до порошку додають CaCO_3 (можуть бути стерильні і нестерильні інокуляти). Також проводять генетичні експерименти.

Випускались препарати з різними назвами: нітрагін, азотобактерін та ін. у вигляді рідини в пляшках а також сухого порошку.

Ризоторфін (технологія розроблена у 1973-1977 р.) – торф'яний інокулянт приготовлений на основі γ -стерилізованого торфу, більш ефективний, економічний у виробництві, зручний у зберіганні.

Бактерії вирощені глибинним культивуванням спочатку в колбах на качалках а потім в ферментерах 0,1 – 3 м³ (від 24 до 90 год.) Торф розмелений, нейтралізований крейдою, зволожений до 30-40%, розфасовується у поліетиленові пакети, потім стерилізується γ -випромінюванням, та інокулюється культуральною. рідиною проколом голкою і заклеюється.

Розроблена також технологія інокуляції насіння, одержання гранульованого препарату, куди входять поживні добавки, клеї, захисні речовини.

В якості бактеріального добрива використовуються також ціанобактерії на рисових полях, папороть азолла має симбіоз з ціанобактеріями (Індія, В'єтнам). У асоціативній фіксації атмосферного азоту головну роль відіграють бактерії роду азоспірил (*Azospirillum lipoferum*). Вони присутні в ендосфері коренів і здатні в асоціації з рослинами фіксувати атмосферний азот. Дослідження по інокуляції ними небобових рослин проводилося в багатьох країнах світу. В Каїрі інокульована кукурудза, засвоювала до 77 % азоту з атмосфери.

Фосфобактерін – препарат мікроорганізма *Bac. Megaterium*, що синтезує фосфатазу. Фермент розрушує в ґрунті важкодоступні для рослин фосфорні сполуки, переводить їх у легкозасвоювану форму.

Завдання до теми

Завдання 1. Охарактеризувати позитивні та негативні сторони інокуляції.

Контрольні питання

1. У чому полягає суть інокуляції?
2. Які шляхи біологічної фіксації азоту в ґрунті?

Література: [1, с. 164–169; 2, с. 84–89; 3, с. 60–80; 4, с. 82–90; 5, с. 373–388; 6, с. 24–155; 7, с. 100–380; 10, с. 100–130; 11, с. 110–140; 14; 16; 18, с. 120–220; 21, с. 70–140].

Практичне заняття № 2

Тема. Нітрати та зменшення їх негативного впливу

Мета: ознайомитися зі способами зменшення негативного впливу нітратів, навчитися визначати добову дозу надходження нітратів в організм разом з продуктами харчування і водою.

Навчальні елементи: резистентність організму, метабемоглобінемія, межа допустимої концентрації, нітрифікація, сидерати.

Короткі теоретичні відомості

Останнім часом проблема виробництва рослинницької продукції пов'язана з вмістом нітратів, що перевищує можливо допустиму норму. В Україні понад 30 % продукції мають неприпустимий їх вміст.

Основними причинами є: використання екологічно шкідливих технологій; застосування добрив у великих концентраціях; незбалансоване живлення рослин протягом вегетації; внесення азотних добрив без врахування біологічних вимог рослин; недосконалість техніки внесення азотних добрив у ґрунт. Складність проблеми нітратів у тому, що нітрати – основне джерело азотного живлення, а надлишок цих сполук призводить до важких екологічних наслідків, що впливають на стан здоров'я людини і тварин.

Основна небезпека нітратів для організму людини – виникнення метабологемії, канцерогенних новоутворень, імуно-депресивної дії, а також зниженням резистентності організму до впливу канцерогенних і мутагенних агентів. Метагемоглобінемія є результатом перетворення гемоглобіну на метабологемін, що здатний переносити кисень під впливом нітратів і нітритів, це порушення клітинних мембран і генетичного апарату.

Слід враховувати, що підвищене нагромадження нітратів у рослинах може відбуватися не тільки під впливом високих норм азотних добрив, а й на високогумусних ґрунтах, якщо існують сприятливі умови для мінералізації органічної речовини і мобілізації ґрунтового азоту, тобто якщо в поживному середовищі його надлишок.

У цьому відношенні особливу небезпеку являє нагромадження нітратів в овочевих культурах. Нині встановлена межа допустимої концентрації (МДК), при дотриманні якої не спостерігається несприятливого впливу на здоров'я, самопочуття, працездатність і гігієнічні умови життя. Нешкідлива допустима норма споживання нітратів за добу становить 3-6 мг/кг маси людини.

Хімічно нітрати є добре розчинними у воді солями азотної кислоти. В рослини вони надходять з ґрунту, наявність у якому зумовлена різними причинами.

Під впливом мікроорганізмів відбувається мінералізація гумусу внаслідок чого утворюються нітрати (нітрифікація). Друге джерело – азотні добрива: натрієва селітра – нітратний азот, сірчаноокислий амоній – амонійний азот, карбамід (сечовина) – амідний азот. Амонійний і амідний азот поступово переходить у нітратний. Нітратний азот у ґрунті рухливий і при поливі або в дощову погоду легко вимивається за межі кореневої зони.

Інтенсивність процесів синтезу азотовмісних органічних сполук залежить від ряду таких факторів:

1. Достатня кількість вуглеводів у рослинах, які утворюються в процесі фотосинтезу, що забезпечується розвинутим і не пошкодженим шкідниками листовим апаратом та достатньою кількістю світла.

2. Живлення рослин має бути збалансоване за фосфором, калієм, магнієм і мікроелементами.

3. Забезпеченість рослин вологою і оптимальною температурою.

Тому для запобігання надлишковому нагромадженню нітратів у рослинах, необхідно: регулювати кількість мінерального азоту в ґрунті з одного боку та створювати умови найбільш продуктивного використання азоту з іншого. Так затінення та дощова погода, висока температура, недостача в ґрунті фосфору та калію сприяють накопиченню нітратів.

Овочеву продукцію з низьким вмістом нітратів можна одержувати при помірному живленні азотом рослин у молодому віці, посиленому азотом у період інтенсивного росту листового апарату, головному режимі живлення азотом у період досягання качанів і коренеплодів. При цьому необхідні: комплексне використання методів листової, тканинної і ґрунтової діагностики для контролю за живленням рослин; застосування невеликих стартових норм мінеральних добрив і підживлень за даними діагностики. Обов'язково слід вирощувати овочеві культури, після найкращих попередників (однорічних і багаторічних трав), систематично вносити органічні добрива – гній і сидерати.

Вміст нітратів у бульбах картоплі значно зменшується при внесенні молібдену. При вирощуванні моркви і петрушки рекомендується розпушення

міжрядь за допомогою ротаційної мотиги на відстані не більше 7 см від рослин, за декілька днів до збирання врожаю. У столових буряків за день до збирання підрізують коріння бурякопідіймачами. Внаслідок цього обривається основна маса всмоктувального коріння, що різко зменшує надходження в рослини води і поживних речовин з ґрунту, в тому числі азоту в нітратній формі. У той же час продовжуються процеси асиміляції у листках рослин і надходження в корене-пліди вуглеводів, що сприяє перетворенню нітратів у інші азотні форми.

При перевищенні допустимого вмісту нітратів не більше як у 2 рази, продукти слід використовувати для приготування страв з багатокомпонентною рецептурою, де вони не повинні перевищувати 50 % складу або їх можна використовувати після технологічної переробки (соління, квашення, маринування).

При попередній і термічній кулінарній обробках, а також різних видах консервування (соління, квашення, маринування) кількість нітратів у рослинних продуктах суттєво знижується (на 10-80%), але при сушінні або одержанні соків вміст їх зростає в готовому продукті.

Вживання аскорбінової кислоти підвищує інтенсивність розкладання нітратів.

Завдання до теми

Завдання 1. Визначити добове споживання нітратів

Визначити добове надходження нітратів можна таким чином:

$$H_{NO_3} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot k_{ri} \cdot k_{ki} \cdot c_i, \text{ мг} \quad (2.1)$$

де m_i – маса i -го продукту, спожитого за добу, кг; n – кількість спожитих продуктів; c_i – вміст нітратів у фруктах і овочах, мг/кг (результати вимірювання чи табл. 2.1); k_{ri} – коефіцієнт їстівної частини продукту (табл. 2.1); k_{ki} – коефіцієнт втрати нітратів при кулінарній обробці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Вміст нітратів у продуктах харчування

Овочі, плоди	Коефіцієнт їстівної частини, k_{ri}	Коефіцієнт втрати нітратів при кулінарній обробці, k_{ki}	Вміст нітратів, мг/кг	
			Середній	Реальний
1	2	3	4	5
Картопля	0,72	0,5 – варена; 0,85 – жарена	108,7	5-220,9
Морква	0,8	0,7	253,2	9-334
Капуста	0,8	0,7 – свіжа 0,4 – квашена	337,7	10-1900
Буряки ст	0,8	0,7	1049,7	400-3200
Томати	0,95	0,9 – свіжі 1,5 – солоні	76,4	6,8-237
Огірки	0,93	0,9 – свіжі 0,7 – солоні	165,5	110-656,2
Баклажани	0,9	0,7	300,0	3-380
Редиска	0,8	0,9	1002,5	7,9-4838
Редька	0,85	0,9	1200,6	700-2520
Кабачки	0,9	0,7	300,0	8-240
Перець сол.	0,75	0,9	150,0	6,6-300
Цибуля	0,8	0,9	237,9 Р 381,6 П	3,8-600
Салат	0,8	0,9	2001	240-3600
Шпинат	0,74	0,9	1035	784-1122
Щавель	0,8	0,9	1820,3	7,2-2300
Кріп	0,8	0,9	1900,6	7,2-2300
Петрушка	0,8	0,9	1903	2508
Яблука	0,88	0,95	39,7	1,2-99,2
Груші	0,9	0,95	36,5	1,5-70
Виноград	0,87	0,9	35,6	1-70
Дині	0,64	0,7	83,3	35-101
Кавуни	0,6	0,65	37,9	10-300

Контрольні питання

1. Яку небезпеку несуть у собі нітрати для живих організмів?
2. Перелічіть способи зниження вмісту нітратів.

Література: [2, с. 119–124; 4, с. 200–210; 8, с. 70–90; 9; 13, с. 200–240; 15, с. 150–200; 19, с. 140–190; 20, с. 197–225; 24, с. 209–391; 32].

Практичне заняття № 3

Тема. Вермикомпостування

Мета: ознайомитися з особливостями вермикомпостування.

Навчальні елементи: біогумус, його фракції, вермикомпостування.

Короткі теоретичні відомості

Останнім часом поширюється один із нових напрямів біотехнології – вермикультивування, що полягає в промисловому розведенні деяких форм дощових черв'яків. Формування й розвиток його зумовлені можливістю вирішення на біологічній основі важливих екологічних завдань – утилізації органічних відходів, виробництва високоякісного чистого органічного добрива, підвищення родючості ґрунту, вирощування екологічно чистої продукції рослинництва, істотного обмеження забруднення навколишнього середовища та ін.

У нашій країні значну увагу приділяють використанню дощових черв'яків для переробки різних відходів (гною, пташиного посліду, соломи, листя, решток силосу, сіна, відходів харчової, м'ясної, плодоовочевої промисловості, комунального господарства). Дослідження засвідчують, що за допомогою черв'яків органічні відходи за короткий термін можна перетворити на добрива, які містять елементи живлення рослин у доступній для них формі і мають стійку до розмивної дії води зернисту структуру. Заселені черв'яками відходи швидко втрачають неприємний запах.

Вермикомпости дозрівають швидше, ніж компости, отримані традиційним способом. Вермикомпостування ґрунтується на здатності черв'яків

проковтувати часточки органічної речовини, транспортувати їх у кишкову порожнину й виділяти у вигляді копролітів.

На основі культури черв'яків виготовляють найцінніше органічне добриво – біогумус. Це грудкувата мікрогранулярна речовина коричнево-сіруватого кольору із запахом ґрунту. Біогумус містить у добре збалансованій і легкозасвоюваній формі всі необхідні для живлення рослин речовини. Середній вміст сухої органічної маси в біогумусі становить 50 %, гумусу – 18 %; його реакція сприятлива для рослин і мікроорганізмів – рН 6,8 – 7,4, загального азоту – 2,2 %, фосфору – 2,6, калію – 2,7 %. Крім того, у ньому виявлено практично всі необхідні мікроелементи й біологічно активні речовини, серед яких ферменти, ростові речовини, вітаміни, гормони, антибіотики, ауксини, гетероауксини, 18 амінокислот і корисна мікрофлора.

