

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра готельно-ресторанного та туристичного бізнесу

ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Одеса - 2024 рік

УДК: 66.02

Конспект лекцій з дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / І.В. Безбах, Д.О. Харенко. Одеса: МГУ, 2024. 30 с.

Укладачі:

І.В. Безбах, доктор технічних наук, професор кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу, Міжнародний гуманітарний університет.

Д. О. Харенко, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу, Міжнародний гуманітарний університет.

Рецензент:

О.Г. Бурдо, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри процесів, обладнання та енергетичного менеджменту, Одеський національний технологічний університет.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої Ради
Міжнародного гуманітарного університету
(протокол № 1 від 31.08.2024)

Опис навчальної дисципліни

«Процеси й апарати харчових виробництв» – це сукупність наукових та інженерних знань, що дозволяє створювати нові й удосконалювати діючі технології і обладнання для виробництва харчових продуктів.

Метою навчальної дисципліни є підготовка здобувача до вивчення спеціальних дисциплін навчального плану, усвідомлення та засвоєння фізичної суті теплових, масообмінних та гідромеханічних процесів, будови і методів розрахунку типових апаратів.

Міждисциплінарні зв'язки

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих в процесі опанування ними таких загальнотеоретичних і спеціальних дисциплін, як «Харчова хімія», «Вища математика», «Інформатика та інформаційні технології» та базується на сучасних наукових і технологічних досягненнях харчової та хімічної промисловості, фундаментальних розробках вітчизняних і зарубіжних вчених.

Вивчення дисципліни передусє вивчення наступних дисциплін: «Технологія продукції ресторанного господарства», «Устаткування закладів ресторанного господарства». Набуті навички можуть бути корисними при виробничій та переддипломній практиках, а також при підготовці кваліфікаційної роботи.

У процесі реалізації програми дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Знання:

- знати і розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі харчових технологій;
- проводити пошук та обробку науково-технічної інформації з різних джерел та застосовувати її для вирішення конкретних технічних і технологічних завдань;

Вміння:

- організовувати, контролювати та управляти технологічними процесами переробки продовольчої сировини у харчові продукти, у тому числі з застосуванням технічних засобів автоматизації і систем керування;
 - вміти проектувати нові та модернізувати діючі підприємства (ресторанні господарства), цехи, виробничі дільниці з застосуванням систем автомати- зованого проектування та програмного забезпечення;
 - обирати сучасне обладнання для технічного оснащення нових або ре- конструйованих підприємств (цехів), знати принципи його роботи та правила експлуатації, складати апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів запроектованого асортименту;
 - дотримуватися правил техніки безпеки та проводити технічні та організаційні заходи щодо організації безпечних умов праці під час виробничої діяльності;
- Навички:** здійснювати технологічні, технічні, економічні розрахунки в рамках розроблення та виведення харчових продуктів на споживчий ринок, вести облік витрат матеріальних ресурсів.

Тема 1. Вступ. Моделювання процесів і апаратів. Техніка безпеки

Питання для вивчення:

1. Що таке моделювання технологічних процесів і апаратів?
2. Які існують види та методи моделювання?
3. Яке значення має моделювання для ресторанного господарства?
4. Які основні принципи техніки безпеки в роботі з апаратами харчового виробництва?
5. Як впроваджувати безпечні умови праці на підприємстві?

1.1. Поняття моделювання технологічних процесів

Моделювання — це процес створення умовного опису реального об'єкта, явища або процесу з метою його вивчення, оптимізації та прогнозування. У харчовій промисловості це дозволяє досліджувати технологічні процеси без ризику для продукції, обладнання або персоналу.

◆ **Модель** — це спрощене відображення реального об'єкта. Вона може бути:

- **фізичною** (експериментальною);
- **математичною** (алгебраїчною, диференціальною);
- **комп'ютерною** (цифровою, віртуальною).

Моделі у харчових виробництвах враховують:

- матеріальні потоки (речовини, сировина, продукти);
- енергетичні потоки (тепло, тиск);
- процеси масообміну, теплопередачі та механічної обробки.

1.2. Основні методи моделювання

1. **Емпіричне моделювання** — базується на експериментальних даних.
2. **Аналітичне (математичне)** — використовує рівняння та формули:
3. **Комп'ютерне моделювання** — дозволяє візуалізувати процеси, протестувати обладнання у віртуальному середовищі, змінювати параметри в режимі реального часу.

1.3. Моделювання в ресторанному господарстві

У закладах ресторанного господарства моделювання використовується для:

- оптимізації планування кухні;
- вибору найбільш ефективного обладнання;
- автоматизації виробничих процесів;
- розрахунку енергоспоживання;
- прогнозування навантаження на персонал.

✦ **Приклад:** Моделювання теплових процесів у пароконвектоматі дозволяє підібрати оптимальні параметри приготування м'яса, зберігаючи соковитість та смакові властивості.

1.4. Основи техніки безпеки у харчовому виробництві

Техніка безпеки — це система заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці.

Основні нормативні документи:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Державні санітарні норми та правила;
- НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні»;
- ДСТУ EN ISO 12100:2015 «Безпечність машин. Загальні принципи проєктування».

Основні принципи техніки безпеки:

1. **Ідентифікація ризиків** — визначення небезпечних елементів обладнання.
2. **Профілактика травм** — використання захисних кожухів, сенсорів, блокувань.
3. **Навчання персоналу** — регулярні інструктажі.
4. **Забезпечення засобів індивідуального захисту (ЗІЗ)** — рукавички, халати, фартухи.
5. **Правила користування електро- та тепловим обладнанням:**
 - регулярна перевірка заземлення;
 - захист від вологи;
 - маркування гарячих поверхонь.

Питання для самоперевірки:

1. Які типи моделей використовуються у харчових виробництвах?
 2. Наведіть приклади використання комп'ютерного моделювання в ресторанах.
 3. Що таке аналітичне моделювання? Які рівняння до нього належать?
 4. Назвіть ключові нормативні документи з техніки безпеки в харчовій промисловості.
 5. Які основні формули використовуються при розрахунках теплових процесів?
-

Тема 2. Гідростатика

Питання для вивчення:

1. Що таке гідростатика та яке її практичне значення?
 2. Які властивості рідин досліджує гідростатика?
 3. Як розраховується тиск у рідинах, зокрема в закритих резервуарах?
 4. Яке значення має гідростатичний тиск для роботи обладнання у ресторанному господарстві?
-

2.1. Основи гідростатики

Гідростатика — це розділ механіки рідин, що вивчає рівновагу рідин або газів у стані спокою та тиск, який вони чинять на стінки посудин, тіла або інші рідини.

