

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

**ОБ'ЄКТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

**Методичні вказівки до самостійної роботи
для студентів ОС «Бакалавр» денної форми навчання аграрних вузів
III - IV рівня акредитації
спеціальності 162 «Біотехнологія та біоінженерія»**

Київ-2017

УДК 581.1

Наведено методичні вказівки до самостійної роботи студентів ОС «Бакалавр» денної форми навчання аграрних вузів III – IV рівня акредитації із курсу «Об’єкти біотехнологічних виробництв».

Рекомендовано вченою радою факультету захисту рослин, біотехнологій та екології Національного університету біоресурсів і природокористування України протокол № 2 від 21 вересня 2017 р.

Укладачі:

Старший викладач кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики, кандидат біологічних наук Бабицький Андрій Ігорович

Старший викладач кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики, кандидат історичних наук Дрозд Петро Юрійович

Рецензенти:

Професор кафедри фізіології, біохімії рослин та біоенергетики доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України Григорюк Іван Панасович

Професор кафедри молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки доктор сільськогосподарських наук, професор Лісовий Микола Михайлович

Навчальне видання

ОБ’ЄКТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів ОС «Бакалавр» денної форми навчання аграрних вузів III – IV рівня акредитації спеціальності 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

Укладачі: БАБИЦЬКИЙ Андрій Ігорович, ДРОЗД Петро Юрійович

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
СТРУКТУРА КУРСУ	5
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	6
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА МІКРОБІОПРЕПАРАТІВ	8
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	16
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПАЛИВА	31

ПЕРЕДМОВА

В епоху перетворення науки в безпосередню продуктивну силу, біотехнологія є найбільш перспективною сферою діяльності, розвиток її тісно пов'язаний з вирішенням соціальних, енергетичних, сировинних, продовольчих, агроекологічних завдань. Цей напрямок сформувався за останні два десятиліття років і вже зараз отримав потужний розвиток. В біотехнології використовуються біологічні системи, живі організми чи їх похідні виробництва енергоносіїв, промислових продуктів та продуктів харчування, переробки відходів тощо. Особливо актуальним в останні десятиліття стало питання забезпечення держави енергоресурсами, адже за прогнозами вчених, розвіданих світових запасів нафти вистачить на 50-100 років добування, природного газу - 150-200 років. В той же час, Україна не може повністю забезпечити себе власними мінеральними енергоносіями. Доля нафти і газу власного видобутку в загальній структурі їх споживання становить приблизно 20%. Тому гостро стоїть питання про впровадження альтернативних джерел енергії. Одним із таких джерел може слугувати біоенергетика.

Для впровадження біотехнологій в практику будуються сучасні підприємства, які оснащені сучасною технічною базою. Виробництво якісної продукції на них забезпечується новітніми технологіями біотехнологічних виробництв.

Сучасна біотехнологія нараховує безліч різноманітних підприємств, які дуже відрізняються хімічною природою і фізичними якість початкових речовин, проміжних та кінцевих продуктів, а також характером і умовами протікання процесів. Не дивлячись на перераховані різноманітності, рахунок елементарних процесів, які повторюються в різних співвідношеннях у всіх біотехнологічних підприємствах досягає лише двадцяти. Із цього числа елементарних процесів, чи з деякої їх частини, тільки в різній послідовності і при різних робочих умовах, будується технологія будь-якого біотехнологічного підприємства.

Вивчення закономірностей, вказаних елементарних процесів, методів їх раціонального апаратурно-технічного оформлення та інженерних розрахунків складає предмет курсу «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв». В цьому курсі складаються теоретичні та практичні обґрунтування технологічних процесів, методи їх розрахунків.

Знання курсу дають можливість раціонально вибрати або розробити конструкцію апарата для виконання даного процесу, розрахувати даний процес та знайти оптимальний режим його проведення, тобто забезпечує максимальну продуктивність.

СТРУКТУРА КУРСУ

Змістовий модуль 1. Процеси та апарати виробництва мікробіопрепаратів.

Лекція 1. МЕТА І ЗАВДАННЯ ПРЕДМЕТУ ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КУРСУ. ЗАГАЛЬНЕ ПОНЯТТЯ ПРО ПРОЦЕСИ У БІОТЕХНОЛОГІЇ.

Лекція 2. ПРИНЦИПИ ВІДБОРУ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.

Лекція 3. КУЛЬТИВУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.

Лекція 4. СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ФЕРМЕНТАТИВНІ ПРОЦЕСИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ КУЛЬТИВУВАННЯ ТВАРИННИХ КЛІТИН.

Лекція 5. ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВУВАННЯ ГРИБІВ І ГРИБОПОДІБНИХ ОРГАНІЗМІВ.

Змістовий модуль 2. Процеси та апарати біотехнологічних виробництв у харчовій промисловості.

Лекція 6. КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТА АПАРАТІВ В БІОТЕХНОЛОГІЇ.

Лекція 7. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ.

Лекція 8. ТЕХНОЛОГІЯ ОЛІЇ ТА ЖИРІВ.

Лекція 9. ТЕХНОЛОГІЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ.

Лекція 10. ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОЧНИХ ВИРОБІВ.

Лекція 11. ТЕХНОЛОГІЯ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ.

Лекція 12. ПЕРЕРОБКА ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

Лекція 13. ВИРОБНИЦТВО ЕТИЛОВОГО СПИРТУ.

Лекція 14. ВИРОБНИЦТВО ПИВА, ВИН, КОНЬЯКУ ТА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ.

Змістовий модуль 3. Процеси та апарати виробництва та застосування біопалива.

Лекція 15. КЛАСИФІКАЦІЯ, ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВА, СУТЬ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ ТА ХАРАКТЕР ДІЇ НА ЛЮДИНУ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ.

Лекція 16. ЗАСТОСУВАННЯ ТВЕРДИХ БІОПАЛИВ.

Лекція 17. РІДКІ БІОПАЛИВА ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ.

Лекція 18. ВИРОБНИЦТВО БІОГАЗУ ТА БІОВОДНЮ.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / В.Г. Анштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др. - М.: Высшая школа, 2002. - 912 с.
2. Беккер М.Е. Введение в биотехнологию / М.Е. Беккер. - М.: Пищ. Промышленность, 1978. -430 с.
3. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. – К. ; Ірпінь : ВТФ «Перун», 2005. – 1728 с.
4. Гапонов К.П. Процессы и аппараты микробиологических производств / К.П. Гапонов. - М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981, - 240 с.
5. Довідник офіційного опонента. Збірник нормативних документів та інформаційних матеріалів з питань експертизи дисертаційних досліджень / Упор. Ю. І. Цеков. – К. : Толока, 2010. – 64 с.
6. Кантере В.М. Основы проектирования предприятий микробиологической промышленности / В.М. Кантере, М.С. Мосичев, М.И. Дорошенко и др. - М.: ВО "Агропромиздат", 1990.-304с.
7. Касаткін А.Г. Основні процеси та апарати хімічної технології / А.Г. Касаткін. - М.: Хімія, 1973. - 754 с.
8. Ковальская Л.П. Технология пищевых производств / Л.П. Ковальская, И.С. Шуб, Г.М. Мелькина и др. - М.: Колос, 1997. - 752 с.
9. Кондратьева Е.Н. Молекулярный водород в метаболизме микроорганизмов / Е.Н. Кондратьева, И.Н. Гоготов - М.: Наука, 1981. - 342 с.
10. Лисовская Д.П. Гигроскопические и теплофизические свойства пищевых продуктов / Д.П. Лисовская, Л.А. Галун. - М.: Логос, 1986. - 204 с.
11. Малогабаритні біогазові установки. Бюлетень «Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії». - 1999. - №2. - 83 с.
12. Мосычев М.С. Общая технология микробиологических производств / М.С. Мосычев, А.А. Складиев, В.Б. Котов. - М.: Мир, 1987. - 454 с.
13. Никитан Г.А. Метановое брожение в биотехнологии / Г.А. Никитан - К.: Выщ. Школа, 1990. - 207 с.
14. Окоча А.І. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали / А.І. Окоча, Я.Ю. Білоконь - К.: Центр духовної культури, 2004. - 448 с.
15. Пономаренко Л. А. Як підготувати і захистити дисертацію на здобуття наукового ступеня. Методичні поради / Л. А. Пономаренко. – К. : Толока, 2011. – 79 с.