Біогумус різнобічно позитивно впливає на агрохімічні, фізико-механічні й біологічні властивості ґрунту. Він містить комплекс корисних речовин і тому може використовуватись для всіх сільськогосподарських культур, але особливо корисний для тих, які потребують поживних речовин у концентрованій формі, збалансованих за хімічним складом.

Якість біогумусу оцінюють за міжнародним стандартом, який ставить такі вимоги: вологість – 30–40 %; органічна речовина – 20 – 30 %; водорозчинні солі – 0,5 %; рН – 6,5–7,5; загальний азот – не менш як 1,5 %; P_2O_5 – 1,2–1,5 %; K_2O – 1,1–1,2 %; C:N – 1:5; Mg – 1 %; Ca – 4 %.

Біогумус не повинен містити речовин, які біологічно не переробляються (полімери, камінь, скло), рослин, здатних до розмноження. Допустимі параметри патогенних збудників хвороб людини в 1 г біогумусу такі: фекальний стрептокок – 10 шт., колиформ – 10 шт., сальмонела не повинна виявлятися в 20 г біогумусу.

Підсушений біогумус просіюванням розділяють на три фракції: 1) дуже дрібна – гранули до 1 мм; 2) дрібна – до 2 мм; 3) добірна – до 3 мм.

За чутливістю до біогумусу рослини поділяють на:

1) високочутливі – багаті на вуглеводи (картопля, морква, кормові, цукрові і столові буряки, плодові культури), при внесенні біогумусу приріст їх урожаю досягає 35 % і більше;

2) добре чутливі (озима та яра пшениця, жито, ячмінь, овес, рис, просо, гречка, кукурудза на зерно, сорго), які на біогумус реагують досить добре, приріст урожаю становить 25 % і більше;

3) середньочутливі – бобові культури (горох, кормові боби, нут, соя, сочевиця), а також буркун, люцерна, еспарцет та ін., які задовільно реагують на біогумус і забезпечують приріст урожаю до 15 %;

4) слабкочутливі – олійні та ефіроолійні культури (соняшник, ріпак, гірчиця, коріандр та ін.), які слабо реагують на біогумус.

Дози внесення біогумусу залежать від вмісту гумусу, елементів живлення в ґрунті, у вермикомпості та від виду сільськогосподарських культур. Оптимальними дозами є 3 – 3,5 т/га біогумусу за розкидного способу внесення і 250 – 300 кг/га – за локального. Максимальна доза – 4 т/га.

Вірмібурти (рис. 3.1, а) – одна з найпоширеніших технологій вермикомпостування. Переваги: низькі капітальні витрати, просте управління. Недоліки: значні трудовитрати, потрібні великі площі, повільна переробка відходів, істотні втрати поживних речовин від вилуговування і випаровування, труднощі збору вермикомпосту (біогумусу) без черв'яків, сезонність виробництва.

Контейнерна система (рис. 3.1, б) – існують малі і великі контейнерні системи. Переваги: потрібно відносно невеликі простори. Недоліки: значні матеріальні витрати, труднощі в підтримці вологості, значні трудовитрати, збір вермикомпосту (біогумусу) утруднений – потрібно сепарування, з практичної точки зору виробляти вермикомпост (біогумус) в промислових масштабах не доцільно.

Реактори безперервної дії (буртового типу) (рис. 3.1, в) – одна з кращих систем виробництва біогумусу (вермикомпосту). Переваги: низькі трудовитрати, відносно малі площі, легкість збору вермикомпосту без черв'яків.

Недоліки: потрібно кваліфіковану працю, часті поломки, великі капітальні витрати, потрібно грамотне управління і часте технічне обслуговування.



Рис. 3.1 – Вермикомпостери: а – вірмібурти; б – контейнерна система; в – реактори безперервної дії; г – вермикоспостер промисловий; д – вермикультиватор нового типу; е – домашні вермикомпостери.

Вермикомпостер промисловий (рис. 3.1, г) – патент США US 6 223 687, Windle Harry N., 2001. Переваги: низькі трудовитрати, малий простір, втрати поживних речовин мінімальні, легкість збору вермикомпосту (біогумусу). Недоліки: висока ціна, високого рівня кваліфікація персоналу, приватні поломки, потрібно грамотне управління і постійне дороге технічне обслуговування.

Вермикультиватор нового типу (рис. 3.1, д) – перша Українська верміферма нового типу (вертикальний бурт). Переваги: низькі трудовитрати, малий простір, втрати поживних речовин мінімальні, легкість збору вермикомпосту (біогумусу) і простота обслуговування, відносно невисока ціна, немає необхідності просувувати вермикомпост (біогумус), можливість

одночасно отримувати і рідкі добрива. Недоліки: потрібна робота кваліфікованих робітників.

Домашні вермикомпостери (рис. 3.1, е) – призначені для переробки кухонних відходів, бувають різного дизайну і розміру – від простого ящика до багатоярусного контейнера. В Європі вермикомпостери такого типу часто використовуються в шкільних проєктах, в Австралії дуже популярні вермикомпостуючі туалети, які встановлюються і використовуються в міських парках. Переваги: переробляють значну кількість органічних відходів, корисний освітній інструмент, виробляють високоякісні органічні добрива для рослин, поліпшення ґрунтів, усувають запах від харчових відходів. Недоліки: потрібно обережне і правильне управління, ризики появи мух.

Завдання до теми

Завдання 1. Заповнити таблицю:

Технологія вермикультивування	Суть методу	Позитивні сторони	Негативні сторони

Контрольні питання

1. Якими властивостями має володіти біогумус згідно з міжнародними стандартами?
2. У чому полягає суть вермикомпостування?

Література: [1, с. 132–150; 2, с. 127–168; 5, с. 50–79; 7, с. 188–240; 12, с. 230–240; 17, с. 100–120; 22, с. 150–189; 25; 28, с. 207–263; 31].

Практичні заняття № 4, 5

Тема. Біотехнології в рослинництві

Мета: ознайомитись з основними біотехнологіями в рослинництві, розвивати навички біологічного захисту рослин.

Навчальні елементи: вірулентність, бактеріальні препарати, ентобактерин, дендробацилін, інсектин, бітоксидацилін, турингін, омелін, вірусні препарати, антибіотики для рослин, трихотецин, тріходермін.

Короткі теоретичні відомості

Біологічний захист рослин поняття багатогранне. Воно включає як засоби профілактики, попередження можливості зараження так і засоби активної боротьби з шкідниками і збудниками хвороб.

Перша група засобів включає:

по-перше, селекцію і генетику рослин, тобто відбір і виведення сортів рослин стійких проти шкідників і хвороб;

по-друге, прийоми агротехніки, які створюють умови несприятливі для живлення, життя і розмноження небезпечних видів шкідників. Але вакансії в природі не залишаються вільними знайдеться шкідник або збудник хвороби, який швидко пристосується до даних умов.

З кінця XIX ст. на основі відкриття ідей Пастера і Мечнікова почали розробляти наукові методи боротьби з шкідниками за допомогою їх природних паразитів і хижаків. Це:

- 1) бактерії, гриби і віруси, які викликають хвороби і загибель шкідливих видів комах, гризунів і мікроорганізмів;
- 2) хижі птахи, комахи, жаби, павуки (всі хто живиться шкідниками);
- 3) паразити шкідливих комах, вони живляться соками тіла, тканиною і перевареною їжею своїх хазяїв, в організм яких вони проникли.

Так зараз діють автоматизовані лінії промислового виробництва яйцеїда трихограми і всеїдного хижака (комахи) тризопи. У чому полягає роль мікробіологічної промисловості? Мікробіологи відбирають з багатьох знайдених в природних умовах патогенних (хвороботворних) мікроорганізмів найбільш активних; якщо необхідно методами селекції і генетики підсилюють їх вірулентність (зловредність) і організують їх розмноження в промислових масштабах.

Але існують складнощі: по-перше – необхідно вивести активний штам мікроорганізма, не змінюючи властивостей в умовах виробництва і також природних ворогів – фагів; по-друге – розробити технологію згідно

«індивідуальних потреб»; по-третє – сконструювати високопродуктивне обладнання.

Але екологічні проблеми потребують цих затрат. Адже мікробіологічні засоби нешкідливі для рослин, людей, тварин, вони діють вузько направлено, на відміну від хімічних (ДДТ). Друга суттєва перевага: мікробіологічні препарати на відміну від хімічних не сприяють, а перешкоджають подальшому відбору фізіологічно стійких і плодовитих ворогів врожаю (до хімії вони пристосовуються). Їх можна застосовувати з високою ефективністю з невеликою (в 5-10 р. меншою) дозою отрутохімікату. Вони нешкідливі для інших захисників врожаю (хижих комах і т.д.).

Препарати – смерть ворогам врожаю. З часу коли Мечников відкрив гриб – зелену мюскардину, який викликає хворобу і загибель личинок хлібного жука – кузьки вже минуло понад 100 р. Його учень І.М. Красилищик вперше використав мікроба – збудника зеленої мюскардини для боротьби з буряковим довгоносиком в польових умовах.

Більша частина бактеріальних препаратів, що виготовляються у нас і за кордоном має в свої основі спорові бактерії вперше виявлені Пастером. Вся ця група носить назву *Bacillus Thuringiensis*, відкритої потім в Тюрингії. Їх структура: в одному кінці клітини – палички утворюється спора покрита товстою оболонкою, в іншому кінці – кристал де сконцентровані токсичні (отруйні) речовини створені клітиною. Саме в кишечнику комахи (гусені) під дією ферментів з спори під тиском «вистрелюється» полярна нитка (трубка), яка пронизує епітелій кишечника і вприскує туди вміст спори. Мікроорганізми розмножуються і комаха гине. Отруйний білковий кристал (ендотоксин) розчиняється і порушує фізіологічні процеси (рН і т.д.). Кишечник паралізується. Звичайна мікрофлора стає агресивною. Через стінку кишечника бактерії заселяють кров і всі органи. Комаха гине. На основі бактерії, виділеної з мертвих комах створена група препаратів:

1) ентобактерин, першим уведений в промислове виробництво (через 5 – 10 днів після обробки гине 87 % шкідників);

2) дендробацилін, інсектин. Створені на основі двох бацил виділених з гусені сибірського шовкопряда. Використовується для боротьби з шкідниками хвойних лісів, дібров, садів, совки бавовнику;

3) бітоксисабацилін, турінгін діють на колорадського жука, (2 – 3 кг на 1 га);

4) гомелін, створений і застосовується в Білорусії.

Грибні і вірусні препарати

Український інститут захисту рослин розробив препарат мускардинного гриба (*Beauveria bassiana*) – боверін. Він ефективний в боротьбі з колорадським жуком, яблуневою плодожеркою. В Латвії застосовують ентомофторін в боротьбі з тлею, павутинними кліщами в тепличних господарствах. В Грузії – ашерсонію для білокрилки цитрусових.

Вірусні препарати носять назву „Вірін”. Вірін-ЕНШ в боротьбі з непарним шовкопрядом лісів, Вірін-ЕКС – з капустяною совкою, Вірін-Діпріон – з сосновим пилильником.

Для захисту озимого поля від гризунів на основі сальмонел створений препарат – бактороденцид, який викликає тиф мишовидних.

Антибіотики для рослин

Щоб попередити відомі вам хвороби рослин (альтернаріоз, коренева гниль, фітофтора та ін.) потрібна мінімальна кількість антибіотика. Концентрацією 0,01 – 0,005 % обробляють насіння перед посівом, а також обприскують рослини, що підвищує урожайність на 10 – 15%.

Раніше насіння витримували у культуральних рідинах після виробництва антибіотиків, що застосовуються для лікування людей. Але медики заборонили: в природі з'являються стійкі проти них форми. Розроблений спеціальний асортимент ліків для рослин.

Продуцент антибіотика фітобактеріоміцину – лучистий грибок лавендула (*Actinomyces lavendulas*), виділений з ґрунтів Криму. Понад 30 років успішно застосовується для обробки сої, квасолі, бавовнику, пшениці.

Трихотецин – антибіотик утворений пліснявим грибом трихотеціум розеум (*Trichotehzium roseum*), рекомендований для обробки огірків в парниках проти

борошнистої роси, винограду, зернових. Він не шкодить дії хижого кліща фітосейлюса, який застосовують проти павутинного кліща. Їх можна застосовувати одночасно.