У ресторанному обладнанні це має особливе значення для розрахунку тиску в резервуарах, котлах, ємностях для соусів, маринадів, гарячих напоїв та ін.

2.2. Властивості рідин

Основними властивостями рідин, що враховуються у гідростатиці, є:

- **густина (ρ)** — маса рідини в одиниці об'єму, вимірюється в кг/м^3 ;
 - **вага (P)** — сила, з якою рідина діє на дно та стінки посудини;
 - **в'язкість (η)** — внутрішній опір руху рідини (у гідростатиці — обмежено);
 - **стисливість** — за гідростатичних умов вважається ≈ 0 (рідини несжимаємі).
-

2.3. Закон Паскаля

Один із основних законів гідростатики:

Закон Паскаля: тиск, створений у замкненій рідині, передається без змін в усіх напрямках.

◆ Практично: в ресторанах цей принцип лежить в основі роботи гідравлічних механізмів (наприклад, підйомних платформ, пресів, міксерів з гідравлічним приводом).

2.4. Гідростатичний тиск

Гідростатичний тиск — це тиск, який рідина чинить на дно та стінки посудини, зумовлений силою тяжіння.

2.5. Тиск у закритих резервуарах

У закритій ємності, крім гідростатичного тиску, враховується ще й **тиск повітря над рідиною**.

◆ Цей підхід важливий у ресторанному господарстві для точного контролю процесів у стерилізаційних котлах, автоклавах, пивних бродильнях тощо.

2.6. Приклади використання гідростатики в ресторанах

- **Резервуари для соусів та рідин:** забезпечення рівномірного дозування за рахунок стабільного гідростатичного тиску.
 - **Посудини з подвійними стінками:** контроль внутрішнього тиску теплоносія.
 - **Системи збереження напоїв:** врахування тиску при розливі через дозатори.
-

2.7. Закон Архімеда

Закон Архімеда: на тіло, занурене в рідину, діє сила, що дорівнює вазі витісненої рідини і направлена вгору.

◆ Цей закон застосовується при проектуванні обладнання, яке має бути частково занурене в рідину, наприклад, поплавкові дозатори.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке гідростатичний тиск? Наведіть приклад розрахунку.
 2. У чому полягає суть закону Паскаля?
 3. Які фактори впливають на гідростатичний тиск у посудині?
 4. Як змінюється тиск у закритій посудині з рідиною?
 5. Де в ресторанному господарстві застосовується принцип Архімеда?
-

Тема 3. Гідродинаміка. Переміщення рідин і газів. Гідравлічні машини

Питання для вивчення:

1. Які закони описують рух рідин і газів?
 2. У чому полягає різниця між ламінарним і турбулентним потоком?
 3. Які типи гідравлічних машин використовуються у харчовому виробництві?
 4. Як розраховуються швидкість та тиск у трубопроводах?
 5. Як застосовується гідродинаміка в ресторанному господарстві?
-

3.1. Поняття гідродинаміки

Гідродинаміка — це розділ механіки, який вивчає закони руху рідин та газів, включаючи їх переміщення у трубопроводах, апаратах, насосах і вентиляторах.

У ресторанному виробництві гідродинаміка застосовується в таких процесах:

- транспортування рідких компонентів (соусів, кремів, маринадів);
 - охолодження і нагрівання теплоносієм;
 - подача рідини через фільтри або теплообмінники.
-

3.2. Види руху рідини

Існує два основних режими потоку:

- **Ламінарний потік** — спокійний, без завихрень, характерний для малих швидкостей ($Re < 2000$).
- **Турбулентний потік** — хаотичний, із завихреннями, виникає при більших швидкостях ($Re > 4000$).

✧ **Число Рейнольдса** — критерій, що визначає режим потоку:

3.3. Закон Бернуллі

Закон Бернуллі описує збереження енергії у потоці рідини:

🔑 Цей закон застосовується для проектування систем трубопроводів, у яких рідина змінює висоту або швидкість — наприклад, у посудинах із дозуванням сиропів, супів, соусів тощо.

3.4. Сила опору та втрати тиску

У трубах частина енергії витрачається на подолання тертя:

◆ У ресторанних системах водопостачання та рециркуляції врахування втрат тиску — критично важливе для стабільної подачі рідини.

3.5. Гідравлічні машини

Гідравлічні машини — це пристрої, що створюють потік рідини, забезпечуючи її переміщення або циркуляцію. Основні типи:

◆ Насоси:

- **Центробіжні насоси** — використовуються для подачі рідин на великі відстані з помірним тиском.

- **Поршневі насоси** — точне дозування (наприклад, рідкі маринади або соуси).
- **Діафрагмові насоси** — підходять для в'язких або чутливих до механічного впливу продуктів.

◆ Компресори:

- для подачі газів — наприклад, повітря до систем вентиляції, CO₂ в апаратах газування.

◆ Вентилятори:

- забезпечують примусову подачу повітря у витяжки, печі, камери охолодження.

3.6. Застосування гідродинаміки в ресторанному обладнанні

✎ Приклади:

- **Посудомийні машини** — циркуляція води із заданим тиском і температурою.
- **Системи опалення** — забезпечення рівномірного нагріву кухонних приміщень.
- **Пароконвектомати** — подача пари під тиском із заданою швидкістю.
- **Фільтраційні установки** — переміщення рідини через мембрани.

✎ Питання для самоперевірки:

1. Яка різниця між ламінарним і турбулентним потоком?
2. Що таке число Рейнольдса і яку воно має практичну цінність?
3. Як тиск і швидкість пов'язані згідно з законом Бернуллі?
4. Назвіть типи насосів, що використовуються в ресторанній індустрії.
5. Які втрати виникають під час руху рідини в трубах, і як вони розраховуються?

■ Тема 4. Механічні процеси. Розділення неоднорідних систем

Питання для вивчення:

1. Які види неоднорідних систем існують у харчовій промисловості?
2. Які механічні процеси застосовують для їх розділення?
3. Яке обладнання використовується для подрібнення, сортування, сепарації?
4. Як особливості сировини впливають на вибір методу розділення?
5. Які закономірності лежать в основі подрібнення і класифікації?