16. Попырин Л.С. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок / Л.С. Попырин. - М.: Энергия, 1978. - 416 с.
17. Раптунович Е.С. Искусственное выращивание съедобных грибов / Е.С. Раптунович, Н.И. Федоров. - М.: Выш. школа, 1994. - 206 с.
18. Ратушняк Г.С. Энергозбереження в системах біоконверсії / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула. - Вінниця: ВНТУ, 2006. - 83 с.
19. Ржетовский Р.И. Напрерывное культивирование микроорганизмов. Теоретические и методологические основы / Р.И. Ржетовский - М.: Пищ. пром-сть, 1968. - 359 с.
20. Семенов И.В. Проектирование биогазовых установок. - К.: Техника, 1992.-346 с.
21. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості / Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новіков. - Львів: НУ "Львівська політехніка", 2004.-410 с.
22. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості / Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новіков. - Львів: Інтеллект-Захід, 2008. - 736 с.
23. Цыганков А.А. Лабораторные фотобиореакторы / А.А. Цыганков // Приклад, биохим. и микробиол. - 2001. - 37, №4. - С. 387-397.
24. European Biodiesel Board, 2007. <http://www.ebb-eu.org>

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА МІКРОБІОПРЕПАРАТІВ.

Лекція 1. МЕТА І ЗАВДАННЯ ПРЕДМЕТУ ОБ'ЄКТИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КУРСУ. ЗАГАЛЬНЕ ПОНЯТТЯ ПРО ПРОЦЕСИ У БІОТЕХНОЛОГІЇ.

План

1. Об'єкт і предмет курсу.
2. Історія розвитку вчення.
3. Структура курсу і загальне поняття про процеси у біотехнології.

Опорний конспект. *Предмет курсу:* вивчення закономірностей, елементарних процесів, методів їхнього раціонального апаратурно-технічного оформлення та інженерних розрахунків. *Об'єктом курсу* біотехнологічних процесів і апаратів є ті ***хіміко-біологічні процеси***, які використовуються при виробництві продукції біотехнологічними методами, ***та апарати***, які для цього застосовуються.

Етапи історичного становлення вчення про біотехнологічні процеси і апарати:

1. Початковий (від початку виробництва людьми продуктів біотехнологічних перетворень до другої половини ХІХ ст. – досліджень Пастера).
2. Етап «пастеризації» (від другої половини ХІХ ст. до 1939 р. – початку Другої Світової Війни).
3. Етап «пеніциліну» (від 1939 р. до 1953 р. – відкриття Кріка).
4. Сучасний етап «генної інженерії» (від 1953 р. до сьогодні).

Сучасний курс процесів та апаратів біотехнологічних виробництв є широкопрофільною дисципліною і складається з 3 модулів. Перший модуль присвячений вивченню процесів і апаратів у мікробіологічному виробництві, другий – у харчовій промисловості, а третій – у біотехнології виробництва біопалива. Усі модульні теми ґрунтуються на 5 типах процесів: гідродинамічні, теплові, масообмінні, механічні та холодильні.

За способом організації процеси бувають періодичні, безперервні та комбіновані.

Контрольні питання

1. Які особливості протікання періодичного культивування мікроорганізмів?
2. Які особливості протікання безперервного культивування мікроорганізмів?
3. Які особливості протікання комбінованого культивування

- мікроорганізмів?
4. Назвіть послідовність етапів періодичного культивування мікроорганізмів.
 5. Що таке інженерна ензимологія?

Лекція 2. ПРИНЦИПИ ВІДБОРУ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.

План

1. Поняття про об'єкти біотехнологічного виробництва.
2. Селекція мікроорганізмів

Опорний конспект. Об'єктами біотехнологічного виробництва можуть бути клітини мікроорганізмів, тварин чи рослин, трансгенні тварини чи рослини, а також багатофакторні системи клітин та окремі ферменти.

Біотехнологами прийнято усі мікроорганізми за їхнім застосуванням у виробництві поділяти на дві групи:

- *промислові;*
- *непромислові.*

До промислових належить група добре вивчених мікроорганізмів, що слугують об'єктами для дослідження фундаментальних біологічних процесів, це такі як кишкова паличка (*Escherichia coli*), сінна паличка (*Bacillus subtilis*) та пекарські дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*). До непромислових – усі інші, що не вивчались взагалі або слабо вивчались генетиками чи молекулярними біологами.

Основним критерієм відбору мікроорганізмів є їхня здатність синтезувати необхідний продукт. Проте обираючи об'єкт біотехнологічного виробництва керуватись потрібно ще й іншими критеріями:

- висока швидкість росту;
- вартість субстратів, на яких розвивається штам;
- висока конкурентна здатність (резистентність до адвентивної мікрофлори).

Для отримання високопродуктивних штамів мікроорганізмів зазвичай вдаються до селекції. *Селекція* (від лат. *Selectio* – вибір, добір) – сукупність методів створення штамів мікроорганізмів з потрібними людині якостями на основі їхнього відбору.

Контрольні питання

1. Які два типи ферментів характерні для культур клітин, що ростуть і розвиваються?
2. Що таке конститутивні ферменти? Опишіть їхні властивості.
3. Що таке індукцйбельні ферменти? Опишіть їхні властивості.
4. Що таке ретроінгібування і де воно використовується?
5. На чому ґрунтується принцип зворотного зв'язку у регуляції процесів у клітині?

Лекція 3. КУЛЬТИВУВАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.

План

1. Субстрати для культивування біологічних об'єктів.
2. Сировина природного походження.
3. Біотехнологічна утилізація відходів.
4. Середовища для культивування біотехнологічних об'єктів.

Опорний конспект. Живильні середовища для культивування біологічних об'єктів поділяються на три основні типи:

1. Невизначеного складу.
2. Чітко встановленого складу.
3. Напіввстановленого складу (містять певні біогенні добавки – рослинного, тваринного або мікробного походження: м'ясний екстракт, кукурудзяну муку, морські водорості тощо).

Окрім **біогенних**, застосовуються також і середовища, що містять виключно хімічні сполуки в певних пропорціях. Такі середовища називають **синтетичними**. Компонентний склад та його пропорції в синтетичних середовищах визначаються потребами продуцента. За типом живлення, усі біологічні об'єкти біотехнологічного виробництва поділяють на:

1. Органоавтотрофи – органічні речовини, які вони споживають з середовища, слугують їм *джерелом енергії*.
2. Літогетеротрофи – органічні речовини, які вони споживають з середовища, слугують їм *джерелом вуглецю*.
3. Органогетеротрофи – органічні речовини, які вони споживають з середовища, слугують їм *джерелом енергії та вуглецю*.

Субстрат – це перш за все джерело цільового продукту і тому він повинен бути недефіцитним, дешевим і якомога легше доступним. Таким

вимогам, у першу чергу, відповідає рослинна і дещо в меншій мірі тваринна біомаса.

Біомаса – це джерело вуглецю у біотехнологічному виробництві.

Виділяють п'ять основних груп середовищ:

Перша група – універсальні (прості) середовища. До них належать м'ясо-пептонний бульйон (МПБ) та м'ясо-пептонний агар (МПА). За своїм складом, наявністю живильних речовин вони придатні для культивування багатьох видів бактерій.

Друга група – спеціальні середовища. Вони використовуються в тих випадках, коли мікроорганізми не ростуть на простих. До них належить кров'яний, сироватковий агари, сироватковий бульйон, асцитичний бульйон, асцит-агар та інші.

Третя група – елективні середовища, на яких мікроорганізми певного виду ростуть швидше, більш інтенсивно, опереджають у своєму розвитку інші види бактерій.

Четверта група – селективні середовища, які завдяки додаванню певних компонентів (жовч, фарби, антибіотики та ін.) здатні пригнічувати розвиток одних видів мікроорганізмів, але не впливають на інші види. Додавання антибіотиків до складу середовищ робить їх селективними для грибів.

П'ята група – диференціально-діагностичні середовища. Це велика група середовищ, які дозволяють визначити певні біохімічні властивості мікроорганізмів і проводити їхню диференціацію. Вони поділяються на середовища для визначення протеолітичних, пептолітичних, цукролітичних, гемолітичних, ліполітичних, редукуючих властивостей (середовища Ендо, Левіна, Плоскірева, Гісса).

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте природні і штучні середовища.
2. На які групи поділяються живильні середовища залежно від їхньої густини?
3. Опишіть проблематику переробки лігніно-целюлозних комплексів.
4. Що таке меляса і в чому її біотехнологічна цінність?
5. Що таке жом і в чому його біотехнологічна цінність?

Лекція 4. СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ФЕРМЕНТАТИВНІ ПРОЦЕСИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ КУЛЬТИВУВАННЯ ТВАРИННИХ КЛІТИН.

План

1. Анаеробні процеси.
2. Твердофазні процеси
3. Газофазні процеси.
4. Технологія культивування тваринних клітин.