Дуже широкий спектр дії тріходерміну, який продукується грибом тріходерма. Він покращує склад ґрунту. Поліміцин (бобові, зернові), аренарін (томати) замінили токсичні хімічні препарати.

Альтернативою гербіцидів проти бур'янів використовують мікробні препарати. В посівах озимих – збудник іржі *Russinia*. Коли на листя бур'яну потрапляють спори цього гриба вони проростають за дві години і вражають всю рослину. Безпечність препарату перевірено на 56 видах (30 сімействах) рослин. Для щавлю на лугах і пасовиськах застосовується інший збудник іржі – *Uromyces*. Застосовуються також збудники хвороб водних бур'янів в ріках і зрошувальних каналах.

У сучасній біотехнології рослин визначилися три напрями: одержання трансгенних рослин; ДНК-технології; технології, засновані на використанні культури тканин та органів.

Завдання до теми

Завдання 1. Заповнити таблицю:

Напрямок	Плюси	Мінуси
одержання трансгенних рослин;		
ДНК-технології;		
технології, засновані на використанні культури тканин та органів.		

Завдання 2. Запропонувати способи біологічного захисту рослин.

Контрольні питання

1. Охарактеризувати грибні та вірусні препарати.

2. Труднощі широко запровадження мікробіологічного промислового виробництва.

Література: [1, с. 38–44; 2, с. 313–317; 4, с. 112–190; 5, с. 205–206; 23, с. 300–480; 27, с. 94–300; 29, с. 103–187; 30, с. 67–108].

Практичне заняття № 6

Тема. Технології племінної справи

Мета: ознайомитись з основними біотехнологіями в рослинництві, розвивати навички біологічного захисту рослин.

Навчальні елементи: стимулювання і синхронізація потягу, суперовуляція, штучне запліднення, трансплантація ембріонів, зберігання гамет і ембріонів, цілеспрямоване одержання двійні, регулювання статі, прогестерон, простагландіни, клопростенол.

Короткі теоретичні відомості

Нові наукові відкриття фізіології, генетики, імунології розширили можливості регулювання відтворення, підвищення продуктивності і загальної економічної ефективності вирощування сільськогосподарських тварин.

Ці нові методи, що застосовуються пов'язані з маніпулюванням на рівні (в основному статевих) клітин або ембріонів з використанням фізіологічно активних препаратів (біологічних або синтетичних гормональних препаратів та ін.). З цієї причини методи цілеспрямованого регулювання процесу відтворення сільськогосподарського скоту були названі біотехнологічними. До їх числа відносять:

- стимулювання і синхронізацію потягу;
- суперовуляцію;
- штучне запліднення;
- трансплантацію ембріонів;
- зберігання гамет і ембріонів;
- цілеспрямоване одержання двійні;
- регулювання статі;

- ранню діагностику вагітності, керування процесом пологів;
- створення химер та ін.

1. Для стимулювання потягу у теличок (синхронізація – в один і той же час) використовують прогестерон – жіночий статевий гормон хребетних тварин стероїдної природи, який регулює хід естрального циклу; гормони ссавців – простагландіни; синтетичний аналог прогестерону – клопростенол, а також їх комбінації.

В США препарат „Синхро-мейт-В” містить 2 гормони. Один імплантується під шкіру вуха телички, другий вводиться ін’єкцією. Переривається цикл. Через 9 днів – видаляють. Через 48 – 54 год. можна проводити штучне запліднення.

У свиней потяг настає на 5 – 7 день після відлучки, але коли скорочують лактоперіод поросят, то цей період варіює. Синхронізація еструса у свиноматок з використанням простгландінів широко використовується в Європі (Германії).

Простгландіни – ненасичені жирні оксикислоти. Відомо близько 20 різновидів, назва походить від простати, секретом якої вважались.

2. Суперовуляція (копіювання) – це викликане гормонами, утворення в яєчниках і овуляція в декілька разів більшої кількості яйцеклітин. Залежно від виду тварин це число можна збільшити в 3 – 8 і навіть 50 разів.

Найчастіше з гормонів використовується сироватка вагітних кобил. Вона вводиться ін’єкцією за 4 – 5 днів до потягу, використовується також простагладін Ф-2а або його аналоги в сполученні з гонадотропінами. Завдяки суперовуляції стало можливим одержання достатньої кількості ембріонів для пересадки.

3. Штучне запліднення – самий старий і добре відлагоджений метод розведення сільськогосподарських тварин, застосовується у всьому світі. Великий вклад в теорію і практику вніс І.І. Іванов (1870 – 1932). У 1928 р. групою спеціалістів під його керівництвом вперше в світі одержано 2 475 ягнят у результаті штучного запліднення.

Ефективність цього методу полягає в:

- 1) зниженні затрат на годівлю плідників;
- 2) можливості швидкого розмноження ціннішого за корисними ознаками генотипу;
- 3) зниженні статевих інфекцій, що часто стає причиною безплідності скоту;
- 4) використання наперед оціненої сперми, що теж знижує безплідність.

4. Трансплантація ембріонів (ембріотехнологія) – біотехнологічний метод відтворення, який полягає в одержанні одного (декількох) ембріонів з матки племінних тварин (донорів) і пересадці в матку інших (реципієнтів) де ембріони розвиваються до отелу.

Цей метод дозволяє одержати потомство від високопродуктивних тварин, спрощує обмін генофондом між країнами і континентами, дає можливість одержання потомства від цінних але безплідних (старих) тварин. Трансплантація може бути використана для тимчасового зберігання ембріонів. Так в яйцеводах кролиць здійснювалось перевезення ембріонів овець.

Метод дає можливість маніпуляцій з генетичним матеріалом. Перший крок – введення чужої ДНК методом мікроін'єкції. Оболонку яйця розчиняють протеазами. За допомогою капіляра в декілька десятих мікрона вводять 10^{-12} л (ДНК). Найкраща інтеграція, коли ДНК вводиться в ядро (миші вводився соматотропін пацюка, що призвело до збільшення росту у 2 рази). Так само можливо тваринам, наприклад ген, який контролює синтез лізину. Такі тварини в геном яких інтегровані чужорідні гени називаються трансгенними.

Виробництво ембріонів починається із стимуляції, суперовуляцію викликають гонадотропіном на 10 – 14 день статевого циклу. Через 48 год. вводиться синтетичний аналог простагландіну (1 мг). Через 2 дні – запліднюють 2 рази – через 12 – 18 год. і 24 – 36 після появи потягу. Цей метод був трудоемкий і ризикований, тому що до середини 70-их рр. видалення ембріонів здійснювали хірургічним шляхом. У наш час в матку тварини вводять особливий трьохканальний зонд на 7 – 8 день після запліднення. Один канал закриває матку, другий вводять спеціальний фізрозчин, який повертається з

ембріонами через третій канал в пробірку. З нього в той же день (24 години) видаляють ембріони і спеціальним зондом вводять реципієнту. Ембріони можуть бути заморожені в рідкому азоті і зберігатись необмежений час при температурі $-196 - -269$ °C. Це метод кріоконсервації.

Завдання до теми

Завдання 1. Заповнити таблицю:

Завдання 2. Запропонувати способи біологічного захисту рослин.

Контрольні питання

3. Охарактеризувати грибні та вірусні препарати.

4. Труднощі широко запровадження мікробіологічного промислового виробництва.

Література: [1, с. 38–44; 2, с. 313–317; 4, с. 112–190; 5, с. 205–206; 23, с. 300–480; 27, с. 94–300; 29, с. 103–187; 30, с. 67–108].

Практичне заняття № 7

Тема. Біотехнології кормових білків для сільськогосподарських тварин

Мета: ознайомитись з основними біотехнологіями в рослинництві, розвивати навички біологічного захисту рослин.

Навчальні елементи: вірулентність, бактеріальні препарати, ентобактерин, дендробацилін, інсектин, бітоксисацілін, турингін, омелін, вірусні препарати, антибіотики для рослин.

Короткі теоретичні відомості

У зв'язку з необхідністю забезпечення людини і тварин незамінними амінокислотами розроблені науково обґрунтовані норми їхнього добового споживання. Так, наприклад, щоденна потреба людини в незамінних амінокислотах складає (г): валін – 5,0, лейцин – 7,0, ізолейцин – 4,0, лізин – 5,5, метіонін – 3,5, треонін – 4,0, триптофан – 1,0, фенілаланін – 5,0.

Головними джерелами незамінних амінокислот для людини є білки тваринного чи рослинного походження, що входять до складу їжі, а для сільськогосподарських тварин – головним чином рослинні білки. Білкові речовини, що поступають з їжею чи кормом під дією ферментів шлункового соку гідролізують до амінокислот, що потім використовуються для утворення білкових молекул людського чи тваринного організму.

Усі незамінні амінокислоти повинні міститися в білках їжі у визначених співвідношеннях, що відповідають потребам даного організму. Якщо хоча б одна амінокислота міститься в недостатці, то інші амінокислоти, що виявилися в надлишку, не використовуються для синтезу білків (відповідно до механізму синтезу білків). У таких умовах для забезпечення подальшого синтезу білкових речовин і підтримки життєдіяльності організму буде потрібна додаткова кількість харчового чи кормового білка, внаслідок чого має місце перевитрата кормів і підвищення собівартості тваринної продукції.

З метою запобігання перевитрати кормів необхідно контролювати збалансованість білків корму по вмісту незамінних амінокислот і загальну кількість білка в кормі. Для оцінки амінокислотного складу білків визначають показники, що характеризують їх біологічну поживну цінність. Кормові і харчові білки, що мають оптимальний вміст незамінних амінокислот, називають біологічно повноцінними білками.

У результаті узагальнення численних даних по вивченню амінокислотного складу білків Міжнародною організацією по продовольству і сільському господарству (ФАО), утвореною при ООН, розроблені рекомендації, у яких дається оптимальний вміст незамінних амінокислот у харчових і кормових білках. Ці рекомендації використовуються як еталон при оцінці біологічної поживної цінності різних білків. Наприклад, якщо прийняти за 100 % біологічну цінність еталонного, по рекомендаціях ФАО, білка, то біологічна цінність більшості тваринних білків складає 90–95 %, білків вегетативної маси бобових трав – 80–90 %; білків зернобобових і насіння олійних культур, бульб картоплі, коренеплодів, овочів, вегетативної маси багатьох трав'янистих рослин

– 75–85 %; білків зерна більшості злакових культур – 60–70 %; особливо низька біологічна цінність білків зерна кукурудзи – 52–58 %.

Відповідно до норм харчування людина повинна щодня одержувати з їжею від 60 до 120 г повноцінного білка. Для правильної годівлі сільськогосподарських тварин необхідно, щоб у їхньому раціоні на кожну кормову одиницю містилося не менш 110 г добре перетравлюваного і повноцінного білка.

Якщо вміст білків у рослинній масі, яка використовується для годівлі сільськогосподарських тварин, нижче норми, то щоб уникнути перевитрати кормів і підвищення собівартості тваринної продукції, кількість білка в кормі балансують введенням білкових добавок. Недостатню до норми кількість якої-небудь амінокислоти балансують додаванням у корм чистих препаратів дефіцитних амінокислот чи білкової маси, що має більш високий вміст даної амінокислоти в порівнянні з еталоном.

Таблиця 1. Вміст незамінних амінокислот у різних білках (г на 100 г білка)

Аміно-кислоти	Молоко корови	Ета-лон ФАО	Соя	Горох	Рис	Пшениця	Кукурудза	Яч-мень
Лізин	6,6	4,2	6,6	6,5	3,5	2,6	2,5	3,2
Триптофан	1,4	1,4	1,3	0,8	1,3	1,3	0,6	1,2
Метіонін	2,4	2,2	1,4	1,4	2,9	1,7	2,1	1,7
Треонін	4,6	2,8	3,8	3,8	3,5	2,6	3,2	2,9
Валін	6,9	4,2	4,4	4,5	6,5	4,6	4,4	5,4
Лейцин	9,9	4,8	7,9	6,5	8,0	6,9	11,2	7,2
Изолейцин	6,6	4,2	5,3	5,0	4,6	3,4	2,7	3,5
Фенілаланін	4,9	2,8	5,1	4,8	5,2	4,3	4,1	5,1

Найбільш збалансований вміст незамінних амінокислот мають білки насіння сої (табл. 1). У них бракує до еталона тільки метіоніну і триптофану. Відносно високу біологічну цінність мають також білки зерна рису і гороху. У той же час культивовані в нашій країні зернові культури – пшениця, кукурудза,

ячмінь – відрізняються незбалансованим амінокислотним складом білків. У білках зерна пшениці і ячменю дуже мало міститься лізину, метіоніну і ізолейцину, а в білках зерна кукурудзи ще і триптофану. Ведеться пошук інших джерел повноцінного білка. Одним із важливих шляхів у цьому напрямку є розширення посівів зернобобових культур, що так само, як і соя, здатні накопичувати в зерні велику кількість білка (25–35%), що має високу біологічну цінність.