4.1. Поняття неоднорідних систем

Неоднорідна система — це суміш компонентів, які мають різні фізичні властивості (густина, розмір часток, агрегатний стан), і які можна розділити механічним шляхом.

◆ Приклади:

- суспензії (рідина + тверді частки, наприклад, соуси зі спеціями);
- емульсії (наприклад, майонез, крем);
- сипучі суміші (борошно + спеції);
- пастоподібні маси (фарш, тісто з домішками).

4.2. Основні механічні процеси розділення

◆ Подрібнення

Мета — зменшити розміри частинок з метою:

- полегшення теплової обробки;
- підвищення однорідності суміші;
- покращення органолептичних властивостей.

◆ Сортування

Поділ матеріалу за розмірами часток, зазвичай з використанням сит, вібросепараторів або класификаторів.

◆ Класифікація

Розділення частинок у повітряному або рідинному потоці — залежно від швидкості осідання. Часто використовується у виготовленні борошна або спецій.

◆ Сепарація

Механічне розділення фаз за густиною (наприклад, при відділенні вершків від молока).

4.3. Обладнання для розділення неоднорідних систем

1. Подрібнювачі:

- м'ясорубки, блендери, куттери;
- вальцьові млини — для круп і борошна.

2. Сита та вібросепаратори:

- використовуються для відсіву домішок або сортування порошків.

3. Гідроциклонні апарати:

- розділяють тверді частинки за густиною в рідкому середовищі.

4. Центрифуги:

- швидке відділення фаз (жир/рідина, макуха/масло).

5. Маслопреси:

- для виділення рідких компонентів з пастоподібної маси.

4.4. Вплив властивостей сировини на ефективність поділу

- **Вологість:** висока вологість погіршує ефективність сортування і подрібнення.
- **Твердість:** впливає на вибір подрібнювального обладнання.
- **Розмір та форма часток:** визначає спосіб сепарації.
- **Злипання компонентів:** ускладнює механічний поділ, потребує попередньої підготовки.

🔗 Наприклад, при подрібненні моркви слід враховувати її вологоутримуючу здатність, а при поділі спецій — липкість олійних речовин.

4.5. Практичне застосування в ресторанному господарстві

- **Приготування фаршу, паштетів, кремів** — подрібнення з заданими характеристиками.
- **Видалення небажаних домішок із сипучих продуктів** — через магнітні або механічні сита.
- **Автоматизоване сортування овочів або круп** — у сучасних ресторанах з великим обсягом продукції.

✍ Питання для самоперевірки:

1. У чому полягає суть подрібнення як механічного процесу?
2. Які фізичні властивості продукту впливають на вибір методу розділення?
3. Яке обладнання застосовується для сортування сипучих матеріалів?
4. Яке рівняння описує витрати енергії на подрібнення?
5. Де в ресторанах використовуються сепаратори або центрифуги?

📖 Тема 5. Осідання

Питання для вивчення:

1. Що таке осідання і які фактори впливають на його швидкість?
2. Які типи осідання існують?
3. Як розраховується швидкість осідання часток?
4. Яке обладнання використовується для осадження в харчовій промисловості?
5. Де саме застосовується осідання у ресторанному господарстві?

5.1. Суть процесу осідання

Осідання — це механічний процес відокремлення твердих часток, які перебувають у завислому стані в рідині, за рахунок дії сили тяжіння. У результаті осідання тверді частинки повільно опускаються на дно посудини або апарата.

◆ Типовий приклад — відстоювання крохмалю у воді або освітлення рідин (наприклад, бульйонів, соусів, соків).

5.2. Закони, що описують осідання

◆ Закон Стокса

5.3. Класифікація осідання

- **Вільне осідання** — частинки не взаємодіють між собою; процес розглядається для сильно розбавлених суспензій.
- **Утруднене осідання** — спостерігається при високій концентрації часток, коли вони заважають руху одна одної.
- **Флокуляційне осідання** — частки об'єднуються у більші агрегати (флокули), що осідають швидше.

5.4. Фактори, що впливають на процес осідання

1. **Розмір часток** — більші частинки осідають швидше.
2. **Густина часток і рідини** — що більша різниця, то швидше осідання.
3. **В'язкість середовища** — чим вища в'язкість, тим повільніше відбувається осідання.
4. **Температура** — підвищення температури зменшує в'язкість рідини та прискорює осідання.

5.5. Обладнання для осідання

- **Відстійники** — апарати для осідання суспензій у стані спокою.
- **Осаджувальні баки** — використовуються для очищення бульйонів, фільтрації соків, розсолів.
- **Сепаратори-осаджувачі** — обладнані зливними отворами та нахиленими пластинами для ефективнішого осідання.

5.6. Практичне застосування в ресторанному господарстві

🔑 Приклади:

- **Освітлення рідин** — видалення часток у компотах, соках, відварах.
- **Попереднє очищення води** — для виробничих потреб.
- **У виробництві соусів і бульйонів** — осадження небажаних частинок.
- **Відстоювання рослинних екстрактів** — наприклад, при настоюванні спецій у воді чи маслі.

✎ Питання для самоперевірки:

1. За якою формулою розраховується швидкість осідання згідно з законом Стокса?
2. Які чинники впливають на ефективність осідання?
3. Чим відрізняється вільне осідання від утрудненого?
4. Назвіть обладнання, що використовується для осадження у ресторанах.
5. Наведіть приклад процесу осідання з практики ресторанного виробництва.

■ Тема 6. Фільтрування

Питання для вивчення:

1. Що таке фільтрування та які його види існують?
2. За яким принципом відбувається розділення фаз під час фільтрації?
3. Яке обладнання застосовується у харчовій промисловості?
4. Як розраховується швидкість фільтрації?
5. Яке значення фільтрації для якості продукції ресторанного господарства?

6.1. Суть процесу фільтрування

Фільтрування — це механічний процес розділення неоднорідної системи, у якій одна фаза (звичайно рідина або газ) проходить через пористе середовище (фільтр), а інша (тверді частки) залишається на його поверхні або в порах.

◆ У харчовій промисловості фільтрування застосовується для:

- очищення бульйонів, соусів, напоїв;
- видалення домішок із води;
- фільтрації повітря в технологічних камерах;

- стерилізації та видалення мікроорганізмів.