Опорний конспект. Анаеробні процеси: спиртове, молочнокисле, маслянокисле та пропіоново-кисле. *Спиртове бродіння* – це біохімічний ферментативний процес перетворення мікроорганізмами цукрів (глюкози і фруктози) на етиловий спирт і вуглекислий газ з виділенням енергії АТФ. Цей процес характерний для багатьох організмів, таких як гриби, водорості, найпростіші, бактерії, деякі рослини. У промислових масштабах як збудники цього процесу застосовуються дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*).

Промислове застосування спиртового бродіння:

1. *Виробництво алкогольних напоїв.* Спиртове бродіння здавна використовується для виробництва алкогольних напоїв, таких як вино, пиво, ель. Джерелом вуглеводів для цих процесів можуть слугувати різноманітні рослини. Частина з них містять готові до зброджування моно- та олігосахариди: наприклад, сахароза і фруктоза у виноградному соку. В такому випадку ферментація може починатись без попередньої обробки. З іншого боку зернові, такі як пшениця, овес, рис тощо та інші продукти, що містять крохмаль, спочатку повинні пройти процес гідролізу полісахаридів. Продуктом гідролізу є сусло, яке вже містить цукри готові до зброджування.
2. *Хлібопекарство.* Дріжджі використовуються людьми для виготовлення хліба вже принаймні 4,5 тисячоліть, про що свідчать давньоєгипетські рисунки, на яких детально зображений цей процес, а також пекарня 2575 року до н. е. знайдена в районі некрополя Гізи. Оскільки під час вироблення хліба дріжджі *S. cerevisiae* вирощуються за аеробних умов, дихання переважає над спиртовим бродінням. Через це спостерігається посилене виділення вуглекислого газу та незначне утворення етанолу. Вуглекислий газ спричиняє «сходження» тіста та відповідає за легку пористу структуру хліба, а продукти бродіння надають йому характерного смаку.

3. *Виробництво біопалива*. Етанол, отриманий у процесі спиртового бродіння, може бути використаний як недороге і відновлюване джерело енергії. Як сировину для виробництва етанолового біопалива використовують рослинний матеріал, багатий на сахарозу, крохмаль або целюлозу: кукурудзу, пшеницю, цукровий буряк і тростину, соломку, відходи деревообробної промисловості, побутові відходи рослинного походження тощо. Зазвичай сировину хімічно обробляють з метою гідролізу полісахаридів до мономерів, після чого до отриманої маси додають витривалі штами дріжджів.
4. *Виробництво гліцеролу*. Під час Другої світової війни Німеччина мала велику потребу у гліцеролі, для виготовлення вибухової речовини нітрогліцеролу. Імпорт гліцеролу був обмежений британською морською блокадою, тому здійснювались спроби налагодити власне виробництво. На той час було відомо, що гліцерол у невеликих кількостях утворюється під час спиртового бродіння за участі *S. cerevisiae*. Німецький вчений Карл Нойберг знайшов спосіб модифікувати процес таким чином, щоб вихід цієї речовини був значно вищим. Для цього він додав у середовище із дріжджами 3,5 % сульфату натрію при рН 7,0.

Молочнокисле бродіння – це процес анаеробного окислення вуглеводів, кінцевим продуктом при якому виступає молочна кислота. Збудниками цього процесу є молочнокислі бактерії (болгарська паличка (*Lactobacillus bulgaricus*), ацидофільна паличка (*Lactobacillus acidophilus*), дельбрюківська паличка (*Lactobacillus delbriieckii*), *Lactobacillus brevis* тощо). Також молочнокисле бродіння відбувається в тканинах тварин у відсутності кисню при великих навантаженнях.

Розрізняють 2 типи молочнокислого бродіння: гомоферментативне і гетероферментативне, що різняться продуктами, які виділяються, окрім молочної кислоти, а також їхнім співвідношенням. Бактерії, що спричиняють гомоферментативне молочнокисле бродіння утворюють переважно лише молочну кислоту, а побічних продуктів синтезується обмаль. Бактерії гетероферментативного молочнокислого бродіння разом із молочною кислотою, утворюють значну кількість інших речовин – етиловий спирт, вуглекислий газ, оцтову кислоту, ацетон, диацетил тощо.

Молочнокисле бродіння використовується для консервації продуктів харчування (за рахунок інгібування росту мікроорганізмів молочною кислотою і зниження рН) з метою тривалого збереження (приклад – квашення овочів, сирокочення), приготуванні кисломолочних продуктів

(кефіру , ряжанки , йогурту, сметани), силосуванні рослинної маси, а також біотехнологічного способу виробництва молочної кислоти.

Пропіоново-кисле бродіння – це процес анаеробного перетворення вуглеводів та молочної кислоти у пропіонову та оцтову кислоти з виділенням вуглекислого газу. Збудниками цього типу бродіння є бактерії з родини *Propionibacteriaceae*. Окремі представники цих бактерій у процесі пропіоново-кислого бродіння здатні синтезувати також і мурашину, бурштинову чи ізовалеріанову кислоти. Цей процес використовується при виготовленні швейцарських сортів сиру, а виділення різних кислот і газу його збудниками важливе для остаточного формування смаку та утворення «вічок» у цих сирах.

Маслянокисле бродіння – це процес перетворення вуглеводів у масляну кислоту, бутанол, ацетон, ізопропанол, етанол, оцтову кислоту, вуглекислий газ і водень, з виділенням енергії АТФ. Збудниками цього процесу є облігатно анаеробні бактерії з роду *Clostridium*, *Eubacterium*, *Fusobacterium*. Маслянокисле бродіння відкрив Луї Пастер у 1861 році.

Твердофазні процеси застосовують, для перетворення рослинної сировини, а як організми-трансформатори використовують гриби, дріжджі чи їхні комбінації. Розрізняють три типи твердофазних процесів: поверхневі, глибинні, процеси з перемішуванням.

Газофазні процеси здійснюються в апаратах, заповнених твердим наповнювачем, крізь який пропускають газ.

Сучасні системи культивування тваринних клітин ґрунтуються на використанні звернутих у вигляді «бухт» тефлонових трубочок, які є проникними для газів і поверхня кожної з яких дорівнює близько 10 000 см², а їхня загальна кількість у реакторі складає більше 20 шт. Такі умови підходять для культивування більшості типів тваринних клітин.

Ще один перспективний спосіб вирощування тваринних клітин ґрунтується на використанні невеликих кульок до яких кріпляться клітини. Ці кульки виготовляються із сефадексу, а їхня поверхня становить 7 см² на 1 мг. Вони здатні перебувати в суспензійному стані в живильному середовищі і за допомогою цього методу отримують людський інтерферон.

Контрольні питання

1. Яке значення спиртового бродіння у біотехнології?
2. Яке значення молочнокислого бродіння у біотехнології?
3. Яке значення маслянокислого бродіння у біотехнології?
4. Яке значення пропіоново-кислого бродіння у біотехнології?
5. Чим відрізняються твердофазні і газофазні процеси?

Лекція 5. ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВУВАННЯ ГРИБІВ І ГРИБОПОДІБНИХ ОРГАНІЗМІВ.

План

1. Поверхнєве культивування цвілевих грибів.
2. Культивування дріжджів.

Опорний конспект. Для засіву виробничого живильного середовища може бути використаний посівний матеріал трьох видів: спори, міцелій і спороносна культура, вирощена на твердому живильному середовищі. Споровою матеріал готують поверхневим культивуванням гриба на твердому або рідкому живильному середовищі в спеціальних апаратах з кюветами. У першому випадку гриб вирощують в пробірці на косому агарі до рясного утворення спор, потім спорами засівають колби із стерильними пшеничними висівками, нарешті, спороносну культуру передають в спеціальний апарат. Після закінчення спороутворення в цьому апараті відбирають спори за допомогою спеціального вібросепаратора при ретельній аспірації.

Спори фасують в поліетиленові мішечки, скляні або дюралюмінієві банки, в яких вони можуть зберігатися при температурі від 8 до 24°C близько 1,5 років. В другому випадку із спор, зібраних в пробірці з косим агаром, готують водну суспензію і нею засівають рідке живильне середовище, яке направляють в ферментер. З-під споронесучої плівки, що виросла, видаляють рідке середовище, плівку підсушують, знімають з кювет, подрібнюють і упаковують. Готовий споровий матеріал не містить домішки середовища і володіє високою схожістю (90-95%), яка зберігається понад 3 роки. Спори (конідії), отримані будь-яким методом, володіють водовідштовхувальною здатністю і майже не змочуються водою. Це їх властивість приводить до нерівномірності засіву середовища і, отже, до неоднакової швидкості росту культури.