Поряд з цим розробляються наукові програми, пов'язані зі створенням нових генотипів зернових культур, що відрізняються підвищеним вмістом у зерні білків з поліпшеним амінокислотним складом. Створення таких програм стало можливим після відкриття високолізинових мутантів кукурудзи з генами Опак-2 і Флаурі-2, у білках зерна яких міститься значно більше лізину і триптофану, ніж у звичайної кукурудзи.

У результаті селекційної роботи, проведеної в Краснодарському науково-дослідному інституті сільського господарства ім. П.П. Лук'яненка, на основі мутантних генів отримані високобілкові і високолізинові гібриди кукурудзи, що по врожайності не поступаються районуванним гібридам.

У багатьох лабораторіях проводиться селекційно-генетична робота з поліпшення амінокислотного складу білків зерна ячменю на основі схрещувань з високолізиновими формами Хайпролі і Ризо 1508, а також пошук генетичних джерел високого вмісту білка з поліпшеним амінокислотним складом для пшениці, тритікале й інших зернових культур. Особливі надії покладаються на нові методи створення цінних генотипів сільськогосподарських рослин, засновані на використанні досягнень генетичної і клітинної інженерії.

З метою збалансування кормів, що включають як основний компонент зерно злакових культур, по білку і незамінних амінокислотах звичайно застосовують концентровані білкові добавки, які називаються комбікормами.

Для їхнього приготування використовують м'ясо-кісткове і рибне борошно, відходи м'ясної і молочної промисловості, макухи олійних рослин, висівки, шроти зернобобових культур. З огляду на те, що рибне і м'ясо-кісткове

борошно, інші білкові відходи тваринного походження у все більшому обсязі використовуються для одержання харчових білків, потрібен повноцінний їх замітник, здатний збалансувати недостачу білків і незамінних амінокислот не тільки в зерновій частині кормового раціону, але й у рослинних компонентах комбікормів.

Високою інтенсивністю синтезу білків відрізняються багато мікроорганізмів, причому білки мікробних клітин мають підвищений вміст незамінних амінокислот (табл. 2). У спеціальних дослідах була проведена харчова і токсикологічна оцінка білкової мікробної маси, що показує, що клітини деяких мікроорганізмів можна використовувати в якості концентрованих кормових добавок, що не поступаються по біологічній цінності білкам соєвого шроту чи рибного борошна.

Таблиця 2. Вміст незамінних амінокислот у білках деяких мікроорганізмів (г на 100 г білка)

Амінокислота	Дріжджі	Бактерії	Водорості	Гриби	Соєвий шрот	Еталон ФАО
Лізін	6–8	6–7	5–10	3–7	6,4	4,2
Триптофан	1–1,5	1–1,4	0,3–2,1	1,4–2	1,4	1,4
Метіонін	1–3	2–3	1,4–2,5	2–3	1,3	2,9
Треонін	4–6	4–5	3–6	3–6	4,0	2,8
Валин	5–7	4–6	5–7	5–7	5,3	4,2
Лейцин	6–9	5–11	6–10	6–9	7,7	4,8
Изолейцин	4–6	5–7	3,5–7	3–6	5,3	4,2
Фенілаланін	3–5	3–4	3–5	3–6	5,0	2,8

Мікроорганізми як джерела кормового білка мають ряд переваг у порівнянні з рослинними і навіть тваринними організмами. Вони відрізняються високим (до 60% сухої маси) і стійким вмістом білків, тоді як у рослинах концентрація білкових речовин значно змінюється в залежності від умов вирощування, клімату, погоди, типу ґрунту, агротехніки й ін. Поряд з білками в мікробних клітинах накопичуються також інші цінні в поживному відношенні

речовини: легкозасвоювані вуглеводи, ліпіди з підвищеним вмістом ненасичених жирних кислот, вітаміни, макро- і мікроелементи.

При використанні мікроорганізмів можна організувати промислове виробництво на обмеженій площі й одержувати велику кількість кормових концентратів у будь-який час року, причому мікробні клітини здатні синтезувати білки з відходів сільського господарства і промисловості і, таким чином, дозволяють одночасно вирішувати іншу важливу проблему – утилізацію цих відходів з метою охорони навколишнього середовища.

Мікроорганізми мають ще одну цінну перевагу – здатність дуже швидко нарощувати білкову масу. Наприклад, рослини сої масою 500 кг у фазі дозрівання насіння здатні за добу синтезувати 40 кг білків, бик такої ж маси – 0,5–1,5 кг, а дріжджові клітини масою 500 кг – до 1,5 т білків. Для виробництва характерні: висока швидкість синтезу білка, невеликі площі, відсутність неврожаїв, хвороб (як в рослинництві і тваринництві).

Для виробництва білка з мікроорганізмів найчастіше використовують різні дріжджі. Перевагою їх перед іншими мікроорганізмами є висока стійкість проти інфекцій, здатність легко відділятися від середовища завдяки великим розмірам клітин, рости на відносно простих середовищах і швидко асимілювати різні джерела С і N. Крім того, біомаса має високі харчові якості, приємний смак і аромат.

В останні роки почали використовувати різні види бактерій. Це зумовлено великою швидкістю росту і більш високим ніж у інших мікроорганізмів вмістом білка та метіоніну в біомасі.

Як джерела кормового білка також використовують мікроскопічні гриби, одноклітинні водорості, білкові коагуляти трав'янистих рослин.

Кормові дріжджі. Дріжджі вперше стали використовувати як джерело білку для людей і тварин у Німеччині під час першої світової війни. Була розроблена промислова технологія культивування пивних дріжджів (*Saccharomyces cerevisiae*), призначених для додавання в продукти харчування. У нашій країні перший завод з виробництва кормових дріжджів був пущений у

1935 р. Дріжджі вирощували на гідролізатах із відходів деревини та іншої целюлозовмісної рослинної сировини, в якій при гідролізі утворюються легкозасвоювані для мікроорганізмів форми вуглеводів. В даний час на основі гідролізу рослинної сировини в Росії виробляється більше 600 тис. т сухої маси кормових дріжджів для сільського господарства.

Вихідною сировиною при такій технології одержання кормового білка є відходи целюлозної і деревообробної промисловості, солома, бавовняні лушпайки, кошики соняшника, лляна костриця, стержні кукурудзяних качанів, бурякова меляса, картопляні та виноградні вижимки, пивна дробина, верхівковий торф, що мало розклався, барда спиртових виробництв, відходи кондитерської і молочної промисловості.

Подрібнену рослинну сировину, що містить велику кількість клітковини, геміцелюлоз, пентозанів, піддають кислотному гідролізу при підвищеному тиску і температурі. У результаті 60–65% полісахаридів гідролізуються до моносахаридів. Отриманий гідролізат відокремлюють від лігніну. Надлишок кислоти, застосовуваної для гідролізу, нейтралізують вапняним молоком чи аміачною водою. Після охолодження і відстоювання в гідролізат додають мінеральні солі, вітаміни й інші речовини, необхідні для життєдіяльності мікроорганізмів. Отримане в такий спосіб поживне середовище подають у ферментний цех, де вирощують дріжджі.

Для культивування на гідролізатах рослинних відходів найбільш ефективні дріжджі родів *Candida*, *Torulopsis*, *Saccharomyces*, що використовують як джерело вуглецю гексози, пентози й органічні кислоти. При оптимальних умовах з 1 т відходів хвойної деревини можна одержати 200 кг сухої маси кормових дріжджів.

Для одержання кормових дріжджів застосовують технологію їхнього глибинного вирощування в спеціальних апаратах – ферментерах (рис.1), у яких забезпечується режим постійного перемішування суспензії мікробних клітин у рідкому поживному середовищі і оптимальні умови аерації. З метою підтримання заданого температурного режиму в конструкції ферментера

передбачається система відводу надлишкового тепла. Робочий цикл вирощування культури дріжджів триває близько 20 годин. Після закінчення робочого циклу культуральна рідина разом із суспензованими в ній клітинами дріжджів виводиться з ферментера, а в нього знову подається живильний субстрат і культура дріжджових клітин для вирощування.

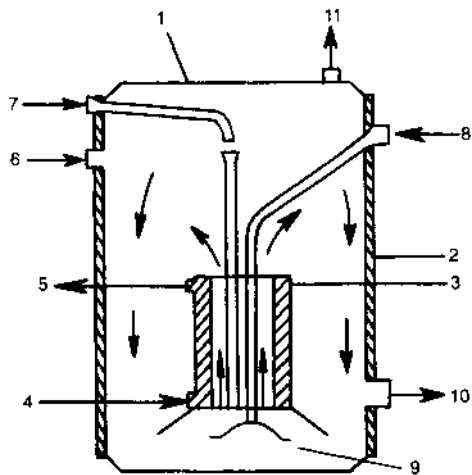


Рис. 1. Ферментер для вирощування дріжджів у рідкому живильному середовищі 1 – корпус ферментера; 2 – охолоджуючий кожух; 3 – теплообмінник; 4 – подача холодної води в теплообмінник; 5 – виведення теплої води з теплообмінника; 6 – подача посівної культури; 7 – подача рідкого поживного середовища; 8 – подача повітря для аерації і перемішування живильного середовища; 9 – кювета для напрямлення потоку повітря у внутрішню порожнину теплообмінника; 10 – вихід дріжджової суспензії після закінчення ферментації; 11 – вихід повітря в атмосферу через очисний фільтр

Виведену з ферментера суспензію мікробних клітин подають на флотаційну установку, за допомогою якої відокремлюють біомасу дріжджів від культуральної рідини. У процесі флотації суспензія спінюється, при цьому мікробні клітини спливають на поверхню разом з піною, і відокремлюються від рідкої фази. Після відстоювання дріжджову масу концентрують у сепараторі. Для досягнення кращого перетравлення дріжджів в організмі тварин проводять спеціальну обробку мікробних клітин (механічна, ультразвукова, термічна, ферментативна), що забезпечує руйнування їхніх клітинних оболонок. Потім

дріжджову масу випарюють до необхідної концентрації і висушують, вологість готового продукту не повинна перевищувати 8–10%.

У сухій дріжджовій масі міститься 40–60% сирого білка, 25–30% засвоюваних вуглеводів, 3–5% сирого жиру, 6–7% клітковини і зольних речовин, велика кількість вітамінів (до 50 мг%). За допомогою обробки дріжджів ультрафіолетовими променями проводиться збагачення їх вітаміном D₂, який утворюється із ергостерину. Для поліпшення фізичних властивостей готового продукту кормові дріжджі випускають у гранульованому вигляді.

Дуже часто на основі ферментації гідролізатів рослинної сировини поряд з виробництвом кормових дріжджів одержують етиловий спирт. У цьому випадку особливість технології полягає в тому, що спочатку проводиться спиртове бродіння, у результаті якого відбувається утилізація гексоз, що містяться в гідролізаті. Після відгону спирту залишається невикористаний субстрат – барда, що містить в основному пентози. Цю післяспиртову барду використовують далі як живильне для середовище вирощування кормових дріжджів. Таким чином, з гідролізатів рослинних відходів одночасно можуть бути отримані два види цінної продукції.

У 60-і роки були розроблені **технології одержання кормових дріжджів з н-парафинів нафти**. Дріжджові клітини можуть використовувати як джерело вуглецю для їхнього росту нерозгалужені вуглеводні з числом вуглецевих атомів від 10 до 30. Вони являють собою рідкі фракції з температурами кипіння 200–320° С, які виділяють з нафти шляхом її перегонки. В результаті селекційних робіт (виділених зразків культур з стічних вод нафтопереробних підприємств і ґрунтів, в які потрапляють нафтопродукти) було створено фонд культур дріжджів роду *Candida*, що відповідали вимогам промислового виробництва. Це висока швидкість росту, економічне засвоєння н-вуглеводнів, висока якість мікробіологічної маси з вмістом сирого протеїну до 60%. Дослідження показали, що всі класи вуглеводнів можуть бути субстратами для вирощування мікроорганізмів, але процес росту найбільш інтенсивно

проходить на середовищі, яке містить n-парафін з довжиною вуглецевого ланцюга C₁₁–C₁₄.