6.2. Види фільтрування

1. **Механічне (гравітаційне)** — під дією сили тяжіння.
2. **Під тиском** — фільтрат просочується під впливом надлишкового тиску.
3. **Вакуумне** — за рахунок зниження тиску з боку виходу.
4. **Мембранне фільтрування** — через напівпроникні мембрани, які затримують навіть мікроскопічні частки.
5. **Молекулярне (нанофільтрація, ультрафільтрація)** — розділення на молекулярному рівні (рідко у ресторанах, але використовується у промисловості).

6.3. Закони та формули фільтрації

◆ Основне рівняння фільтрації (закон Дарсі):

✎ Формула показує: чим більша площа фільтра або тиск, тим ефективніше фільтрація.

6.4. Фільтрувальні матеріали

1. **Тканинні фільтри** — із синтетичних або натуральних волокон.
2. **Паперові фільтри** — одноразові, для малих об'ємів.
3. **Картриджі** — використовуються у водоочисних системах.
4. **Мембрани** — високоточні, для ультрафільтрації.
5. **Шари сипучих речовин** — пісок, активоване вугілля.

6.5. Типи фільтрів у ресторанному господарстві

- **Фільтри гравітаційні** — для попереднього очищення води.
- **Вакуум-фільтри** — у великих кухонних лініях або цехах.
- **Фільтри-преси** — для згущення соків, бульйонів, зменшення вологості у сумішах.
- **Картриджні системи** — у сучасних кавових машинах та льодогенераторах.

6.6. Вплив фільтрації на якість продукту

Фільтрація:

- підвищує прозорість і смакові якості напоїв та бульйонів;
- запобігає потраплянню механічних домішок у готовий продукт;
- зменшує ризики бактеріального забруднення;
- покращує термін зберігання.

◆ У ресторанному господарстві вона є ключовим етапом у процесах приготування холодних напоїв, соусів, кави, бульйонів та супів.

✎ Питання для самоперевірки:

1. Що таке фільтрація і які її основні види?
2. Наведіть формулу Дарсі та поясніть її параметри.
3. Які матеріали застосовуються у ролі фільтрів у харчовому виробництві?
4. Як впливає фільтрація на якість продукту?
5. Яке фільтраційне обладнання використовується на професійній кухні?

■ Тема 7. Відцентрові методи розділення

Питання для вивчення:

1. У чому полягає суть відцентрового розділення?
2. Яке обладнання використовується для центрифугування в харчовій промисловості?
3. Як розраховується відцентрова сила?
4. Які чинники впливають на ефективність розділення?
5. Де саме застосовуються ці методи у ресторанному господарстві?

7.1. Суть відцентрового розділення

Відцентрове розділення — це механічний процес розділення неоднорідних систем під дією відцентрової сили, що виникає при обертанні системи.

◆ Принцип: компоненти з різною густиною (наприклад, жир і вода, макуха і масло, осад і сироватка) розділяються, оскільки важчі частинки зміщуються до периферії обертового тіла, а легші — до центру.

7.2. Формула відцентрової сили

7.3. Класифікація відцентрових апаратів

1. **Сепаратори** — для поділу рідких фаз (молоко/вершки, вода/масло).
2. **Центрифуги:**
 - лабораторні;
 - промислові (тарілчасті, барабанні);
3. **Декантери** — обертові апарати з гвинтовим транспортером для безперервного виведення осаду.

7.4. Переваги відцентрового розділення

- Швидкість процесу значно вища за гравітаційне осідання;
- Висока ступінь очищення;
- Підходить для в'язких та щільних рідин;
- Автоматизованість процесу (в більшості сучасного обладнання).

7.5. Застосування в харчовій та ресторанній галузі

🔑 Приклади застосування:

- Очищення соків, бульйонів, соусів — швидке видалення осаду;
- Відділення жиру/вершків від молока;
- Процеси згущення пюре та паст;
- Очищення олій рослинного походження (від макухи, дрібних залишків);
- Процеси виробництва ковбас, паштетів — видалення зайвої вологи;
- Центрифугування овочів після миття — для підготовки до теплової обробки.

7.6. Чинники, що впливають на ефективність процесу

1. **Густина компонентів** — чим більша різниця, тим ефективніше розділення.
2. **В'язкість середовища** — вища в'язкість ускладнює процес.
3. **Температура** — підвищення зменшує в'язкість і сприяє кращому розділенню.
4. **Швидкість обертання** — більша швидкість → більша відцентрова сила.
5. **Розмір частинок** — малі частинки осідають повільніше.

📝 Питання для самоперевірки:

1. Який принцип лежить в основі відцентрового розділення?
 2. Як розраховується відцентрова сила?
 3. Які типи апаратів застосовуються для центрифугування?
 4. Які переваги має відцентрове розділення над гравітаційним?
 5. У яких процесах ресторанного виробництва застосовується центрифугування?
-

■ Тема 8. Перемішування

Питання для вивчення:

1. Яке значення має процес перемішування у харчовій промисловості?
 2. Які бувають типи перемішувальних пристроїв?
 3. Які фактори впливають на ефективність перемішування?
 4. Як розраховується потужність, необхідна для перемішування?
 5. Де саме перемішування використовується в ресторанному господарстві?
-

8.1. Загальна характеристика процесу

Перемішування — це механічний процес рівномірного розподілу компонентів у суміші з метою досягнення однорідної структури. Може здійснюватися у системах:

- рідина–рідина (соуси, креми);
- рідина–тверді частинки (супи, смузі);
- тверда фаза–тверда фаза (сухі суміші, спеції);
- газ–рідина (збивання, аерація).

◆ Ефективне перемішування забезпечує:

- однорідність рецептурної суміші;
- рівномірне теплове оброблення;
- стабільність емульсій та суспензій;
- покращення органолептичних властивостей.

8.2. Основні типи перемішувальних апаратів

1. **Лопаткові мішалки** — для середньої в'язкості, часто застосовуються в бульйонних котлах, варочних апаратах.
2. **Якірні мішалки** — охоплюють всю поверхню, ефективні при високій в'язкості.
3. **Турбінні (пропелерні) мішалки** — для рідин із низькою в'язкістю.
4. **Спиральні змішувачі** — для тіста, фаршів, густих сумішей.
5. **Планетарні мішалки** — складний рух, широко використовуються в кондитерських процесах.
6. **Промислові міксери з аерацією** — для збивання (майонез, креми, пінки).