Контрольні питання

1. Які види дріжджів культивуються в біотехнологічному виробництві?
2. У яких галузях промисловості застосовуються дріжджі?
3. Які цвілеві гриби є корисними і для чого вони використовуються?
4. Охарактеризуйте процес отримання пеніциліну.
5. Які середовища застосовують для культивування грибів і грибоподібних організмів?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ПРОЦЕСИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ.

Лекція 6. КЛАСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТА АПАРАТІВ В БІОТЕХНОЛОГІЇ.

План

1. Механічні процеси.
2. Гідродинамічні процеси.
3. Теплові процеси.
4. Масообмінні процеси.

Опорний конспект. Класифікацію процесів проводять в залежності від основних закономірностей, що характеризують їхнє перебігання. Механічні процеси, що пов'язані з обробкою твердих речовин. Гідродинамічні процеси, що характерні для рідких, газоподібних середовищ. Теплові процеси, що пов'язані з перенесенням теплоти з одного середовища до іншого. Дифузійні - визначають процеси перенесення речовин з однієї фази в іншу. Хімічні - пов'язані зі зміною хімічного складу речовин. Біохімічні – пов'язані з перетворенням речовин під дією мікроорганізмів та інших біологічних факторів.

До механічних процесів відносять подрібнення, різання, дозування, перемішування, формоутворення (брикетування, гранулювання, тощо) та інші. Процеси подрібнення використовують в тих випадках, коли необхідно зменшити розміри частинок сипкого матеріалу без надання їм певної форми.

Сепарування (розділення, класифікацію) застосовують для розділення сипких матеріалів на фракції, які відрізняються розмірами, формою, швидкістю осадження в рідкому чи газовому середовищі і т.д. Для сепарування використовують машини та апарати в залежності від ознаки чи властивості, за якою розділяють сипкий матеріал.

При дозуванні та змішуванні різноманітних рідких, пастоподібних та сипких компонентів утворюються суміші з певними якісними показниками для переробки їх в готовий продукт. Прикладами можуть бути змішування борошна, води, солі, дріжджів та інших компонентів для приготування хлібобулочних виробів на хлібозаводах будь-яких компонентів, для складання шихти для виплавлення чавуну, змішування компонентів для виробництва інших виробів.

Процеси перемішування використовуються в промисловості для утворення однорідних продуктів з певними властивостями, а також для інтенсифікації технологічних процесів. Властивості продуктів

визначаються умовами проведення наступних операцій чи якістю сировини проміжного або готового продукту. Перемішування здійснюють різними способами в різноманітних апаратах з мішалками, а також в газових та рідинних потоках. Ефективність перемішування оцінюють ступенем отриманої однорідності в об'ємі апарату, за певний час перемішування, що необхідний для отримання заданої однорідності.

Процеси формоутворення (пресування, гранулювання, таблетування) призначені для перетворення сипких або рідких речовин у тверді із визначеною формою (гранули, пігулки, тощо).

Контрольні питання

1. Гідродинамічні процеси і їхня класифікація.
2. Відцентрові методи розподілу гетерогенних систем.
3. Нагрівання та охолодження в технології і пристрої для їхнього здійснення.
4. Екстрагування в технології і його застосування для виготовлення продуктів.
5. Перегонка та ректифікація, абсорбція та адсорбція в біотехнології.

Лекція 7. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ.

План

1. Харчування та харчові продукти
2. Сировина та асортимент харчових продуктів
3. Класифікація харчових виробництв

Опорний конспект. Основні компоненти їжі — білки, жири та вуглеводи за науковими рекомендаціями повинні співвідноситися як 1:1:4, а середня добова потреба людини в цих компонентах складає відповідно 100, 100 та 400 г. При окисленні 1 г. білка виділяється 16,7, жиру - 37,7, а вуглеводів - 15,7 джоулів енергії. Білки в організмі людини розчіпляються до амінокислот, а вже з них синтезуються власне білки організму. Жири та жироподібні речовини об'єднуються під загальною назвою ліпіди. Ці ліпіди беруть участь у всіх важливих процесах обміну речовин в організмі і впливають на більшість фізіологічних реакцій. При відсутності жирів в тканинах знижується синтез білків, вуглеводів, провітамінів. Вуглеводи - найбільш розповсюджені в природі органічні сполучення. Вони розподіляються на моносахариди олігосахариди і дісахариди, трисахариди і тетрасахариди, полісахариди, які складаються із сотень та тисяч

моносахаридів (крохмаль, клітковина, глікоген, пектинові речовини). Джерелом вуглеводів є продукти рослинного походження хліб, крупа, картопля, овочі, фрукти, ягоди.

За засобами отримання кінцевого продукту виробництва розподіляються на:

- виробництва, які вибирають (витягають) цінні (корисні) речовини з початкової сировини (цукрова, борошномельна, круп'яна, олійна, виробництво згущеного та сухого молока);
- виробництва, які підвищують концентрацію корисного компонента в харчовому продукті (сушильна);
- виробництва, які виготовляють продукти з різних складових частин або видів сировини (консервна, комбікормова);
- виробництва, які виготовляють продукти із вторинних продуктів харчових виробництв (хлібопекарська, макаронна).

Контрольні питання

1. Що таке харчова цінність їжі?
2. Білки, жири, вуглеводи в продуктах.
3. Вітаміни та мікроелементи в їжі.
4. Фізіологічні норми споживання продуктів.
5. Відходи харчових виробництв і їхнє використання.

Лекція 8. ТЕХНОЛОГІЯ ОЛІЇ ТА ЖИРІВ.

План

1. Технологічна схема виробництва олії.
2. Екстрагування макухи.
3. Рафінація олії.
4. Гідрогенізація жирів.
5. Технологія маргарину.

Опорний конспект. Основою сировиною для одержання олії є оліємісткі або жиромісткі рослини: соняшник, кунжут, насіння бавовни, ліпехи, льону, сої, рицини, зародки кукурудзи, пшениці, насіння гарбузів, коноплі, кісточок фруктів, маслин, овочів, горіхів і т.д. Основна олійна культура на Україні - соняшник. Із нього виробляють значну частку загального обсягу виробництва рослинної олії. Бавовник - друга за значенням олійна культура в світі. Після збирання бавовняного волокна на бавноочищувальних заводах на поверхні насінин залишається ще деяка кількість короткого бавовняного волокна - пуху та підпушку. У середньо

волокнистих сортів воно досягає (8... 12%), у тонковолокнистих - (4...7%). Олійність насіння - (22...24%), лушпинність - (40...44%).

Інші олійні культури переробляють у значно менших об'ємах. Найбільшу роль серед них відіграють льон, соя, рицина, а в останні роки - і ріпак.

Льон - належить до родини " Льонових". Суцвіття його - типу "китиця", плід - коробочка, що містить від однієї до десяти насінин. Врожайність - (7... 10) ц/га, олійність (46...48)%. Насіння льону надходять на переробку без відокремлення сім'яної оболонки.

Соя відноситься до родини " Бобових", квіти, зібрані в суцвіття типу "китиця", плоди - боби, містить від двох до п'яти насінин. Олійність соєвого насіння - (19...22)%, лушпинність - (5... 10)%.

Рицина відноситься до родини " Молочайних", квіти її зібрані в суцвіття типу "китиця", плід - коробочка. Олійність насіння рицини (54...56)%, лушпинність - (22...25)%.

Перспективною технічною сировиною для одержання олії є насіння ріпаку та сої, вироблення яких в Україні щорічно зростає.

Маргарин є фізично-хімічною системою, один з основних компонентів якої - вода (дисперсна фаза) - розподіляється в іншому - маслі (дисперсійне середовище) - у вигляді найбільших часточок, утворюючи емульсію типу „вода в маслі”.

За складом, властивостями та харчовою цінністю маргарин - це високоякісний харчовий продукт, рівноцінний вершковому маслу. До його складу входять гідровані рослинні олії та гідрований китовий жир, молоко, сіль, цукор, фосфоліпіди та емульгатори.

Контрольні питання

1. Технологія вилучення соняшникової олії.
2. Технологія вилучення олії екстрактивним способом.
3. Гідрогенізація олії та рафінування олії.
4. Виробництво маргарину.
5. Регенерація розчинника при екстрагуванні олії.

Лекція 9. ТЕХНОЛОГІЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ.

План

1. Сировина та асортимент кондитерських виробів.
2. Технологія карамелі.
3. Технології шоколаду.
4. Технологія цукерок.
5. Технологія мармеладу та пастили.
6. Технологія мучних кондитерських виробів.