Одна з перших промислово-експериментальних установок по виробництву кормових дріжджів з вуглеводнів нафти потужністю 1,5 тис. тон в рік була пущена в 1964 р. у Краснодарі. У 1968 р. в Уфі введений перший у світі дослідно-промисловий завод по виробництву БВК потужністю 12 тис. тон на рік. Сировина – нормальні парафінові вуглеводні високої чистоти (≈ 99%), які виділяють із дизельних фракцій нафти методами адсорбційної депарафінізації.

Основні технологічні етапи виробництва мікробного білка



У Росії (перший завод у 1971 р.) та інших країнах СНД із n-парафінів нафти роблять велику кількість кормових дріжджів (понад 1 млн. т). В інших країнах така технологія виробництва дріжджів не одержала розвитку унаслідок високих світових цін на нафту. При вирощуванні мікроорганізмів на n-парафінах нафти в приготовлене з них живильне середовище додають макро- і

мікроелементи, необхідні вітаміни й амінокислоти, а як джерело азоту аміачну воду. У процесі культивування дріжджів у ферментері підтримується оптимальний температурний режим і режим аерації. Найбільш ефективні для вирощування на н-парафінах нафти відселектовані штами дріжджів *Candida guilliermondii*. Виділення і сушіння дріжджової маси проводиться приблизно по такій же технології, як і в гідролізному виробництві. Висушена дріжджова маса гранулюється і використовується як білково-вітамінний концентрат (БВК) для годівлі сільськогосподарських тварин, що містить до 50–60% білкових речовин. Вміст залишкових вуглеводнів допускається не більше 0,1%.

З метою більш повного використання сировини і зниження в продукті залишкових вуглеводнів розроблені удосконалені технології одержання БВК, що включають двоступеневу ферментацію і наступну екстракцію з дріжджів залишкових вуглеводнів бензином. При цьому вміст сирого білка в дріжджовій масі може бути підвищений до 58–65% у розрахунку на суху масу, а вміст залишкових вуглеводнів знижений до 0,05%.

Гарний субстрат для вирощування кормових дріжджів – **молочна сироватка**, що є виробничим відходом при переробці молока. У 1 т молочної сироватки в середньому міститься 10 кг повноцінного білка і 50 кг дисахариду лактози, що легко утилізується мікроорганізмами. Для виділення з молочної сироватки білків розроблена ефективна технологія із застосуванням методу ультрафільтрації низькомолекулярних речовин через мембрани. Одержувані таким способом білки використовують для приготування сухого знежиреного молока чи в якості харчової білкової добавки. Рідкі відходи, що залишаються після відділення білків (пермеат), що містять лактозу, можуть бути перероблені шляхом культивування дріжджів у збагачені білками кормові продукти.

Дуже часто дріжджуванню піддають молочну сироватку без попереднього виділення з неї білків, при цьому вирощують спеціальні раси кормових дріжджів з роду ***Torulopsis***. На основі дріжджування молочної сироватки роблять три види кормових білкових продуктів: замінник незбираного молока для годівлі молодняку сільськогосподарських тварин – «БЮ-ЗЦМ»; рідкий

білковий продукт «Промікс» із вмістом білків у 2,5–3 рази вище, ніж у вихідній молочній сироватці; сухий збагачений дріжджовими білками продукт «Провілакт», що застосовується як замітник сухого знежиреного молока.

Крім вуглеводів і вуглеводнів як джерела вуглецю, дріжджові клітини можуть використовувати нижчі спирти – **метанол і етанол**, які зазвичай одержують із природного газу чи рослинних відходів. Дріжджова маса, отримана після культивування дріжджів на спиртах, відрізняється високим вмістом білків (56–62% від сухої маси) і в ній менше міститься шкідливих домішок, ніж у кормових дріжджах, вирощених на н-парафінах нафти.

Як показують дослідження по вивченню живильних властивостей кормових дріжджів, вони досить добре переварюються в організмі тварин (перетравлення білків 80–90%), по сумі незамінних амінокислот близькі до еталона ФАО, а по вмісту в білках лізину, треоніну, валіну і лейцину істотно перевищують еталон ФАО (див. табл. 2). Додавання 3 – 5% їх до складу комбікормів а також вітамінів А, D, В₁₂, антибіотиків у 1,5 – 2 рази збільшує приріст свиней, птиці і т.д.

Разом з тим білки дріжджів частково не збалансовані по метіоніну й у них мало міститься інших сірковмісних амінокислот. У порівнянні з рослинними джерелами білків кормові дріжджі мають підвищений вміст нуклеїнових кислот (3–6% від сухої маси), що у такій концентрації негативно впливає на організм тварин. У результаті їхнього гідролізу утворюється багато пуринових основ, які перетворюються потім у солі сечової кислоти, і, відкладаючись в організмі, можуть бути причиною сечокам'яної хвороби, остеохондрозу та інших захворювань. Внаслідок цього оптимальна норма додавання дріжджової маси в корм сільськогосподарської тварин зазвичай складає не більше 5–10 % від сухої речовини чи 10–20% дріжджового білка від загальної кількості білка в кормовому раціоні.

Кормові дріжджі, культивовані на живильному з середовищі н-парафінів нафти, можуть містити багато шкідливих домішок – похідних бензолу, D-

амінокислоти, аномальні ліпіди, різні токсини і канцерогенні речовини, тому їх піддають спеціальному очищенню (екстракція бензином).

Поряд з використанням дріжджових білків в якості кормової добавки при збалансуванні раціонів сільськогосподарських тварин, розроблена **технологія одержання з них харчових білків**. Використання біомаси мікроорганізмів у харчових цілях пов'язане з вирішенням цілого ряду проблем, зокрема:

- 1) необхідністю руйнування і видалення стінок клітин, ліпідів, залишків субстрату;
- 2) надання харчовим продуктам природної текстури, приємного зовнішнього вигляду, смаку, аромату і т.д. а також
- 3) денуклеїзації.

При переробці в харчовий білок біомасу дріжджів ретельно очищають. З цією метою клітинні оболонки дріжджових клітин руйнують за допомогою механічної, лужної, кислотної чи ферментативної обробки і потім екстрагують гомогенну дріжджову масу органічним розчинником. Після такого очищення від органічних і мінеральних домішок отриманий дріжджовий продукт обробляють лужним розчином для розчинення білків, потім білковий розчин відокремлюють від маси дріжджів, що залишилася, і направляють на діаліз. У процесі діалізу з білкового розчину видаляють низькомолекулярні домішки. Очищені діалізом білки осаджують, висушують і отриману білкову масу використовують як добавки в різні харчові продукти: сосиски, холодці, паштети, м'ясні і кондитерські начинки. Білки дріжджів застосовують також при одержанні штучного м'яса, для цього проводять текстурування білків – нагрівання з наступним швидким охолодженням чи продавлювання білкової пасти через отвори малого діаметра. Для поліпшення властивостей у білкову пасту додають полісахариди та інші компоненти. Гідролізати білків використовують як смакові приправи, для виготовлення медичних препаратів і лікувального харчування.

Нині в багатьох країнах світу білок одноклітинних використовується для збагачення цілого ряду харчових продуктів – ковбас, сиру, хліба, консервів тощо.

Білкові концентрати з бактерій. Поряд з одержанням кормових дріжджів важливе значення мають також бактеріальні білкові концентрати із вмістом сирого білка 60–80% від сухої маси. Відомо більше 30 видів бактерій, що можуть бути використані як джерело повноцінного кормового білка. Бактерії здатні нарощувати біомасу в кілька разів швидше дріжджових клітин і в білку бактерій міститься значно більше сірковмісних амінокислот, внаслідок чого він має більш високу біологічну цінність у порівнянні з білком дріжджів. Джерелом вуглецю для бактерій можуть служити різні газоподібні продукти (природний і попутний газ, газовий конденсат та ін.), нижчі спирти (метанол і етанол), водень.

При використанні в якості сировини газоподібних продуктів, основним компонентом яких є **метан**, живильну суміш під тиском подають у спеціальний ферментер струйного типу (рис.2). З метою кращої утилізації сировини мікроорганізмами в такому ферментері передбачається рециркуляція газової суміші. Для забезпечення необхідної аерації культури бактерій ферментер продувають повітрям чи киснем. Найчастіше на газових живильних середовищах вирощують бактерії роду *Methylococcus*, здатні при оптимальних умовах утилізувати до 85–90% метану. Всі технологічні лінії, пов'язані з культивуванням бактерій у газовому середовищі, вимагають контролю за складом цього середовища й оснащення виробничих установок герметизованим, вибухобезпечним устаткуванням. Технологія виробництва білка на основі метану в технічному відношенні значно складніша.

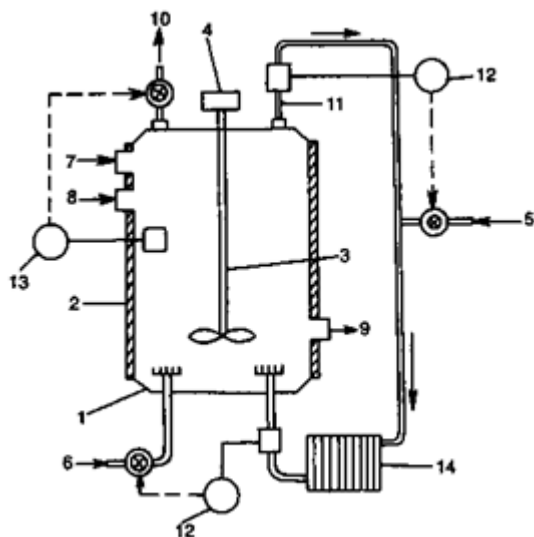


Рис. 2. Ферментер для вирощування мікроорганізмів на газоподібних вуглеводнях:

1 – корпус ферментера; 2– охолоджуючий кожух; 3– мішалка; 4– привід мішалки; 5– подача газоподібних вуглеводнів; 6–подача кисневмісного газу; 7– подача рідкої живильної суміші; 8–подача посівної культури; 9 – вихід дріжджової суспензії по закінченні ферментації; 10–випуск газу з ферментера; 11 – вихід газової суміші на рециркуляцію; 12 – газоаналізатор, що подає сигнал на регулюючий пристрій клапана; 13–регулятор тиску всередині ферментера; 14 – уловлювач вуглекислого газу

По закінченні ферментації клітини бактерій осаджують і відокремлюють від живильного середовища на сепараторі. Отриману бактеріальну масу піддають механічній чи ультразвуковій обробці з метою руйнування клітинних оболонок, після чого висушують і використовують для приготування кормових білкових концентратів.

У зв'язку з тим, що газове середовище з метану і повітря вибухонебезпечні і для кращої утилізації метану бактеріями вимагають її постійної рециркуляції, виробництво кормового білка з газоподібних продуктів є досить складним і більш дорогим.

Більш широке застосування знаходить технологія вирощування бактеріальної білкової маси **на метанолі**, який можна легко одержати шляхом

окиснення метану. При культивуванні на **середовищі** яке містить метанол, найбільш ефективні бактерії родів *Methylomonas*, *Pseudomonas*, *Methylophilus*. Вирощування цих бактерій **проводиться** в звичайному ферментері з використанням рідкого поживного середовища.

Широкомасштабне виробництво кормових білків на основі використання **метанолу** вперше було організовано у Великобританії. Концерном «Ай-Сі-Ай» випускається кормовий білковий препарат з комерційною назвою «Прутін». У нашій країні також розроблена технологія одержання бактеріальної білкової маси з метанолу, комерційна назва препарату «Мепрін». Він містить до 70–74% від сухої маси білків, до 5% ліпідів, близько 10% мінеральних речовин, 10–13% нуклеїнових кислот. На основі культивування бактерій роду *Acinetobacter* розробляється технологія одержання кормового білка з етанолу (препарат «Епрін»), який **буде мати також і харчове призначення**.

Високою інтенсивністю синтезу білків характеризуються бактерії, здатні окиснювати водень і накопичувати у своїх клітинах до 80% сирого білка в розрахунку на суху речовину. Ці бактерії використовують енергію окиснення водню для утилізації вуглекислого газу, а деякі штами і для засвоєння атмосферного азоту. Для культивування цих бактерій у складі газового середовища звичайно міститься 70–80% водню, 20–30% кисню і 3–5% Z_2 . Високу ефективність при вирощуванні на такому газовому середовищі мають бактерії родів *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Corinebacterium* та ін.