8.3. Класифікація перемішування

- **Інтенсивне (турбулентне)** — виникає за високих швидкостей перемішування, характерне для рідин з малою в'язкістю.
- **М'яке (ламінарне)** — забезпечує делікатне змішування без деформації продукту (наприклад, салати, желе).
- **Періодичне або безперервне перемішування** — залежно від технологічного процесу.

8.4. Розрахунок потужності на перемішування

◆ Чим більша швидкість і розміри мішалки — тим більше енергії потрібно.

8.5. Фактори, що впливають на якість перемішування

1. **Фізико-хімічні властивості компонентів:** густина, в'язкість, температура.
2. **Форма та розташування мішалки.**
3. **Режим перемішування (ламінарний/турбулентний).**
4. **Час змішування.**
5. **Об'єм суміші.**

8.6. Застосування в ресторанному господарстві

🔗 Приклади:

- **Приготування тіста** — спіральні та планетарні мішалки.
- **Соуси та заправки** — турбінні мішалки або ручне перемішування.
- **Салати, холодні закуски** — м'яке змішування для збереження структури продуктів.
- **Фарші, паштети** — якірні мішалки для рівномірного розподілу жирів і білків.
- **Збивання кремів та мусів** — планетарні або аераційні установки.
- **Супи-пюре** — міксери високої швидкості.

✍ **Питання для самоперевірки:**

1. У чому полягає основна мета процесу перемішування?
2. Які типи мішалок використовуються для густих і в'язких сумішей?
3. Як розраховується потужність перемішування?
4. Які фактори впливають на ефективність перемішування?

5. Наведіть приклади застосування перемішування в ресторанній практиці.
-

Тема 9. Загальні закономірності теплових процесів

Питання для вивчення:

1. Що таке теплові процеси та яка їх роль у харчовому виробництві?
 2. Які види теплопередачі існують?
 3. Які закономірності лежать в основі теплопередачі?
 4. Які фактори впливають на ефективність теплових процесів?
 5. Як розраховуються основні показники теплообміну?
-

9.1. Значення теплових процесів

Теплові процеси — це процеси, що пов'язані з передачею, розподілом та використанням теплової енергії у виробництві харчових продуктів. Їх мета — змінити структуру сировини, покращити смак, забезпечити безпечність і подовжити термін зберігання.

Приклади:

- варіння, смаження, запікання;
 - пастеризація, стерилізація;
 - розігрів, охолодження, заморожування.
-

9.2. Види теплопередачі

1. Теплопровідність

Передача тепла між тілами внаслідок безпосереднього контакту (від плити до каструлі).

2. Конвекція

Передача тепла через рідину або газ, що рухається.

3. Теплове випромінювання

Передача енергії за допомогою інфрачервоного випромінювання (духовки, інфрачервоні плити).

9.3. Закони теплопередачі

Закон Фур'є для теплопровідності:

Закон Ньютона для конвекції:

Ці закономірності дозволяють розрахувати час і ефективність теплової обробки — критично важливо у ресторанній практиці.

9.4. Фактори, що впливають на теплопередачу

1. **Температурна різниця** — чим вона більша, тим швидше процес.
 2. **Фізичні властивості матеріалів** (теплопровідність, густина, теплоємність).
 3. **Швидкість руху середовища** — прискорює конвекцію.
 4. **Поверхня контакту** — чим більша, тим інтенсивніше передача.
 5. **Наявність ізоляції або забруднень** — зменшує теплопередачу.
-

9.5. Практичне застосування в ресторанному господарстві

Приклади:

- **Котли, сковорідки, печі** — кондуктивна та конвективна теплопередача;
 - **Пароконвектомати** — одночасна дія пари (конвекція) і тепла (випромінювання);
 - **Інфрачервоні жаровні** — теплове випромінювання;
 - **Теплообмінники** — для нагріву або охолодження соусів, соків, супів.
-

Питання для самоперевірки:

1. Які три основні механізми теплопередачі?
2. Яке значення має закон Фур'є в теплових процесах?
3. Як розраховується теплова потужність при конвекції?
4. Назвіть фактори, що впливають на інтенсивність теплопередачі.

5. Наведіть приклади застосування різних типів теплопередачі в ресторанному обладнанні.
-

Тема 10. Нагрівання і охолодження

Питання для вивчення:

1. Які види нагрівання та охолодження застосовуються в харчовій промисловості?
 2. Які фізичні закони лежать в основі цих процесів?
 3. Як розраховується кількість теплоти при нагріванні або охолодженні?
 4. Яке обладнання використовується у ресторанах?
 5. Як забезпечити енергоефективність теплових процесів?
-

10.1. Суть процесів нагрівання і охолодження

Нагрівання — це процес передачі теплової енергії до продукту з метою його кулінарної обробки, пастеризації, стерилізації або підтримки температури.

Охолодження — це процес вилучення тепла з продукту з метою збереження свіжості, запобігання мікробіологічному псуванню, заморожування.

10.2. Основні способи нагрівання

1. **Контактне (поверхнєве):**
 - сковороди, жаровні, грилі;
 - передача тепла через контакт із нагрітою поверхнею.
 2. **Конвекційне (через повітря або пару):**
 - духовки, пароконвектомати, сушильні шафи.
 3. **Інфрачервоне:**
 - інфрачервоні плити та лампи.
 4. **Індукційне:**
 - індукційні плити, де енергія створюється всередині посуду.
 5. **Мікрохвильове:**
 - генерація тепла всередині продукту через діелектричні втрати.
-

10.3. Способи охолодження

1. **Конвекційне (в холодильних камерах):**
 - зниження температури за допомогою циркулюючого холодного повітря.
 2. **Контактне (через холодоносій):**
 - охолоджувачі рідин, морозильники з контактними плитами.
 3. **Вакуумне охолодження:**
 - інтенсивне видалення тепла за рахунок зниження тиску.
 4. **Кріогенне охолодження:**
 - охолодження азотом або CO₂ (рідко в ресторанах, частіше в промисловості).
-

10.4. Основні формули теплових процесів

◆ Формула для кількості теплоти при нагріванні:

◆ При фазових переходах (наприклад, при заморожуванні):

10.5. Коефіцієнт корисної дії (ККД)

ККД теплового обладнання визначається як:

Чим ближче значення до 100%, тим ефективніше використовується енергія.

10.6. Практичне застосування у ресторанному господарстві

🔗 Приклади нагрівання:

- **Пароконвектомати** — точний контроль температури і вологості;
- **Індукційні плити** — швидкий нагрів, мінімальні теплові втрати;
- **Водяні бані** — м'яке прогрівання чутливих продуктів;
- **Гриль-шафи, карусельні печі** — рівномірне прожарювання великих порцій м'яса.