Опорний конспект. Сировина для виготовлення кондитерських виробів повинна відповідати державними та міжнародним стандартам. Крім того, деякі вироби є напівпродуктами або напівфабрикатами. Наприклад: какао-порошок чи какао-масло є складовими інших виробів. Цукерні маси використовуються для виготовлення карамелі, тортів, мармеладу, шоколаду т.п. Карамельна маса використовується для виготовлення халви та інших виробів, тобто незважаючи на різні технології виробництва певних кондитерських виробів всі вони об'єднані загальними для всіх кондитерських виробів технологічними засобами та сировиною.

Асортимент карамелі дуже різноманітний, та нараховував сотні найменувань. Карамель одержують виварюванням сиропу до карамельної маси вологістю (1...4)% з подальшим доданням ароматичних та смакових речовин перед формуванням.

Асортимент шоколадних виробів. Основною сировиною при виробництві шоколаду і какао-порошку, яка обумовлює їх специфічні смакові і ароматичні властивості, є какао-боби. У процесі технологічної обробки із какао-бобів одержують основні напівфабрикати - какао терте і какао-масло, які разом із цукровою пудрою використовуються для виготовлення шоколаду, а із какао-жмиха отримують какао порошок.

Шоколад поділяють на декілька видів. В залежності від складу відрізняють шоколад без добавок, шоколад із добавками, шоколад із начинкою і шоколад діабетний. В залежності від способу обробки шоколад поділяють на шоколад десертний, шоколад звичайний, шоколад шпаруватий, шоколад в порошок і шоколадні фігури. Шоколад без добавок виготовляється із какао тертого, цукрової пудри і какао масла. Такий шоколад має специфічні яскраво виражені властивості, які притаманні какао бобам. Змінюючи співвідношення між цукром і какао тертим можна змінити смакові особливості шоколаду від гіркого до солодкого. Чим більше в шоколаді какао тертого, тим більш гіркий смак, та яскравий аромат має шоколад і тим більшу він має цінність. Вміст какао тертого в

шоколаді без добавок змінюється в досить широких межах - (57...25)%. Шоколад з добавками виготовляють із какао тертого, цукрової пудри і какао масла. З добавок, які частіше всього використовуються, можна вказати на сухе молоко, сухі вершки, ядра горіхів, вафлі, цукати, спирт, коньяк, ванілін, різні есенції, тощо.

Контрольні питання

1. Сировина, асортимент та технологія карамелі
2. Сировина, асортимент та технологія цукерок
3. Сировина, асортимент та технологія мармеладу і пастили
4. Сировина, асортимент та технологія мучних кондитерських виробів.
5. Технологія халви.

Лекція 10. ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОЧНИХ ВИРОБІВ.

План

1. Склад та властивості молока.
2. Технологія переробки молока.
3. Виробництво морозива.
4. Технологія сиру.
5. Класифікація сирів.
6. Технологія твердих сичужних сирів.
7. Виробництво кисломолочного сиру (творогу).
8. Виробництво вершкового масла.

Опорний конспект. Сировиною для всіх молочних виробів є натуральний продукт-молоко тварин: корів, кіз, овець, верблюдів, кобилиць т. і. Але найбільше молока отримують від корів. Тому вся молочна промисловість саме і призначена для переробки коров'ячого молока. Хоча свіже або парне молоко саме є найбільш цінним харчовим продуктом, але умови його зберігання диктують технологічні засоби обробки для того, щоб цей продукт дійшов до споживача. З молока готують цілий ряд молочних продуктів-молоко пастеризоване, молоко стерилізоване, вершки, кефір, сметану, сир м'який (творог), сири тверді, вершкове масло, молоко згущене та сухе, та цілий ряд інших продуктів. Заводи для виготовлення нестійких продуктів (молоко пастеризоване, кефір, простокваша (кисле молоко), вершки та ін.) розташовані головним чином в місцях споживання (міські молочні заводи), заводи по виготовленню вершкового масла, молочних консервів, твердих сирів та ін., головним чином - в місцях виробництва молока.

СКЛАД МОЛОКА. Молоко утворюється в молочній залозі тварин і містить: води - (87...89)%, сухих речовин - (11...13)% в числі яких жиру - (2,8...6,0)%, білків - (2,5...4,8)%, цукру (лактоза) - (4,0...4,6)% та мінеральних речовин (солей) - (0,6...0,9)%. У молоці містяться також ферменти, вітаміни, пігменти. Молоко - слабо-кислий розчин (рН=6,6) і звертається під дією сичужного ферменту, хлористого кальцію, пепсину та інших речовин. Температура кипіння молока 100,2 °С і замерзання - біля - 0,6 °С. В'язкість, поверхневий натяг та теплоємність при 20 °С складають 1,75 Па , 43,5 Н/м, 3,89 Дж/(кг) відповідно.

При переробці молока вихід основного відходу - сироватки складає біля 90% від загального об'єму молока. В сироватку при переробці молока переходить до 50% сухих речовин (СР), яких вона містить (4,2...7,5)%. Густина сироватки складає (1018... 1027) кг/м. Сироватка містить лактозу, мінеральні речовини і молочний жир. Сироватку в залежності від продукту що виготовляється називають підсирною (солодкою), творожною (кислою), казеїною.

Сироватку використовують поки що для виробництва лимонної кислоти (32,4 кг із 1 т сироватки), кровозамінювачів, лікарських препаратів, продуктів дитячого харчування, морозива, напоїв, молочно-білкових концентратів, сиропів тощо. Перелічені продукти готують на основі молочно-білкових концентратів, одержаних із сироватки методами мембранної технології (ультра і діафільтрація, електродіаліз). Молочно-білкові концентрати одержують в рідкому (9,0...19)% СР та сухому (95% СР) вигляді. Електролізна обробка сироватки дає змогу значно демінералізувати її і одержати знесолений розчин лактози, переробка якого дозволяє одержати молочний цукор підвищеної чистоти. Крім того, відокремлення солей натрію, калію, магнію та фосфору дає змогу одержати продукти - аналога жіночого молока. Неперероблену сироватку використовують для виготовлення кормів, при виробництві деяких сортів хліба, тощо.

Контрольні питання

1. Основні технологічні операції при первинній обробці молока.
2. Основні технологічні операції при виробленні молочних консервів.
3. Основне устаткування заводів по виготовленню молочних консервів.
4. Основні технологічні операції при виготовленні сиру і творогу.
5. Технологічні процеси виготовлення вершкового масла.

Лекція 11. ТЕХНОЛОГІЯ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ.

План

1. Сировина для виробництва м'ясних виробів та асортимент продукції.
2. Технологічна лінія виробництва ковбаси.
3. Технологія сирокочених ковбас.

Опорний конспект. Основною сировиною для виробництва м'ясних виробів є м'ясо сільськогосподарських і диких тварин (крупна рогата худоба: буйволи, олені, яки, верблюди), свині, коні, вівці, кози та птиця (кури, гуси, качки та інші). Допоміжними вважають субпродукти, жир, кров, молочні продукти, яйця та яйцепродукти, мучні продукти, білковий стабілізатор, продукти для соління (сіль, цукор, нітрат натрію, аскорбінова кислота), прянощі, цибуля, часник, коньяк, модера, а також копильні препарати, ковбасні оболонки, перев'язуючі та пакуючі матеріали.

Розглянемо деякі з цих продуктів. До м'ясної сировини відносять яловичину, свинину та м'ясо поросят, баранину та козлятину, конину, верблюдяче м'ясо та інші. Відрізняють м'ясо парне - з температурою 37 °С, остигнуте - (12...14) °С, охолоджене - (0...4) °С, морожене - 6 °С та розморожене (дефростоване) м'ясо. В м'ясі в середньому міститься (9,5...2,5)% білків, (12...15)% жиру, до 1,0% вуглеводів, 1,5% мінеральних речовин та (67...82)% води. Вихід м'яса на кістках в середньому складає біля 70% від живої ваги тварини, м'ясної туші - (47...49)%, жирової тканини (4...6)%. За угодованістю м'ясо поділяють на 1 та 2 категорії, а також за сортами в залежності від частини туші тварини. До субпродуктів відносять лівер (серце, печінка, легені, діафрама із селезінкою), голови, вим'я, шлунок, м'ясну обрізь, кров та інші. До субпродуктів 1-ї категорії відносять печінку, язик, нирки, мозок, серце, до 2-ї - шлунки, харчоводи, голови, ноги, губи, вуха. Свиний жир розподіляють на шпик (зовнішній), та внутрішній (нутряк).