Звичайно водень для виробництва білкової маси одержують з води шляхом її електролітичного (електроліз) чи фотохімічного розкладу. Вуглекислий газ може бути використаний з газоподібних відходів яких-небудь промислових виробництв, а також димових газів, що одночасно вирішує проблему очищення газового середовища. Виробництво кормового білка на основі бактерій окиснюючих водень може бути також організоване поблизу хімічних підприємств, де як побічним продуктом є водень.

Звичайно, кормовий білок бактеріального походження додають у комбікорми в кількості 2,5–7,5% від білка раціону, при годівлі дорослих свиней

– до 15%. Основною перешкодою, що не дозволяє його використовувати в більшій концентрації, є підвищений вміст нуклеїнових кислот (10–25%). Крім того, у бактеріальній масі поряд з корисними компонентами в значній кількості синтезуються важко засвоювані форми ліпідів; складніші і дорожчі методи виділення й очищення бактеріальних білкових препаратів.

Кормові білки з водоростей. У Росії і ряді інших країн СНГ для виробництва кормового білка використовують одноклітинні водорості *Chlorella* і *Scenedesmus*, а також синьо-зелені водорості з роду *Spirulina*, що здатні синтезувати білки й інші органічні речовини з вуглекислого газу, води і мінеральних речовин за рахунок засвоєння енергії сонячного світла. Для їхнього вирощування необхідно забезпечувати визначені режими освітлення і температури, а також велику кількість води. Найчастіше в природних умовах водорості вирощують у південних регіонах з використанням басейнів відкритого типу, однак розробляються і технології їх культивування в закритій системі.

Для вирощування водоростей хлорелла і сценедесмус необхідне нейтральне середовище, їх клітини мають досить щільну целюлозну оболонку, внаслідок чого гірше перетравлюються в організмі тварин. Для кращого травлення целюлозні оболонки руйнують за допомогою спеціальної обробки.

Клітини спіруліни в 100 разів більші хлорелли, однак вони не мають міцної целюлозної оболонки і тому краще перетравлюються в організмі тварин. Вирощують спіруліну в лужному середовищі (рН 10–11), у природних умовах у лужних озерах.

По інтенсивності нагромадження біомаси водорості, хоча й уступають кормовим дріжджам і бактеріям, але значно перевершують сільськогосподарські рослини. При вирощуванні в культиваторах відкритого типу з 1 га водної поверхні можна одержувати до 70 т сухої біомаси в рік, тоді як пшениці – 3–4 т, рису – 5 т, сої – 6 т, кукурудзи – 7 т.

Вміст білків у клітинах хлорелли і сценедесмус складає 45–55% у розрахунку на суху масу, а в клітинах спіруліни досягає 60–65%. Білки

водоростей добре збалансовані по вмісту незамінних амінокислот, недостатньо лише метіоніну. Поряд з високим вмістом білкових речовин у клітинах водоростей досить багато синтезується поліненасичених жирних кислот (які, як і деякі амінокислоти, незамінні) і провітаміну А – каротину (до 150 мг%). Вміст нуклеїнових кислот в одноклітинних водоростях значно нижче (4–6%), ніж у бактерій, однак вище в порівнянні з рослинними джерелами білка (1–2%).

Технологія одержання білкової маси з клітин водоростей включає вирощування промислової культури в культиваторах відкритого чи закритого типу, відділення водоростей від маси води, приготування товарного продукту у вигляді суспензії, сухого порошку чи пастоподібної маси. Процес відділення клітин водоростей від маси води енергоємний, тому що необхідно переробляти великі кількості рідини.

Спочатку відстоюють клітинну суспензію, потім клітини водоростей відокремлюють від води (декантацією). Для прискорення осадження клітин часто застосовують метод хімічної флокуляції, що викликає швидку коагуляцію часток. Після осадження клітинної біомаси її пропускають через сепаратор, у результаті суспензія згущається до необхідної концентрації. Якщо потрібно одержати пастоподібний препарат, то отриману білкову масу висушують. Для поліпшення перетравлення біомаси клітин хлорелли і сценедесмус її піддають обробці, що викликає руйнування клітинних оболонок.

У Росії найбільш поширене вирощування хлорелли, яку застосовують для годівлі сільськогосподарських тварин у вигляді суспензії (1,5 г/л сухої речовини) чи сухого порошку. Добова норма суспензії хлорелли при годівлі молодняка великої рогатої худоби – 3–6 л, дорослих тварин – 8–10 л. При додаванні в корм жуйних тваринні борошна хлорелли допускається заміна 50% рослинного білка білком водорості.

Важливе значення має вирощування водоростей на стоках промислових підприємств, теплових електростанцій, тваринницьких комплексів, тому що в цих випадках поряд з одержанням кормового білка одночасно вирішуються проблеми, пов'язані з захистом навколишнього середовища. Так, наприклад,

вирощування культури сценедесмус чи хлорелли на стоках тваринницьких комплексів протягом 15 діб дозволяє майже цілком очистити їх від органічних речовин, зникає їх запах і колір. При культивуванні водоростей на промислових стоках чи стоках теплових станцій використовують надлишок тепла, що відводиться з цих об'єктів, а також утилізується вуглекислота, утворена як побічний продукт технологічних процесів .

Культиватори для вирощування водоростей відкритого типу є в багатьох країнах. Найбільша фірма по вирощуванню хлорелли «Хлорелла Сан Компани» є в Японії. У Болгарії на водах термальних джерел культивують водорості хлорелла і сценедесмус, причому болгарським вченим удалося одержати штами хлорелли без целюлозної оболонки, біомаса клітин яких добре перетравлюється в організмі тварин. У значній кількості білкові концентрати з водорості спіруліни виробляються в країнах центральної Африки, у Мексиці, де є лужні озера. Найбільшим виробником різної продукції з біомаси і білків спіруліни є фірма «Соса Текскоко» (Мексика). В Італії розробляється технологія вирощування клітин спіруліни на морській воді та у культиваторах закритого типу.

У зв'язку з тим, що біомаса водоростей роду *Spirulina* легко переварюється ферментами шлункового соку і характеризується високим вмістом білків (до 70% сухої маси), добре збалансованих по амінокислотному складу, вона в ряді країн використовується для виготовлення продуктів харчування, головним чином кондитерських виробів, збагачених білком.

З огляду на важливе значення водоростей, як додаткового джерела повноцінного білка для годівлі сільськогосподарських тварин і харчування людей, ученими різних напрямків – селекціонерами, генетиками, біохіміками – проводяться дослідження з поліпшення існуючих промислових штамів одноклітинних водоростей і одержанню нових генотипів. Вони повинні поєднати в собі високу інтенсивність фотосинтезу, холодостійкість, добре перетравлення, здатність синтезувати велику кількість білка кращої якості і

повніше утилізувати субстрат. Важлива роль у реалізації таких досліджень приділяється методам генетичної інженерії.

Білки мікроскопічних грибів. Коштовним джерелом добре збалансованих по амінокислотному складу білків є клітини міцелію багатьох мікроскопічних грибів. По своїх живильних властивостях білки грибів наближаються до білків сої і м'яса, унаслідок чого можуть використовуватися не тільки для кормових концентратів, але і як добавка в їжу людини. Сировиною для промислового вирощування мікроскопічних грибів звичайно служать рослинні відходи, що містять клітковину, геміцелюлозу, лігнін. При цьому одночасно вирішуються дві важливі задачі – одержання білкової маси й утилізація відходів рослинництва, деревообробної і целюлозно-паперової промисловості, які можуть бути джерелом забруднення навколишнього середовища.

Особливо важливо знайти активні штами мікроорганізмів, здатні утилізувати вуглець лігніну, що володіє високою стійкістю до розкладання мікрофлорою. У природі лігнін розкладається лише грибами коричневої і білої гнилі з родів *Stropharia*, *Pleurotus*, *Abortiporus*, *Coriolus*, *Stereum* та ін. У даний час у процесі досліджень відібрані токсичні швидкоростучі штами мезо- і термофільних грибів для промислового культивування з роду *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*. Клітини міцелію цих грибів мають тонку клітинну оболонку, внаслідок чого дуже добре перетравлюються в шлунково-кишковому тракті тварин. Вони містять комплекс ароматичних речовин, що поліпшують смакові якості, багаті вітамінами і легкозасвоюваними ліпідами. У порівнянні з дріжджовими, білки мікроскопічних грибів відрізняються підвищеним вмістом сульфурвмісних амінокислот і кращою засвоюваністю. Концентрація нуклеїнових кислот у грибному міцелії (1 – 4% від сухої маси) майже така ж, як у рослинах. Разом з тим, у біомасі грибів значно менше, ніж у дріжджах синтезується білків (20–60% від сухої маси) і в них відносно повільніше відбувається ріст біомаси (подвоєння біомаси через 4–16 год, тоді як у дріжджів через 2–3).

Нижчі міцеліальні гриби, які культивують на целюлозо- і лігнінвмісних рослинних відходах, унаслідок їхньої здатності синтезувати комплекс гідролітичних ферментів розкладають целюлозу і лігнін до простих речовин, з яких утворюються амінокислоти і білки. З метою прискорення росту грибів проводиться попередня обробка. Найчастіше застосовують кисло-лужний спосіб обробки цих відходів, відпарювання під тиском, обробку аміаком і каустичною содою. Після такої обробки відбувається повне чи часткове розкладання складних полісахаридів і лігніну, що забезпечує скорочення термінів промислового культивування грибів до 7–8 діб.

Для культивування грибів на твердому поживному середовищі розроблений метод твердофазної ферментації, що включає подрібнення й обробку рослинної сировини парами води й аміаку, збагачення цієї сировини мінеральними речовинами, посів і вирощування міцелію грибів у заданому режимі аерації і підтримку оптимальної температури. Однак при такій технології культивування грибів коефіцієнт використання рослинної сировини низький, що визначає і порівняно невисокий рівень вмісту білка у грибній масі. Більш високий коефіцієнт використання сировини звичайно досягається при вирощуванні грибів на гідролізатах рослинних відходів і рідких відходах деревообробної і целюлозно-паперової промисловості. Для цього застосовують метод глибинного культивування, як і при вирощуванні кормових дріжджів. Вміст білків у грибній масі, вирощеної на рідкому поживному середовищі може досягати 50–60% від сухої маси. З метою більш повного використання сировини також практикується спільне культивування грибів і бактерій. **Поряд з використанням рослинних відходів розроблені також технології по переробці в грибний білок торфу, гною, екскрементів тварин.**

Краще перетравлення грибної білкової маси в організмі тварин, а також низький рівень вмісту нуклеїнових кислот дозволяє використовувати її як кормову добавку в значно більшій концентрації, ніж кормові дріжджі. Звичайно при годівлі молодняку тварин допускається введення в кормові раціони

грибного білка в межах 15–20% від білка корму, а при годівлі дорослих тварин можлива заміна 50% рослинного білка на грибний.

Кормові білкові концентрати з рослин. У пошуках джерел повноцінного кормового і харчового білка учені вже давно звернули увагу, що дикі трав'яні тварини, для яких єдиним джерелом білка є пасовищні трав'янисті рослини, нормально розвиваються і не мають яких-небудь відхилень в обміні речовин, зв'язаних з недоліком незамінних амінокислот. Усе це свідчить про те, що білки вегетативної маси трав і інших рослин мають добре збалансований амінокислотний склад. Досвід показує, що з усіх трав'янистих рослин найбільш високу біологічну цінність білків мають бобові кормові трави (80–90%), трохи нижча біологічна цінність білків у мятликових травах (75–85%). Бобові рослини також відрізняються більш високим вмістом білків у вегетативній масі (15–25% від сухої маси), ніж мятликові трави (8–15%). Особливо багато білків міститься в листі люцерни.

Сприятливий амінокислотний склад білків, інтенсивний їх синтез у вегетативних органах рослин послужили основою розробки технології видалення з рослинної маси білків для кормових і харчових цілей. Перші такі спроби відносяться до 1773 р., білки виділяли з рослин шляхом віджимання соку.

Однак пізніше було з'ясовано, що в рослинному соці міститься багато шкідливих домішок, таких, як феноли, важкі метали, інгібітори трипсину, гемолізуючі речовини що звертають кров, нуклеїнові кислоти, алкалоїди, продукти розкладання хлорофілу й ін. Більше таких речовин – у ядрі, хлоропластах, мітохондріях і менше – у цитоплазмі. Виходячи з цього, для використання у кормових та харчових цілях найбільш придатними є цитоплазматичні білки.