🔑 Приклади охолодження:

- **Швидкі охолоджувачі (шокфростери)** — збереження текстури і якості страв;
 - **Льодогенератори** — для подачі напоїв та охолодження продуктів;
 - **Холодильні столи** — одночасне зберігання і підготовка продуктів.
-

10.7. Енергозбереження

1. **Ізоляція теплового обладнання** — зменшення втрат тепла.
 2. **Автоматичне регулювання температури** — уникнення перегрівів.
 3. **Підбір обладнання за обсягами виробництва.**
 4. **Попереднє охолодження гарячих продуктів перед заморожуванням.**
-

✎ Питання для самоперевірки:

1. Які фізичні процеси лежать в основі нагрівання і охолодження?
 2. Як розраховується кількість теплоти, необхідна для нагрівання продукту?
 3. Які основні способи передачі тепла застосовуються у професійній кухні?
 4. Як можна підвищити ККД теплового обладнання?
 5. Яке обладнання використовується для шокowego охолодження?
-

📖 Тема 11. Випарювання. Конденсація

Питання для вивчення:

1. Що таке процеси випарювання і конденсації?
 2. Які умови необхідні для їх здійснення?
 3. Як розраховується кількість тепла, що витрачається на випарювання?
 4. Яке обладнання застосовується у ресторанному виробництві?
 5. Яке значення цих процесів для якості продукції?
-

11.1. Випарювання: суть і значення

Випарювання — це тепловий процес видалення вологи (розчинника, найчастіше води) із розчину або рідкої суміші шляхом її переведення у пароподібний стан.

◆ Застосовується:

- для згущення соусів, бульйонів, сиропів;
 - у приготуванні концентратів;
 - у видаленні води з фруктових або овочевих пюре;
 - при смаженні чи тушкуванні як побічний процес.
-

11.2. Основна формула для випарювання

Кількість теплоти, необхідна для випарювання рідини:

11.3. Параметри, що впливають на інтенсивність випарювання

1. **Температура кипіння** — залежить від тиску (зниження тиску → зниження температури).
 2. **Тиск пари над розчином** — при вакуумі випарювання відбувається швидше.
 3. **Поверхня випаровування** — чим більша, тим ефективніший процес.
 4. **Теплопередача** — ефективність нагріву посудини чи апарата.
-

11.4. Конденсація: суть і види

Конденсація — це процес переходу речовини з пароподібного стану в рідкий. Він супроводжується виділенням теплоти.

◆ У харчовій промисловості та ресторанному господарстві конденсація має значення:

- у теплообмінниках (парові котли);
 - при збиранні пари в дистиляційних апаратах;
 - у системах вентиляції для зменшення вологості повітря;
 - у випарниках із замкненим циклом.
-

11.5. Теплова енергія при конденсації

Виділення тепла відбувається в тій самій кількості, що й при випаровуванні:

Це дозволяє повторно використовувати енергію пари у замкнутих системах (енергозбереження).

11.6. Типове обладнання

🔑 Випарники:

- **Атмосферні** — відкриті системи, для соусів, бульйонів.
- **Вакуум-випарники** — приготування згущених продуктів за нижчих температур.
- **Поверхневі випарники** — для згущення соків, сиропів.

🔑 Конденсатори:

- **Повітряні** — охолодження пари повітрям (системи вентиляції).
- **Контактні (зрошувальні)** — контакт пари з охолодженою рідиною.
- **Поверхневі** — через роздільну стінку (для чистоти рідин).

11.7. Практичне застосування в ресторанному господарстві

🔑 Випарювання:

- згущення соусів, соєвих заправок, бульйонів;
- смаження на відкритій сковороді — часткове випарювання води;
- виготовлення концентрованих кремів та фруктових пюре.

🔑 Конденсація:

- збір пари після стерилізації або випарювання;
- в пароконвектоматах — утворення і контроль за рівнем пари;
- охолодження повітря у холодильних і вентиляційних системах.

📝 Питання для самоперевірки:

1. Що таке випарювання? У чому його практичне значення?
2. За якою формулою розраховується кількість тепла для випаровування?
3. Які чинники впливають на ефективність випарювання?
4. Що таке конденсація? Де вона застосовується в ресторанах?
5. Яке обладнання використовується для конденсації пари?

📌 Тема 12. Загальні закономірності масообмінних процесів

Питання для вивчення:

1. Що таке масообмін та які його види існують?
2. Які закономірності лежать в основі масообміну?
3. Які фактори впливають на ефективність масообміну?
4. Які приклади масообмінних процесів є в ресторанному господарстві?
5. Як розраховуються основні показники масообміну?

12.1. Визначення і суть масообміну

Масообмін — це фізичний процес переносу речовин із однієї фази в іншу внаслідок різниці концентрацій.

Це аналог теплопередачі, але замість передачі енергії відбувається передача маси.

🔹 Приклади в кулінарії:

- розчинення солі в супі;
- насичення води ароматичними речовинами при варінні;
- маринування продуктів;
- сушка (волога переходить у повітря).

12.2. Види масообміну

1. **Газ–рідина** — абсорбція, десорбція (напр., видалення CO₂ із напоїв).
2. **Рідина–рідина** — екстрагування ароматів (олії, оцти, спиртові настоянки).

3. **Газ–тверде тіло** — сушка (волога переходить у повітря).
4. **Рідина–тверде тіло** — замочування, варіння, маринування.

12.3. Основні закономірності масообміну

◆ Закон Фіка (перший закон дифузії):

◆ Суть: речовини рухаються з області більшої концентрації в область меншої.

◆ Аналог для масообміну через конвекцію:

12.4. Фактори, що впливають на масообмін

1. **Різниця концентрацій** — чим більша, тим швидше процес.
2. **Температура** — підвищення прискорює дифузю.
3. **Рух середовища** — інтенсифікує обмін.
4. **Площа контакту фаз** — чим більша, тим ефективніше.
5. **Товщина приконтактного шару** — тонший шар → швидше перенесення.