Копчені ковбаси в залежності від способу виготовлення поділяють на сирокочені (твердокочені) і варено-копчені (літні). Різноманітністю сирокочених ковбас є сиров'ялені ковбаси, які не піддаються копченню, їх тривалий час сушать, при цьому відбувається дозрівання фаршу і сушіння (в'ялення). Сирокочені ковбаси виробляють з сирого м'яса та жиру і підготовляють до вживання ферментацією та зневодненням м'яса. Вони мають компактну консистенцію, гострий запах і приємний солонуватий смак і містять багато білків (21...22)% та жиру (близько 42%), а тому характеризуються високою калорійністю (485 ккал). Їх можна зберігати протягом року. Найкращою сировиною для виготовлення сирокочених

ковбас є м'ясо бугаїв та лопаткова частина свинини, які мають підвищену в'язкість. Сирокоичсні ковбаси не варять, а тому з м'яса, призначеного для їх виготовлення, видаляють сухожилля.

Контрольні питання

1. Основні операції підготовки м'яса до переробки в харчові продукти.
2. Основні технологічні операції виготовлення м'ясних виробів.
3. Основні види устаткування для виготовлення ковбаси.
4. Контроль та керування технологічними процесами переробки м'яса.
5. Відходи м'ясного виробництва та їх утилізація.

Лекція 12. ПЕРЕРОБКА ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ

План

1. Асортимент продукції при переробці овочів та плодів.
2. Технологічна схема консервування, основні операції та устаткування.
3. Контроль виробництва консервів.
4. Квашення плодів і ягід.

Опорний конспект. Основною метою переробки городини, садовини та іншої сировини, є вироблення харчових продуктів, які б мали довгочасний період зберігання їх харчових та смакових властивостей. Не зважаючи на те, що вміст сухих речовин в плодах та овочах порівняно невеликий, вони багаті на поживні речовини. Найбільше сухих речовин у плодах та ягодах (10...20)%, а у окремих сортів винограду — до 25%. В овочах сухих речовин міститься менше — (4... 14)%, але у деяких з них (зелений горошок, кукурудза) - 20% і більше. Вміст білків у плодах та овочах у середньому близько 1,5%, вуглеводів - до 90% (відносно сухих речовин). Вони також мають значну кількість жирів, але багаті на вітамін С. У меншій кількості вітаміни групи В та вітамін А - у вільному вигляді та у вигляді пігменту каротину, з якого в організмі людини може синтезуватись вітамін А.

Квашення (мочіння) - найбільш простий і загальнодоступний спосіб консервування фруктів у господарствах. Квашені плоди та ягоди мають специфічний виннокислий смак та аромат внаслідок молочнокислого і спиртового бродіння, а також від додавання прянощів та солоду. Суть процесу квашення полягає в тому, що частина цукру плодів під впливом молочнокислих бактерій перетворюється на молочну кислоту, яка в основному консервує плоди. Чим більше в плодах нагромаджується молочної кислоти, тим вони краще зберігаються. У нормально заквашених

плодах кислоти повинно бути від 0,6 до 1.5%. Квашені фрукти дуже, корисні. У них залишаються майже всі поживні речовини свіжих плодів. Крім того, в результаті бродіння у плодах і ягодах утворюються продукти молочнокислого та спиртового бродіння (молочна кислота, вуглекислий газ, етиловий спирт, вітаміни групи В, ферменти), які підвищують дієтичні властивості фруктів і надають їм приємного освіжаючого смаку. Консервувати плоди способом квашення економічно вигідно для господарств, тому що плоди літніх сортів яблук і груш непридатні для тривалого зберігання, а у квашеному вигляді їх можна зберігати і реалізувати протягом усього року. Причому ціни на квашені продукти можуть дати господарству високий прибуток.

Груші квасять у стані збиральної стиглості, бо зелені плоди не розм'якшують, а стиглі (у споживчій стиглості), навпаки, надто розрихлюються. Сливи використовують також у збиральній стиглості, а ягоди брусниці та журавлини - у споживчій. Тара для квашення. Щоб одержати високоякісні квашені плоди, слід застосовувати справну, чисту бочкову тару місткістю (50... 100) л (для яблук). Найкращі бочки дубові. Однак, якщо немає таких бочок, допускається використовувати також букові, а з м'яких порід деревини - липові, осикові, осокорові і вербові. При використанні бочок з інших порід дерев та бочок з-під риби, м'яса, жирів тощо обов'язково застосовують поліетиленові мішки-вкладиші. Підготовка плодів. Для квашення відбирають плоди першого товарного сорту, здорові, не перестиглі, з цілою непошкодженою шкірочкою. За товарними якостями вони повинні відповідати умовам ДСТУ, ГОСТів чи ГСТУ. Яблука та груші ретельно миють безпосередньо перед укладанням їх у бочки в чистій проточній воді від залишків пилу, отрутохімікатів і мікроорганізмів. Миють плоди на плодомийних машинах, стежачи, щоб вони механічно не пошкоджувались.

Контрольні питання

1. Методи консервування харчових продуктів.
2. Основні технологічні операції консервування та їх коротка характеристика.
3. Основні види устаткування консервного виробництва та його коротка характеристика. Технологічна лінія виробництва баночних консервів.
4. Хімічні методи консервування.
5. Принципи автоматизації контролю та управління консервним виробництвом.

Лекція 13. ВИРОБНИЦТВО ЕТИЛОВОГО СПИРТУ.

План

1. Загальна характеристика бродильних виробництв.
2. Сировина для виробництва спирту, показники якості сировинні готової продукції.
3. Виробництво етилового спирту з крохмалевмісної сировини.
4. Розварювання сировини.
5. Зброджування оцукреної маси.
6. Вилучення спирту.
7. Особливості виробництва спирту із меляси.
8. Контроль та управління технологічним процесом.

Опорний конспект. Етиловий спирт - один з найважливіших продуктів, які використовуються в харчовій хімічній, електротехнічній, парфумерній, і інших галузях промисловості. Етиловий спирт використовується, як паливо для у двигунів в лабораторіях і як антифриз. В медицині він споживається як дезінфікуючий засіб. Етиловий спирт використовується як основа для виготовлення напоїв (горілки, настойки, лікери) і для підвищення міцності виноградних вин, а також міститься в коньяках, вині, пиві, наливках і інших напоях. Етиловий спирт одержують із зернових культур, картоплі, буряків і меляси, а також з відходів сульфітно-целюлозного виробництва і продуктів гідролізу деревини. Синтетичний спирт одержують із природних газів та продуктів переробки нафти. Етиловий спирт - прозора безкольорова рідина з пекучим смаком і характерним запахом. Температура кипіння його при нормальному тиску 78.35 °С, а густина - 789,27 кг/м³. Змішується з водою в будь яких співвідношеннях і є добрим розчинником. Існує два шляхи одержання спирту - бродіння (розклад) цукрів під дією ферментів дріжджів (біохімічний метод) і приєднання до етилену води в присутності каталізаторів (хімічний або синтетичний метод).

Для виробництва спирту біохімічним методом використовують різноманітну сировину, яку можна розділити на три види:

1. Цукровмісні (цукрова патока або меляса, буряк, фрукти, ягоди, виноград та ін.);
2. Крохмалевмісні (картопля, жито, овес, ячмінь, кукурудза, пшениця та ін.);
3. Матеріали, що містять клітковину (деревина, тріски, сульфітні луги, солома, плівки злакових культур і інші відходи рослин).

Не дивлячись на різноманітну сировину, технологічний процес

виробництва спирту можна представити трьома стадіями: підготовка сировини до бродіння; бродіння; вилучення з одержаної бражки спирту.

Найбільш простою є підготовча стадія при переробці на спирт цукровмісних матеріалів. Наприклад, при переробці меляси її розбавляють водою до (21...22)% сухих речовин, підкислюють соляною чи сірчаною кислотою і додають поживні речовини, що містять азот і фосфор (6...7) кг на 1 т. сировини). Підготовлений ніким чином субстрат зброджуючі, дріжджами і одержують гак звану зрілу бражку, що містить (8...9)° о спирту. Спирт вилучають із бражки відгоном на брагоректифікаційних апаратах. Одержаний спирт-сирець при 90° об'ємних містить легкі домішки (ефіри, кислоти) і менше леткі - сивушні масла. Повторною відгонкою ректифікацією одержують спирт-ректифікат. Більш складною є технологія спирту при використанні крохмалевмісної сировини, що зв'язано з попереднім перетворенням крохмалю в цукор (оцукрювання). Перетворення проходить гідролізом-приспапням води до крохмалю.

Контрольні питання

1. Принципи підготовки різних видів сировини для зброджування на спирт.
2. Основні етапи виробництва спирту.
3. Комплексна переробка продуктів при виробництві спирту.
4. Вилучення та очищення спирту.
5. Солод і його роль у виробництві продуктів бродіння.
6. Основне устаткування спиртзаводів та їх призначення.

Лекція 14. ВИРОБНИЦТВО ПИВА, ВИН, КОНЬЯКУ ТА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ.