У нашій країні промислове виробництво білкового концентрату з рослинних соків уперше було організовано у 1942 р. Він містив значну кількість провітаміну А і використовувався для лікування поранених. До

початку 1960-х років були розроблені технології одержання рослинного білка для харчових цілей і для використання у тваринництві.

Невеликі напівпромислові установки для одержання кормових білкових концентратів з вегетативної маси рослин можуть бути використані в будь-якім господарстві, що має високобілкову рослинну сировину і кормоцех. Технологія приготування білкових концентратів включає подрібнювання рослинної маси, віджимання соку, його коагуляцію, поділ коагуляту на зелену сироподібну масу і коричневий сік, консервування білково-вітамінної пасти (мал. 5.3).

Таким чином, у результаті переробки рослинної маси можуть бути одержані три види кормів: білковий коагулят, з якого одержують білково-вітамінну пасту; ферментований сік, що утвориться після відділення білкового коагуляту; залишки рослинного матеріалу після віджимання соку у вигляді жому.

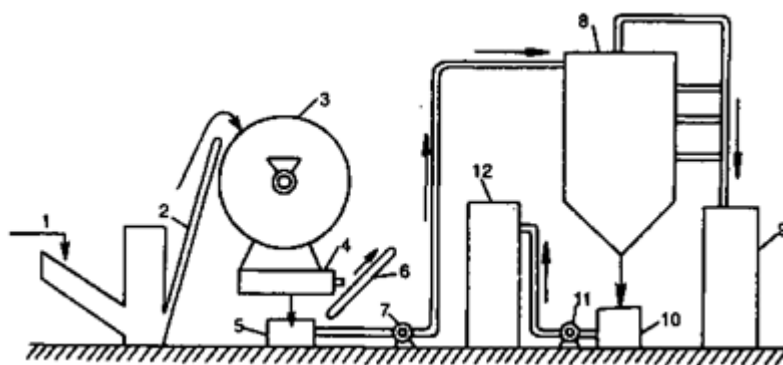


Рис. 5.3. Технологічна схема одержання кормових білкових концентратів з вегетативної маси рослин:

1 – приймач зеленої маси; 2 – транспортер для подачі зеленої маси в подрібнювач; 3– подрібнювач; 4 – прес для одержання рослинного соку; 5 – збірник соку; 6–транспортер для видалення жому 7–насос подачі соку у ферментер; 8–ферментер-коагулятор; 9 – збірник ферментованого соку; 10– збірник коагуляту; 11 – насос подачі коагуляту; 12–збірник коагуляту

Білковий коагулят, що містить 15-22% білків на суху масу, звичайно дають тваринам в зимовий період. При зниженій температурі він може зберігатися без додавання консервантів протягом місяця..

Ферментований коричневий сік містить 7–12% сухої речовини, 1–3% білків, 1–1,5% органічних кислот, 4–5% безазотистих екстрактивних речовин, 1–2% зольних речовин, 40–50 мг% каротину. Він використовується для додавання в корм (свиням, наприклад, 1,5л у добу). Крім того, коричневий сік можна переробляти в кормові дріжджі. Жом також може бути використаний для годівлі тварин. У його сухій речовині міститься 12–17% білків, 3–4% жиру, 8–9% зольних речовин, 35% клітковини.

Звичайно для одержання білково-вітамінної пасти використовують листя люцерни, конюшини, цукрового буряка. Білкову масу з листя цукрового буряка при відповідному очищенні можна також переробляти в харчовий білок.

Завдання до теми

Завдання 1. Заповнити таблицю:

Завдання 2. Запропонувати способи біологічного захисту рослин.

Контрольні питання

5. Охарактеризувати грибні та вірусні препарати.

6. Труднощі широко запровадження мікробіологічного промислового виробництва.

Література: [1, с. 38–44; 2, с. 313–317; 4, с. 112–190; 5, с. 205–206; 23, с. 300–480; 27, с. 94–300; 29, с. 103–187; 30, с. 67–108].

Практичне заняття № 8

Тема. Вплив агробіотехнологій на здоров'я людини

Мета: ознайомитись з основними біотехнологіями в рослинництві, розвивати навички біологічного захисту рослин.

Навчальні елементи: вірулентність, бактеріальні препарати, ентобактерин, дендробацилін, інсектин, бітоксисацілін, турингін, омелін, вірусні препарати, антибіотики для рослин.

Трихотецин тріходерміну

Короткі теоретичні відомості

Сучасне сільське господарство важко уявити без використання мінеральних добрив, внесення до ґрунту яких є сильним антропогенним впливом на біосферу. Він може бути різного характеру, але в цілому зводиться до таких наслідків:

1. Поживні елементи, змиваючись з ґрунту поверхнево та через підґрунтові води призводять до негативних змін у природних водах та посиленого розвитку водоростей та планктону у природних водах.

2. Попадання азоту в атмосферу негативно впливає на мікроклімат. Продукти денітрифікації є загрозою для озонового шару.

3. Порушення технологій погіршує кругообіг та баланс поживних речовин, агрохімічні властивості та родючість ґрунтів, підвищується кислотність.

4. Порушення оптимізації живлення рослин є причиною різних хвороб рослин та сприяє розвитку фітопатогенної мікрофлори, що погіршує санітарний стан посівів.

5. Використання низькоякісних мінеральних добрив погіршує продуктивність культур та якість продукції (накопичення нітратів).

Основними шляхами забруднення є: недосконала організація транспортування, зберігання, змішування та внесення добрив; порушення сівозмін; недосконалість добрив, їх хімічних, фізичних і механічних властивостей.

Так, недоліком транспортування добрив є перевалочний принцип, недоліком зберігання – недосконалість або відсутність складських приміщень. Втрати на цих етапах досягають 15-20%.

Недоліком технології внесення добрив є нерівномірність, основними причинами якої є недотримання точної відстані проходів та оптимальної ширини захвату, недосконалість машин та якості добрив у сумішах. Врожайність культур знижується на 20% і більше.

Не менш вагомим фактором є порушення агротехнології застосування добрив у сівозміні та під окремі культури як причина розвитку ерозії.

Зменшення негативного впливу від використання мінеральних добрив можна досягти дотриманням таких принципів:

1. Нормування внесення добрив з урахуванням проектної урожайності та коефіцієнтів використання поживних речовин з ґрунту і добрив.

2. Оптимізація співвідношень поживних елементів з урахуванням вимог культури, наявності в ґрунті рухомих форм поживних елементів і особливостей клімату.

3. Оптимізація строків внесення добрив з урахуванням біологічних особливостей культури, властивостей ґрунту, клімату та форм добрив.

4. Оптимізація сівозмін з урахуванням спеціалізації, неприпустимості пустування ріллі та використання післяжнивних та проміжних культур.

Першочерговими проблемами аграрного сектору, пов'язаними із забрудненням біосфери мінеральними добривами є:

1. Відсутність або низький рівень матеріально-технічної бази хімізації землеробства.

2. Низька культура землеробства, вдосконалення та розробка прогресивних прийомів інтенсивного землеробства.

3. Впровадження комплексного використання засобів хімізації в інтенсивних технологіях вирощування культур (добрив, хімічних меліорантів, інтегрованої системи захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, регуляторів росту рослин).

4. Удосконалення асортименту та якості агрохімічних засобів і мінеральних добрив. А саме: використання безвідходних технологій виробництва; розробка безбаластних висококонцентрованих добрив, що не містять важких металів та токсичних елементів; добрив, що відповідають вимогам оптимізації рослин з врахуванням їх біологічних властивостей; мінеральних добрив пролонгованої дії з врахуванням періодичності живлення рослин.

При розгляді екологічних проблем агрохімії, першочергове значення мають проблеми азоту. Він негативно впливає на всі ланки біосфери та здоров'я

людини. Шляхи розповсюдження азоту та його похідних з мінеральних добрив різноманітні. Так втрати аміаку можливі через випаровування при поверхневому внесенні сечовини. Вони зростають при підвищенні температури та зниженні вологості ґрунтів. Іншим біологічним шляхом є процес денітрифікації. Газоподібні втрати азоту внаслідок цього процесу досягають 25 % і більш від внесеної норми. Найбільш суттєвим хімічним шляхом втрат азоту з добрив є виділення вільного аміаку внаслідок взаємодії аміачних форм добрив з ґрунтами.

Всі форми азоту в природних умовах протягом певного часу переходять у найбільш рухому нітратну форму. Нині для гальмування процесів нітрифікації широко застосовують у виробництві різні інгібітори, що дають можливість підвищити коефіцієнт використання азоту добрив на 10-15% та суттєво зменшити його втрати. Ефективним є використання повільнодіючих азотних добрив, які потребують меншої кратності внесення, знижують втрати азоту і запобігають забрудненню нітратами і нітритами. Суттєве зменшення втрат азотних добрив і збільшення коефіцієнту їх використання досягається застосуванням рідких азотних і комплексних добрив.

Досягнення клітинної генної інженерії дозволяють синтезувати індивідуальні гени і переносити їх у генетичний апарат бактерій, що надає їм здатності фіксувати молекулярний азот повітря як у бобових. Крім того можливе виробництво бактеріальних добрив, що фіксують азот з повітря.

Підвищення норм внесення азотних добрив призводить до зросту вмісту нітратів у дренажних водах та ґрунтах. Нерідко у підґрунтових водах і колодязях вміст нітратів в десятки разів перевищує норму, рекомендовану Всесвітньою організацією охорони здоров'я.

Завдання до теми

Завдання 1. Заповнити таблицю:

Завдання 2. Запропонувати способи біологічного захисту рослин.

Контрольні питання

7. Охарактеризувати грибні та вірусні препарати.

8. Труднощі широко запровадження мікробіологічного промислового виробництва.

Література: [1, с. 38–44; 2, с. 313–317; 4, с. 112–190; 5, с. 205–206; 23, с. 300–480; 27, с. 94–300; 29, с. 103–187; 30, с. 67–108].

2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ

A 5 (відмінно) 90–100

Студент має глибокі, міцні і системні знання з усього теоретичного курсу, може чітко сформулювати та використовує у своїх відповідях спеціальну термінологію, володіє латинськими назвами, володіє понятійним апаратом; уміє застосувати здобуті теоретичні знання під час розв'язання практичних завдань, що стосується нових технологій дослідження структури клітини; самостійно може підготувати змістовний реферат і захистити основні його положення.

B 4,5 (добре) 85–89

Студент має глибокі, міцні та системні знання з усього теоретичного курсу, може чітко сформулювати та використовує у своїх відповідях спеціальну термінологію, володіє понятійним апаратом, латинськими назвами, але у своїх відповідях може допустити неточності, зустрічаються незначні помилки під час виконання завдань; самостійно може підготувати змістовний реферат і захистити основні його положення.

C 4 (добре) 75–84

Студент знає програмний матеріал у повному обсязі, має практичні вміння, але не вміє самостійно логічно мислити, зокрема, підготувати реферат і захищати його положення. Відповідь його повна, змістовна, але з певними

неточностями.

D 3,5 (задовільно) 65–74

Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, за допомогою викладача може аналізувати матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. За допомогою викладача може підготувати реферативну роботу.

E 3 (задовільно) 60–64

Студент має початковий рівень знань, володіє необхідними вміннями та навичками для вирішення стандартних завдань; виявляє розуміння основних положень навчального матеріалу на репродуктивному (відтворюючому) рівні; здатний з помилками дати визначення понять та термінів, що вивчаються; може самостійно оволодівати частиною навчального матеріалу, але висновки робить нелогічні, непослідовні.

FX 2 (незадовільно) 35–59

Студент мало усвідомлює мету навчально-пізнавальної діяльності; слабо орієнтується в поняттях, визначеннях; самостійне опрацювання навчального матеріалу викликає значні труднощі; робить спробу розповісти суть заданого, але відповідає лише за допомогою викладача на рівні «так» чи «ні»; однак може самостійно знайти в підручнику відповідь.

X 1 (незадовільно) 1–34

Студент зовсім не володіє необхідними знаннями, вміннями, навичками та науковими термінами з дисципліни, що вивчається, зовсім не здатний до самостійного вивчення дисципліни.

Підсумковий контроль з дисципліни здійснюється у вигляді заліку, що проводяться після закінчення семестру (закінчення курсу). Отримана кількість балів переводиться в національну шкалу відповідно до таблиці, наведеної нижче, та виставляється в екзаменаційну відомість.