12.5. Приклади в ресторанному господарстві

🔗 Масообмін лежить в основі багатьох процесів:

- **Маринування м'яса** — проникнення кислоти, солі, ароматів у волокна.
- **Соління** — перенесення солі вглиб продукту.
- **Варіння овочів** — виділення речовин у бульйон.
- **Сушка** — вихід вологи з поверхні й зсередини продукту.
- **Промивання круп** — видалення частинок пилу, глютену (під дією градієнта концентрації).

12.6. Оцінка ефективності масообміну

Ефективність визначається за кількістю речовини, що перейшла з однієї фази в іншу за одиницю часу.

✎ Питання для самоперевірки:

1. Що таке масообмін і які його види існують?
2. Які фізичні закони описують процеси масообміну?
3. Як впливає температура на ефективність масообміну?
4. Наведіть приклади масообмінних процесів на кухні ресторану.
5. Які чинники слід враховувати при сушінні продуктів?

📖 Тема 13. Сорбційні процеси та сушіння

Питання для вивчення:

1. Що таке сорбція та які її види існують?
2. Яке значення має сорбція в харчовому виробництві?
3. Які основні закономірності сушіння?
4. Яке обладнання застосовується для сорбції та сушіння?
5. Які фактори впливають на ефективність сушіння?

13.1. Сорбційні процеси

Сорбція — це процес поглинання або утримання однією речовиною (сорбентом) іншої речовини (сорбату) з навколишнього середовища.

◆ Розрізняють:

- **Адсорбція** — речовина концентрується на поверхні (наприклад, запахи на стінах холодильника).
- **Абсорбція** — речовина проникає всередину тіла (поглинання парів вологи в сіль).

13.2. Значення сорбції

- Усунення запахів у холодильниках;
- Очищення повітря (адсорбційні фільтри);

- Поглинання води в пакуванні (саше з силікагелем);
- Збереження структури сухих продуктів.

13.3. Сушіння як масообмінний та тепловий процес

Сушіння — це процес видалення води з матеріалу шляхом її випаровування під дією тепла.

✂ Відбувається два паралельні процеси:

- теплопередача → нагрів продукту;
- масообмін → вихід води з продукту в повітря.

13.4. Основні закономірності сушіння

✂ Швидкість сушіння:

13.5. Етапи сушіння

1. **Початковий нагрів** продукту.
2. **Період постійної швидкості** — вода випаровується з поверхні.
3. **Період спадної швидкості** — випаровування води з внутрішніх шарів.
4. **Охолодження або стабілізація продукту.**

13.6. Типи сушіння

1. **Конвективне (повітряне):**
 - найпоширеніше, гаряче повітря проходить повз продукт.
2. **Контактне (кондуктивне):**
 - продукт лежить на гарячій поверхні.
3. **Інфрачервоне:**
 - випромінювання нагріває продукт зсередини.
4. **Сублімаційне (ліофільне):**
 - висушування в замороженому стані при вакуумі (зберігається структура і колір).
5. **Мікрохвильове сушіння:**
 - швидке видалення води, зазвичай у поєднанні з вакуумом.

13.7. Обладнання для сушіння

- **Конвективні сушарки** — універсальні, для фруктів, овочів, трав.
- **Камерні інфрачервоні сушарки** — для паст, кремів, фруктових пюре.
- **Сублімаційні установки** — зберігають максимум вітамінів (висока ціна).
- **Плівкові сушарки** — для пастоподібних продуктів.

13.8. Фактори, що впливають на сушіння

1. **Температура сушіння** — підвищення прискорює процес, але може зруйнувати структуру.
2. **Вологість і температура повітря** — сухе й гаряче повітря сушить ефективніше.
3. **Швидкість руху повітря** — покращує тепло- і масообмін.
4. **Товщина шару продукту** — тонші шари сушаться швидше.
5. **Попередня підготовка** — бланшування, подрібнення.

13.9. Практичне застосування в ресторанному господарстві

🔑 **Сушіння продуктів:**

- фрукти, овочі, зелень — для прикрас та зберігання;
- чіпси з буряка, моркви, пастернаку;
- заготовки для супів, бульйонів, трав'яних чаїв.

🔑 **Сорбція:**

- осушення повітря в холодильниках;
- захист продуктів під час транспортування (сорбенти в упаковці);
- вбирачі запахів на кухні.

✎ **Питання для самоперевірки:**

1. Чим відрізняється адсорбція від абсорбції?
 2. Які основні етапи процесу сушіння?
 3. За якою формулою розраховується кількість тепла, необхідного для сушіння?
 4. Які чинники впливають на швидкість сушіння?
 5. Наведіть приклади сушіння та сорбції в ресторанному господарстві.
-

■ Тема 14. Перегонка, ректифікація та екстрагування

Питання для вивчення:

1. Що таке перегонка, ректифікація та екстрагування?
 2. У чому їх принципова відмінність?
 3. Які фізичні закони лежать в основі цих процесів?
 4. Як розраховується вихід продукту?
 5. Як ці процеси використовуються у ресторанному господарстві?
-

14.1. Перегонка (дистиляція)

Перегонка — це процес розділення рідкої суміші на складові компоненти за температурою кипіння шляхом випарювання з подальшою конденсацією.

◆ Використовується для:

- очищення рідин (вода, спирт);
- концентрування ароматичних речовин;
- виготовлення есенцій, настоянок, відварів.

✧ Основний фізичний принцип — **різниця температур кипіння**.

14.2. Основна формула для перегонки:

14.3. Ректифікація

Ректифікація — це багаторазова фракційна перегонка, що забезпечує більш точне розділення суміші на окремі компоненти або фракції.

◆ Відмінність:

- у ректифікації відбувається **багаторазовий контакт пари та рідини** в колоні;
- отримують високочисті речовини (спирт, ароматизатори, есенції).

✧ Обладнання — **ректифікаційна колона**, де в кожному «тарілчастому рівні» пари частково конденсуються і знову випаровуються.

14.4. Екстрагування

Екстрагування — це процес вилучення цінних речовин з твердої або рідкої фази за допомогою розчинника.

◆ Приклади:

- вилучення ароматичних речовин з трав, спецій, фруктів;
- отримання кофеїну з кави;
- екстракти ванілі, м'яти, лаванди тощо.

✧ Ключові чинники:

- **вибір розчинника** (вода, спирт, масло);
 - **температура процесу**;
 - **тривалість екстрагування**;
 - **співвідношення сировина/розчинник**.
-

14.5. Закони і рівняння

◆ **Закон Рауля (для сумішей):**

◆ **Закон Генрі (екстрагування газів):**

Концентрація розчиненого газу пропорційна його парціальному тиску над рідиною.