План

1. Сировина для виробництва пива, показники якості сировини і готової продукції.
2. Технологічна схема виробництва пива.
3. Виробництво безалкогольних напоїв.
4. Сировина для виробництва вин.
5. Технологічний процес виробництва виноградних вин.
6. Особливості виробництва ігристих вин.
7. Особливості виробництва кон'яку.

Опорний конспект. Пиво - слабоалкогольний напій, насичений вуглекислим газом, що має специфічний аромат та смак. Вміст в пиві вуглекислоти тазу пояснюється його здатністю втамовувати спрагу. Гіркі речовини хмелю, що містяться в пиві, стимулюють травлення. Пиво, завдяки присутності вуглеводів, білків, вітамінів і органічних кислот має певну поживну цінність. Так один літр світлого пива має калорійність (400...500) ккал (1700...2000 кДж). Темні сорти пива місять до 800 ккал (3400 кДж). Вміст алкоголю в пиві невеликий і змінюється в широких межах від 2,5 до 8% об. Показники якості пива визначаються лабораторним аналізом і оргаліптичними методами та повинні відповідати стандартам.

Основною сировиною для виробництва пива є ячмінний солод, хміль і несолоджені матеріали (кукурудзяне, ячмінне, рисове борошно тощо). В значній мірі визначає якість пива вода, вміст якої в пиві складає майже 90%. Тому до води використовуються такі вимоги як і до питної, у відповідності до стандарту. Не допускається вміст у воді заліза більше 5 мг/л; жорсткість води для виготовлення світлого пива не повинна перебільшувати 1,8 мг-екв/л. Для приготування темних сортів пива рекомендується вода, що має жорсткість (5,5...7,0) мг-екв/л. Воду забруднену тваринними відходами, які містять аміак, азотну, азотисту, фосфорну кислоти використовувати для приготування пива заборонено. Вода не повинна містити мікроорганізми, що утворюють плісені. Схема виробництва пива включає такі етапи: підготовка солоду і його заміників, готування пивного суслу, прояснення і охолодження суслу, головне бродіння, доброджування, віджимка, прояснення і розливання пива. Солод і несолоджений ячмінь для готування суслу попередньо піддають очищенню на полірувальних машинах і подрібненню.

Для виробництва безалкогольних напоїв основною сировиною є вода (90%), а також цукор, спиртовані соки або екстракти із плодів ягід, харчові кислоти (лимонна, молочна), ароматичні настої, есенції та вуглекислий газ. Виробництво газованих напоїв складається із таких операцій: обробка (зм'якшення) води, підготовка білого цукрового сиропу, купажних сиропів, газування води вуглекислим газом, підготовка посуду, розливання напоїв, бракераж готової продукції, пакування і зберігання.

Готування групового сиропу полягає в розчиненні цукру у воді, кип'ятіння з метою знищення слизеутворюючих бактерій. Інвертний цукровий сироп готують з добавкою лимонної кислоти після кип'ятіння і охолодження його до 70 °С на кожній 100 кг цукру. Купажні сиропи готують змішуванням всіх складових за рецептурою (крім газованої води)

в закритих ємностях з механічними мішалками. Налитий у пляшки у купажний сироп доливають газованою водою. Насичення води вуглекислим газом здійснюють у сатураторах. Розливання води здійснюють на автоматичних лініях, що складаються із пляшкомиїних машин, дозуючих, розливних, закупорювальних, бракеражних автоматів та автоматів для укладки пляшок.

Вином називають напій який одержують Внаслідок бродіння виноградного або плодово-ягідного соку. Вино є коштовним столовим напоєм, що містить цілий ряд вітамінів і мікроелементів. Воно має також лікувальні і дієтичні властивості, робить антисептичну й бактерицидну дію. Основною сировиною у виноробстві є виноград, з якого у світі щорічно виробляється близько 35 млрд. л вина. Крім того, вино виробляють із фруктів і ягід.

Якість винограду визначається сортом, ступенем зрілості, смаковими властивостями, цукристістю, ступенем поразки хворобами й шкідниками, умовами вирощування, агротехнічними прийомами оброблення виноградників і ін. На якість вина вирішальний вплив робить хімічний склад ягід, що залежить від підбора сортів і кожного сорту. Сортові розходження винограду багато в чому визначають типи й індивідуальність вин, особливо марочних. У виноробстві існують сорти, які використовують для готування тільки визначених сортів або типів вин. Наприклад, столові сухі вина одержують з Рислінгу, Алиготе, Сільванера, Каберне, мадери - із Серсиль, Вердельо, портвейни з Кокура, Каберне, Мельбека, токайські вина - з Фурмінта, Гаре Лавелю, Пино гри.

Коньяк характеризується високим вмістом спирту (40..57 об.%) і своєрідними смаковими відмінностями, які якісно відрізняють його від лікєро-горілчаных виробів. Йому властивий золотистоянтарний колір, приємний аромат з легким ванільним чи квітковими тонами і гармонічним, злегка пекучим смаком. Кон'як отримують в результаті довгочасної витримки кон'ячного спирту у дубових бочках, отриманого перегонкою молодих вин, які виробляють із спеціальних сортів винограду.

В процесі перегонки коньячний спирт збагачується альдегідами, ацеталами, складними ефірами, леткими кислотами, вищими спиртами, фурфуролом. Із дубової деревини він екстрагує лігнін, таніди, цукри, ароматичні альдегіди, тощо. Взаємні перетворення всіх цих речовин у процесі довгорічної витримки приводять до утворення нових сполук, які визначають специфічний смак і букет коньяку. В залежності від віку і якості кон'ячних спиртів, які ідуть на їх виготовлення, коньяки діляться на ординарні, марочні і колекційні.

Коньячні спирти для ординарних коньяків витримують три-п'ять років. Для марочних кон'яків використовуються спирти не менш 6-річної витримки. Ординарні коньяки виготовляють 3-х назв: "Три зірочки", "Чотири зірочки", "П'ять зірочок". Кількість зірочок відповідає кількості років витримки коньячних спиртів, які використовують для їх виготовлення. Марочні коньяки випускаються декількох груп: коньяк витриманий ("КВ") із витриманих коньячних спиртів середнього віку від 6 до 7 років.

Контрольні питання

1. Основні етапи виробництва пива. Устаткування пивоварних заводів.
2. Роль солоду і хмелю у виробництві пива.
3. Процеси, що проходять при бродінні пива.
4. Основні принципи управління пивоварним виробництвом.
5. Технічні операції при виробництві квасу.
6. Технологічні операції при виробництві безалкогольних напоїв.
7. Основні етапи виробництва виноградного вина.
8. Особливості виробництва шампанських вин.
9. Особливості виробництва коньяку.
10. Основні технологічні операції виготовлення вина.
11. Первинне та вторинне виноробство.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПАЛИВА.

Лекція 15. КЛАСИФІКАЦІЯ, ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВА, СУТЬ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ ТА ХАРАКТЕР ДІЇ НА ЛЮДИНУ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ.

План

1. Класифікація палива.
2. Суть процесу горіння палива.
3. Характер дії на людину продуктів згорання.

Опорний конспект. Горінням називають швидкоплинну реакцію, яка супроводжується виділенням теплоти і випромінюванням світла. Як правило, це процес окислення, сполучення палива з киснем повітря (іноді з чистим киснем) або з іншим окислювачем. Характерною особливістю цього процесу є велика швидкість протікання реакції, при якій тепло, що виділяється, не встигає розсіюватися, внаслідок чого різко підвищується температура. Цим відрізняється процес горіння від дуже повільних окислювальних процесів - гниття й іржавіння. Горіння - складний процес, при якому хімічні реакції супроводжуються фізичними явищами: перемішуванням палива і повітря, дифузією, теплообміном тощо. Розрізняють гомогенне горіння, коли паливо і окислювач знаходяться в газоподібному стані; гетерогенне, коли речовини знаходяться в різному агрегатному стані, наприклад, рідкі і газоподібні. Для процесу горіння необхідно, щоб горючі речовини і окислювач мали деяку (певну для кожної речовини) температуру, при якій порівняно швидко відбувається їх взаємодія. Температура, при якій хімічний процес різко прискорюється при зіткненні з відкритим вогнем і речовина займається, називається температурою займання. Якщо займання речовини відбувається без стикання з відкритим вогнем, матимемо температуру самозаймання. Надалі горіння продовжується внаслідок безперервного виділення тепла, необхідного для підтримування температури на достатньо високому рівні. Швидкість процесу горіння залежить в основному від умов сумішоутворення. Залежно від цього горіння розділяють на кінетичне і дифузійне. Якщо процес утворення суміші палива і повітря передує горінню, то горіння називають кінетичним; якщо процеси відбуваються одночасно - дифузійним. На практиці, як правило, відбувається змішане горіння - дифузійно-кінетичне. За температуру горіння приймають температуру, до якої нагріваються газоподібні продукти згорання внаслідок горіння палива. Розрізняють температуру горіння теоретичну і дійсну. Теоретична температура горіння - це максимальна температура, яка

може бути досягнута при відсутності втрат від теплообміну. У реальних умовах процес горіння супроводжується теплообміном і тепловими втратами, тому продукти згоряння мають дійсну температуру, яка нижче теоретичної. Вид палива, його властивості визначають особливості процесу горіння. Згоряння твердого палива (вугілля) може відбуватися у товщині шару (шарові камери згоряння), а також у пиловидному стані (факельні камери згоряння). Горіння твердого палива (не тільки вугілля) у шаровій камері згоряння (топці) складається з таких стадій: випаровування вологи (підсушування палива), виділення та горіння горючих летких речовин у топковому просторі і горіння безпосередньо на колосниковій решітці. Таким чином, частина твердого палива згорає в топковому просторі, а частина - на колосниковій решітці.