Відповідність рейтингових балів і національної шкали оцінювання:

Оцінка за 100-бальною	Оцінка за національною
-----------------------	------------------------

шкалою	шкалою
60–100	«зараховано»
1–34	«не зараховано»

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна:

1. Шевелуха В. С. Сельскохозяйственная биотехнология : учебник / [В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин и др.]. – М. : Высш. шк., 2003. – 469 с.
2. Мельничук М. Д. Основи біотехнології рослин : підручник / [М. Д. Мельничук, Т. В. Новак, Б. О. Левенко]. – К. : Вища шк., 2000. – 248 с.
3. Кригер Н. В. Современные проблемы в агрономии : учебное пособие ; Ч. 2 / Н. В. Кригер, Н. В. Фомина. – Красноярск : КГАУ, 2011. – 256 с.
4. Сидоров В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция / В. А. Сидоров. – Киев : Наук. Думка, 1990. – 280 с.
5. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды : [пер. с англ.] ; под ред., с предисл. и дополн. В. Г. Дебабова. – М. : Мир, 1987. – 422 с.
6. Герасименко В. Г. Биотехнология : учеб. пособие / В. Г. Герасименко. – К. : Вища шк. Головное изд-во, 1989. – 343 с.
7. Бекер М. Е. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. – М. : Агропромиздат, 1990. – 334 с.
8. Клунова С. М. Биотехнология / С. М. Клунова и др. – М. : Академия, 2010. – 256 с.

9. Валиханова Г. Ж. Биотехнология растений / Г. Ж. Валиханова. – Алматы : Конжик, 1996. – 154 с.
10. Глеба Ю. Ю. Слияние протопластов и генетическое конструирование высших растений / Ю. Ю. Глеба, К. М. Ситник. – Киев : Наук. думка, 1982. – 102 с.
11. Пинаев Г.П. Клеточная биотехнология / Г. П. Пинаев, М. И. Блинова, Н. С. Николаенко, Г. Г. Полянская, Т. Н. Ефремова, Н. С. Шарлаимова, Н. А. Шубин. – СПб : Изд-во Политех-го ун-та, 2011. – 224 с.
12. Глазко В. И. Генетически модифицированные организмы: от бактерий до человека / В. И. Глазко. – Киев : КВЦ, 2002. – 210 с.
13. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – Москва : Мир, 2002. – 488 с.
14. Калинин Ф. Л. Культура клеток и тканей в физиологии и биохимии растений / Ф. Л. Калинин, В. В. Сарнацкая, Л. П. Полищук. – Киев : Наук. думка, 1989. – 332 с.
15. Кучко А. А. Соматоналіна мінливість у картоплі / А. А. Кучко, Т. М. Олійник. – К. : Довіра, 1998 – 192 с.
16. Рыбчин В. Н. Основы генетической инженерии : учебник / В. Н. Рыбчин ; 2-е изд., перераб. и доп. – СПб : ГТУ, 1999. – 521 с.
17. Кучук Н. В. Генетическая инженерия высших растений / Н. В. Кучук. – Киев : Наук. думка, 1997. – 152 с.
18. Левенко Б. А. Трансгенные растения. Современное состояние. Проблемы. Перспективы / Б. А. Левенко. – Киев : Дошкольник, 2000. – 305 с.
19. Лутова Л. А. Генетика развития растений / Л. А. Лутова, Н. А. Проворов, О. Н. Тиходеев и др. – СПб : Наука, 2000. – 359 с.
20. Лутова Л. А. Биотехнология высших растений / Л. А. Лутова. – СПб : Изд-во С.-Петербур.ун-та, 2003. – 228 с.
21. Дромашко С. Е. Генетически модифицированные организмы и проблемы биобезопасности : учеб.-метод. пособие / С. Е. Дромашко [и др.]. – Минск : Ин-т подгот. науч. кадров Нац. акад. наук Беларуси, 2011. – 70 с.

22. Муромцев Г. С. Основы сельскохозяйственной биотехнологии / Г. С. Муромцев и др. – М. : Агропромиздат, 1990. – 384 с.
23. Рудишин С. Д. Основы біотехнології рослин / С. Д. Рудишин. – Вінниця, 1998. – 224 с.
24. Вечернина Н. А. Биотехнология растений / Н. А. Вечернина. – Барнаул: АлтГУ, 2009. – 224 с.
25. Биотехнология растений : культура клеток / Под ред. Р. А. Диксон. – М. : ВО Агропромиздат, 1989. – 280 с.
26. Биотехнология растений : культура клеток / Под ред. Р. Г. Бутенко. – М. : Агропромиздат, 1989. – 279 с.
27. Вечернина Н. А. Методы биотехнологии в селекции, размножении и сохранении генофонда растений / Н. А. Вечернина. – Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2004. – 205 с.
28. Сельскохозяйственная биотехнология: векторные системы молекулярного клонирования / Под ред. В. И. Негрука ; пер. с англ. Г. И. Эйснер. – М. : Агропромиздат, 1991. – 534 с.
29. Чернин Л. С. Первые шаги в будущее : генная инженерия растений / Л. С. Чернин. – М. : Агропромиздат, 1990. – 256 с.
30. Рахимбаев И. Р. Биотехнология зерновых культур / И. Р. Рахимбаев и др. – Алма-Ата : Гылым, 1992. – 240 с.
31. Генная инженерия растений : Лабораторное руководство; пер. с англ. / Под ред. Дж. Дрейпера и др. – М. : Мир, 1991. – 408 с.
32. Пузік В. К. Культура ізольованих органів, тканин і клітин в біотехнології рослин : навч. посіб. / В. К. Пузік. – Х. : ХДАУ, 1997. – 98 с.
33. Биотехнологическое использование отходов растениеводства / Под ред. В. С. Подгорского и В. Н. Иванова. – К. : Наук. думка, 1990. – 96 с.
34. Кислухина О. Биотехнологические основы переработки растительного сырья / О. Кислухина, И. Кюдулас. – Каунас : Технология, 1997. – 184 с.
35. Коваленко В. П. Біотехнологія у тваринництві й генетиці / В. П. Коваленко, І. Ю. Горбатенко. – К. : Урожай, 1992. – 152 с.

36. Черепенко Е. И. Проблема репликации ДНК и генетические манипуляции с растениями / Е. И. Черепенко, А. П. Галкин. – К. : Наук. думка, 1987. – 160 с.
37. Ніколайчук С. І. Генетична інженерія / С. І. Ніколайчук, І. Ю. Горбатенко. – Ужгород, 1999. – 101 с.
38. Тоцький В. М. Генетика / В. М. Тоцький. – Одеса : Астропринт, 2002. – 712 с.
39. Гершензон С. М. Основы современной генетики / С. М. Гершензон. – Киев : Наук. думка, 1983. – 501 с.
40. Руденко С. С. Генетична інженерія : навч. посібник / С. С. Руденко. – Чернівці : Рута, 1997. – 182 с.
41. Картель Н. А. Биоинженерия : методы и возможности / Н. А. Картель. – Минск : Ураджай, 1989. – 144 с.
42. Воронина Л. Н. Основы биохимической инженерии : учеб. пособие / Л. Н. Воронина, Н. А. Шоно, А. Л. Загайко. – Х. : Золотые страницы, 2004. – 240 с.
43. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть : у 4 т.; Т. 1 / Під ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2001 . – 641 с.
44. Албертс Брюс Молекулярная биология клетки : в 3. т. / Албертс Брюс, Брей Деннис, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уотсон Джеймс Д. : пер. Т. Н. Власик. – 2. изд., перераб. и доп.; Т. 1. – М. : Мир, 1994. – 517 с.
45. Албертс Брюс Молекулярная биология клетки : в 3. т. / Албертс Брюс, Брей Деннис, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уотсон Джеймс Д. : пер. Т. Я. Абаимова. – 2. изд., перераб. и доп.; Т. 2. – М. : Мир, 1994. – 539 с.
46. Албертс Брюс Молекулярная биология клетки : в 3. т. / Албертс Брюс, Брей Деннис, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уотсон Джеймс Д. : пер. В. П. Корж. – 2. изд., перераб. и доп.; Т. 3. – М. : Мир, 1994. – 504 с.
47. Уотсон Дж. Рекомбинантные ДНК : краткий курс / Дж. Уотсон, Дж. Туз, Д. Курц ; пер. с англ. – М. : Мир, 1986. – 288 с.:

48. Рекомбинантные молекулы : значение для науки и практики / Под ред. Р. Бирса и Э. Бэсита ; пер. с англ. – М. : Мир, 1980. – 624 с.
49. Щелкунов С. Н. Клонирование генов / Под ред. В. В. Власова. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1986. – 230 с.
50. Щелкунов С. Н. Конструирование гибридных молекул ДНК / Под ред. В. В. Власов. – Новосибирск : Наука, 1987. – 168 с.
51. Методы молекулярной генетики и геномной инженерии / Под ред. Р. И. Салганик. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1990. – 248 с.
52. Новое в клонировании ДНК. Методы / Под ред. Д. Гловера ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 368 с.
53. Біотехнологія : навч.-метод. посіб. Ч. 1. Генетична інженерія мікроорганізмів / Під ред. В. М. Тоцького. – Одеса : ЛАТСТАР, 2004. – 76 с.
54. Генетика промышленных микроорганизмов и биотехнология / Под ред. В. Г. Дебабова. – М. : Наука, 1990. – 280 с.
55. Стрельчук С. І. Генетика з основами селекції : підручник / С. І. Стрельчук, С. В. Демідов, Г. Д. Бердишев, Д. М. Голда. – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – 291 с.
56. Руденко С. С. Бібліотеки та карти геномів / С. С. Руденко. – Чернівці : Рута, 1995. – 65 с.
57. Варфоломеев С. Д. Биотехнология : Кинетические основы микробиологических процессов / С. Д. Варфоломеев, С. В. Калюжный. – М. : Высш. шк., 1990. – 296 с.
58. Бакка М. Г. Основи ведення сільського господарства та охорона земель : навчальний посібник / М. Г. Бакка, В. П. Стрельченко, П. Т. Боток. – Житомир : ЖІТІ, 2000. – 366 с.
59. Екологічна біотехнологія : навч. посібник / [О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков]. – Кн. 1. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 424 с.

60. Екологічна біотехнологія : навч. посібник / [О. В. Швед, О. Б. Миколів, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков]. – Кн. 2. – Львів : Львівська політехніка, 2010. – 368 с.

61. Экологическая біотехнологія ; [пер. с англ.] ; под ред. К. Ф. Форстера, Д. А. Дж. Вейза. – Л. : Химия, 1990. – 384 с.

62. Бірюков В. В. Основи промислової біотехнології / В. В. Бірюков. – М. : КолосС, 2004. – 296 с.

63. Бейли Дж. Основы биохимической инженерии / Дж. Бейли, Д. Оллис. – Ч. 2. – М. : Мир, 1989. – 590 с.

Додаткова:

64. Буркат В. П. Довідник з репродуктивної біотехнології великої рогатої худоби / В. П. Буркат, В. В. Влізло, Р. Й. Кравців, С. Г. Шаловило, М. М. Шаран. – Львів, 2004. – 150 с.

65. Глазко В. И. Словарь терминов по прикладной генетике и ДНК технологиям / В. И. Глазко. – К. : КВІЦ , 1999. – 342 с.

66. Глазко В. И. Русско-англо-украинский толковый словарь по прикладной генетике, ДНК-технологии и биоинформатике / В. И. Глазко, Г. В. Глазко. – К. : Нора-принт, 2000. – 464 с.

67. Екологічний словник : навч. посібник / [В. В. Преждо, Г. А. Ткач, І. С. Кратенко, Ф. В. Ківва, В. В. Шило]. – Х. : ХДАМГ Міносвіти України, 1999. – 416 с.

68. Преждо В. В. Екологічний словник : навч. посібник / В. В. Преждо, Г. А. Ткач, І. С. Кратенко, Ф. В. Ківва, В. В. Шило. – Харків : ХДАМГ Міносвіти України, 1999. – 416 с.

69. Сытник К. М. Словарь-справочник по экологии / К. М. Сытник и др. ; под ред. К. М. Сытника. – Киев : Наукова думка. 1994. – 665 с.

Методичні вказівки щодо практичних занять з навчальної дисципліни «Сучасні біотехнології в агросфері» для студентів денної форми навчання за напрямом 6.051401 – «Біотехнологія»

Укладачі : к. т. н., ст. викл. О. А. Сагун

к. т. н., доц. А. В. Пасенко

Відповідальний за випуск доц. кафедри біотехнології та здоров'я людини:
А. В. Пасенко

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

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

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