14.6. Обладнання

🔑 Для перегонки:

- дистиляційні апарати;
- перегінні куби;
- системи з водяним або паровим нагрівом.

🔑 Для ректифікації:

- ректифікаційні колони з тарілками або насадками;
- системи охолодження для конденсації.

🔑 Для екстрагування:

- мацератори (для настоювання);
- екстрактори з мішалкою;
- УЗ-екстрактори (ультразвук).

14.7. Застосування в ресторанному господарстві

🔑 Перегонка:

- приготування настоянок, ароматизованої води;
- очищення технічних розчинів (спирт, оцет);
- ароматизація алкоголю або сиропів.

🔑 Ректифікація:

- високоточне виділення етилового спирту (барна культура);
- виготовлення компонентів без домішок;
- видалення небажаних ароматів.

🔑 Екстрагування:

- створення натуральних екстрактів (м'ята, лаванда, ваніль);
- олії холодного настоювання;
- виготовлення харчових концентратів.

📝 Питання для самоперевірки:

1. У чому полягає різниця між перегонкою та ректифікацією?
2. Які фізичні принципи лежать в основі дистиляції?
3. Як вибрати розчинник для екстрагування?
4. Де в ресторані може застосовуватись перегонка?
5. Яке обладнання використовується для ректифікації?

📌 Тема 15. Проектування процесів, апаратів, машин, установок

Питання для вивчення:

1. Які етапи включає проектування технологічних процесів?
2. Які чинники враховуються під час вибору обладнання?
3. Як складається апаратурно-технологічна схема?
4. Які вимоги пред'являються до розміщення обладнання?
5. Як оцінити ефективність та безпеку спроектованої установки?

15.1. Суть проектування

Проектування — це процес створення технічної та технологічної документації для нового або реконструйованого виробництва, що забезпечує ефективну, безпечну й економічну діяльність підприємства харчової промисловості чи ресторанного господарства.

◆ У ресторанному контексті — це розробка кухонь, виробничих ліній, технологічних вузлів, які забезпечують приготування якісної продукції відповідно до норм.

15.2. Етапи проектування

1. **Аналіз технологічного процесу.**
2. **Вибір основного та допоміжного обладнання.**

3. Розрахунок технологічних параметрів (об'єм, тиск, температура, продуктивність).
4. Складання апаратурно-технологічної схеми (АТС).
5. Планування розміщення обладнання.
6. Оцінка економічної доцільності.
7. Аналіз безпеки та екологічності.

15.3. Вибір обладнання

При виборі технологічних апаратів необхідно враховувати:

- тип і властивості продукту (в'язкість, агресивність, об'єм);
- продуктивність (кг/год або порцій/год);
- площу приміщення;
- енергоспоживання;
- доступність сервісу й витратних матеріалів;
- можливість автоматизації.

🔑 Наприклад, для виготовлення супів у великому ресторані обирається варильний котел з мішалкою, паровим нагрівом, автоматичним зливом.

15.4. Апаратурно-технологічна схема (АТС)

АТС — це графічне зображення взаємозв'язку апаратів, трубопроводів, насосів, вузлів управління тощо.

◆ Основні елементи:

- послідовність операцій (від сировини до готового продукту);
- типи апаратів (варильний котел, фільтр, охолоджувач);
- режими роботи (тиск, температура, витрата).

✂️ Схема допомагає:

- уніфікувати виробництво;
- виявити вузькі місця;
- провести модернізацію з урахуванням енергозбереження.

15.5. Приклад АТС для соусного цеху

1. Дозування →
2. Змішування →
3. Нагрів →
4. Вакуумне уварювання →
5. Охолодження →
6. Фасування →
7. Стерилізація

15.6. Економічна оцінка

Показники ефективності:

- **Капітальні витрати** — на придбання обладнання.
- **Операційні витрати** — енергія, обслуговування, ремонт.
- **Продуктивність** — скільки продукту можна виготовити за одиницю часу.
- **Окупність** — за скільки часу повернуться інвестиції.

15.7. Безпека та ергономіка

◆ При проектуванні обов'язково враховується:

- **Техніка безпеки** (заземлення, екрани, дистанційне керування);
- **Ергономіка** (висота обладнання, доступність обслуговування);
- **Санітарні вимоги** (відстань між вузлами, легкість мийки);
- **Пожежна безпека** (вентиляція, вогнезахисні перегородки);
- **Екологічність** (очистка стоків, повторне використання тепла або пари).

15.8. Автоматизація процесів

Сучасне ресторанне виробництво часто передбачає:

- Системи контролю температури і тиску;
- Автоматичне дозування;
- Таймери, сенсори, блокування аварійних режимів;
- Інтерфейси для віддаленого моніторингу.

 Питання для самоперевірки:

1. Які основні етапи проєктування технологічного процесу?
2. Що таке апаратурно-технологічна схема?
3. Які параметри враховують при виборі обладнання?
4. Які показники використовують для економічної оцінки процесу?
5. Які аспекти безпеки та ергономіки важливі при проєктуванні виробничої зони?

Рекомендована література

Основна

1. Конспект лекцій з дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / І.В. Безбах, Д.О. Харенко. Одеса: МГУ, 2024. 20 с.
2. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / І.В. Безбах, Д.О. Харенко. Одеса: МГУ, 2024. 15 с.
3. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Процеси та апарати харчових виробництв» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / І.В. Безбах, Д.О. Харенко. Одеса: МГУ, 2024. 13 с.
4. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси: Підручник / В.С. Бойко, К.О. Самойчук, В.Г. Тарасенко, В.О. Верхованцева, Н.О. Паляничка, Є.В. Михайлов, О.О. Червоткіна Мелітополь:, 2021. 445 с.
5. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси Підручник / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко, О. П. Ломейко. – Мелітополь: видавничо–поліграфічний центр «Лух» 2020. 330 с.

Допоміжна

6. Процеси і апарати біотехнологічних виробництв. Курсове проєктування : посібник / В. І. Глибін. – К. : НАУ, 2018. – 84 с.
7. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст]: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. — 2-ге вид., доп. та випр. — Харків: Світ Книг, 2020. — 496 с.
8. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. — 2-е видання, доп. та випр. — Х.: Світ Книг, 2014. — 495 с.
9. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. — 2-е видання, доп. та випр. — Х.: Світ Книг, 2014. — 495 с.