Контрольні питання

1. Які види палива вам відомі?
2. Яка роль процесу горіння для людини?
3. Які типи паливних матеріалів застосовуються у промисловості?
4. Назвіть стадії горіння твердого палива.
5. Які негативні впливи чинять продукти горіння на навколишнє середовище?

Лекція 16. ЗАСТОСУВАННЯ ТВЕРДИХ БІОПАЛИВ.

План

1. Класифікація твердого біопалива.
2. Приведення твердого біопалива до стану, придатного для використання.
3. Технології спалювання твердих біопалив.
4. Обладнання для спалювання твердого біопалива.

Опорний конспект. Сільськогосподарська біомаса, використовувана як паливо, має ряд особливостей, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів, що застосовуються для опалення. Деякі з характеристик твердого біопалива, у першу чергу зовнішні (щільність, розміри часток, специфічність поверхні), за допомогою подрібнення та ущільнення можуть бути змінені. У той же час його основні паливно-технологічні характеристики прийнято розглядати як сталі.

Найбільш важливою паливно-технологічною характеристикою біомаси, використовуваної як тверде біопаливо, є її теплотворна здатність, яка залежить від багатьох чинників: генетичних особливостей енергетичних рослин, впливу навколишнього середовища, умов

зберігання, вологості тощо. У табл. 1 наведено середню теплотворну здатність сільськогосподарської енергетичної сировини (що раніше відносили до відходів агропромислового виробництва) при абсолютній її вологості на рівні 20%.

Температуру горіння біомаси із сільськогосподарських відходів можна розрахувати, знаючи її складові. У процесі горіння біомаси (її перетворення в ССЬ і НЮ) корисна енергія, що виділяється, складає приблизно 450 кДж на один моль вуглецю (38 МДж на 12 кг вуглецю) при відновленні $i^*=1$. Ця характеристика не завжди стала, бо йдуть й інші перетворення енергії. Так, цукор ($i^*=1$) має теплоту згоряння біля 450 кДж на 12 г вуглецю, що міститься в ньому. Повністю конвертований матеріал, наприклад метан СЦ ($\eta=2$), має теплоту згоряння біля 900 кДж на 12 г вуглецю (або на 16 г самого метану). Присутність води в паливі з біомаси часто веде до значних втрат виходу теплової енергії у зв'язку з тим, що випаровування води вимагає її витрат на рівні 2,3 МДж/кг.

Великий вміст кисню в сільськогосподарських твердих біопаливах означає, що в процесі їх горіння потреба в повітрі та кількість утвореного диму менші, ніж при спалюванні різних видів вугілля. Вміст води в паливі несприятливий не лише з точки зору теплотворної здатності матеріалу. Зі збільшенням вологості зростає кількість водяної пари, а це внаслідок процесів її конденсації створює проблеми при відведенні диму.

Контрольні запитання

1. Які види твердого біопалива вам відомі?
2. Як привести тверде біопаливо до стану придатного для застосування в промисловості?
3. Розкрийте особливості технології спалювання твердих біопалив.
4. Опишіть обладнання, що використовується для спалювання твердого біопалива.
5. Чим шкідливі викиди твердого біопалива для людини?

Лекція 17. РІДКІ БІОПАЛИВА ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ.

План

1. Рідкі біопалива для карбюраторних двигунів.
2. Рідкі біопалива для дизельних двигунів.
3. Рідкі біопалива для котельних установок.

Опорний конспект. Біопаливо - це паливо, що отримується в результаті переробки біологічної сировини. В Україні більш ніж достатньо біомаси. Ці ресурси не монополізовані гігантськими компаніями, і їх вартість не схильна до дії кон'юнктури світових ринків.

Фахівцями розрізняються наступні види біопалива: рідке біопаливо (біоетанол, біодизель), тверде біопаливо (паливні гранули або паливні пеллети) і газоподібне (біогаз). В даний час біопаливо розглядається як паливо, яке може скласти альтернативу існуючим видам, як ось: нафта і його складові, газ, водневе паливо і т.д.

Потужності по виробництву біодизельного палива складають 250 тис. т в рік. Потужних виробників нараховується близько десяти. Найбільші серед них „Оріана-Галев” (м. Калуш, Івано-Франківська обл. потужність 180 тис. тон біодизелю в рік), „Лібер” (м.Херсон потужність 10 тис. т), „Біопаливна компанія” (м. Саки, Крим, потужність -5 тис. т.), „ ВАТ Стирол” (м. Горлівка, Донецька обл., потужність – 10 тис.т) та „АТП1062 „ (дніпропетровська обл., 10 тис. т.). Жоден з заводів сьогодні повноцінно не працює. В 2009 р. лише „ВАТ Стирол” випустив декілька сот тон продукції для власних потреб. Решта заводів випустили продукцію в невеликій кількості, необхідній для сертифікації. Також в Україні в фермерських господарствах встановлено біля 300 дрібних біодизельних установок, які мають потужності від 50 до 500 т в рік. Причиною такої ситуації стало стрімке подорожчання осінню 2008 р в 1.5 рази сировини (насіння рапсу) та структура ціноутворення на нафтопродукти, а саме невисокі акцизні платежі, внаслідок чого біодизелю важко конкурувати в роздрібній ціні з мінеральними аналогами.

Контрольні питання

1. Які види рідких біопалив застосовуються для карбюраторних двигунів?
2. Які види рідких біопалив застосовуються для дизельних двигунів?
3. Які види рідких біопалив застосовуються для котельних установок?
4. В чому суть палетування стружки?
5. З чого отримують біодизель і яка технологія його виробництва?

Лекція 18. ВИРОБНИЦТВО БІОГАЗУ ТА БІОВОДНЮ.

План

1. Біоводень.
2. Відходи як сировина для виробництва біогазу. Мікробіологічні основи процесу.
3. Використання продуктів метанового бродіння.
4. Апарати для виробництва біогазу.
5. Технології отримання біогазу.

Опорний конспект. Біоводень (biohydrogen) - газоподібний різновид біопалива, одержуваний разом із біобутанолом шляхом бутилового або ацетонобутилового зброджування сільськогосподарських рослин. Методом бутилового бродіння сахарози або крохмалю з 1 тонни меляси можна одержати до 140 м³ водню, 1 т стебел солодкого сорго - 50 м³, 1 т картоплі - 42 м³. При ацетонбутиловому зброджуванні з 1 т картоплі одержують 25 м³ водню, тоді як 1 т стебел солодкого сорго дає 30 м³. Біоводень можна одержувати термомеханічним способом з відходів деревини, однак собівартість даного методу поки занадто висока. Застосування водню на транспорті й в енергетиці в даний час обмежено відсутністю розвинутої інфраструктури, тому поки що створюються лише концептуальні моделі водневих автомобілів і техніки, що працює на паливних водневих елементах. Ускладнюють можливість використання водню як палива також проблеми безпеки: водень може створювати з повітрям вибухонебезпечну суміш - гримучий газ; зріджений водень має виняткові проникаючі властивості, вимагаючи застосування особливих матеріалів. Однак, по екологічних параметрах безпеки, водню немає рівних. Реакція розкладання водню - $\text{H}_2 + 0,5\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$ - супроводжується виділенням великої кількості енергії (285,8 кДж/моль). При цьому не відбувається ніякого забруднення атмосфери, тому що в результаті реакції утворюються тільки пари води.

Контрольні питання

1. Що таке біоводень?
2. Яка сировина використовується для одержання біогазу?
3. Що таке метанове бродіння? Які особливості його протікання?
4. Опишіть апарати, що застосовуються для виробництва біогазу.
5. Окресліть схему технології отримання біогазу.