

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

**Кафедра харчових технологій**

**Н.В. Кондратюк**

**ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**з навчальної дисципліни**

**«ВСТУП ДО СПЕЦІАЛЬНОСТІ»**

**освітньо-професійної програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 Харчові технології**

**м. Дніпро**

**2020 р.**

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Вступ до спеціальності» передбачає вивчення методів і загальних принципів побудови технологічних процесів переробки різних видів сировини в продукти харчування та напої або страви (розглядаючи організаційні та технологічні процеси ресторанного господарства); ознайомлює здобувачів вищої освіти з обов'язками технологів харчових виробництв та ресторанного господарства, дає основи знань з роботи персоналу харчових виробництв, служб контролю з якості харчової продукції, підприємств ресторанного господарства; дозволяє отримати практичні навички обробки сировини та способи визначення якості харчової сировини та готової продукції.

Задачею викладання дисципліни є вивчення основ технологічних процесів харчових виробництв та підприємств ресторанного бізнесу, установлення взаємозв'язку процесів і апаратів, ліній ручної, механізованої та автоматизованої праці, робочих місць і систем їх керування.

У задачі індустрії харчової продукції та послуг її реалізації населенню входять забезпечення заданих властивостей готового продукту при повній нешкідливості його для людини; застосування у виробництві процесів, що не наносять шкоду навколишньому середовищу; забезпечення економічності і надійності функціонування технологічних процесів, пошук нових видів сировини; удосконалювання способів і засобів контролю якості продуктів.

Після вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен знати:

- найважливіші технологічні поняття і визначення;
- класифікацію галузей, технологічних процесів, апаратів і технологічних потоків;
- види харчової продукції та послуг;
- технологічні процеси переробки різних видів сировини в харчову продукцію.

Здобувач вищої освіти повинен мати навички при виборі оптимальної технологічної схеми виробництва по удосконаленню й оптимізації технологічних процесів і апаратів з урахуванням зниження питомих енерговитрат, підвищення виходу кінцевого продукту і підвищення якості.

Здобувач вищої освіти повинен уміти виконувати елементарні розрахунки матеріального балансу, основних технологічних параметрів: вихід продукції, витрати продуктів тощо.

## ЛЕКЦІЯ 1

### Основні етапи розвитку і задачі технології як науки

Технологія як самостійна галузь науки виникла наприкінці XVIII ст. у зв'язку з розвитком великого машинного виробництва. Умовно технологію поділяють на механічну і хімічну, хоча в сучасній промисловості важко між ними провести чітку межу. Механічна технологія вивчає процеси, зв'язані зі зміною фізичних властивостей і форми матеріалів, що переробляються, а хімічна – з хімічними перетвореннями. Однак при хімічних перетвореннях, як правило, відбуваються і фізичні зміни; зміни ж фізичних властивостей дуже часто зв'язані з хімічними, а в деяких випадках і з біохімічними.

Хімічна технологія – наука дуже розгалужена. У самому загальному виді вона поділяється на технологію органічних речовин і неорганічних. Однією з найдавніших галузей технології органічних речовин є харчова. Власне кажучи, харчова технологія була однією з перших, а млин – першим харчовим підприємством.

У своєму розвитку хімічна технологія як наука пройшла чотири етапи. На першому, найбільш ранньому, хімічна технологія (і її розділів – харчова) була зборами рецептів і описів проведення технологічних операцій без строгого обґрунтування вибору того чи іншого способу. Наука на цьому етапі носила описовий характер. Вибір технологічних операцій і їхньої послідовності робили тільки на основі порівняння різних варіантів.

На другому етапі, крім опису методів і технологічних способів, починалися спроби аналізу фізико-хімічних явищ, що відбуваються, і обґрунтування причин, що визначають вибір технологічного способу. Наука придбала якісний характер: технологічні процеси вибиралися на основі якісного аналізу, але без достатнього кількісного обґрунтування.

На третьому етапі розвиток технології ґрунтувався на навчанні про одиничні процеси, загальних для багатьох технологічних прийомів у різних

галузях хімічної і харчової технології. Цей період характеризується більш строгим кількісним обґрунтуванням вибору технологічних методів і режимів. З'явилася можливість розраховувати розміри, продуктивність і інші характеристики машин і апаратів. Однак, внаслідок суперечливості вимог до технологічних машин і апаратів (наприклад, установка, що забезпечує мінімальні витрати енергії, може мати в той же час дуже низьку продуктивність) їхні характеристики на цьому етапі однозначно не визначалися і вибиралися, звичайно, виходячи з практичного досвіду.

Нарешті, на четвертому, сучасному етапі розвитку технологія використовує не тільки теоретичні основи процесів і апаратів (кінетичні закономірності явищ, що відбуваються), але і методи теорії систем, теорії оптимізації і математичне моделювання. Теорія систем дає можливість розглядати кінетичні закономірності на кожній технологічній операції і кожній технологічній ділянці в сукупності і погоджувати їх з позиції кінцевої мети функціонування всієї технологічної лінії. Теорія оптимізації, що спирається на методи математичного моделювання, забезпечує вибір оптимального, тобто найкращого в якомусь змісті, варіанта технологічної операції, ділянки, лінії і т.д. У сукупності ці лінії дозволяють знайти таке сполучення технологічних операцій, що забезпечує одержання продукту заданої якості при найменших витратах.

У зв'язку із широким впровадженням у харчову технологію автоматичних і автоматизованих систем керування з'явилася необхідність у вивченні і кількісній оцінці ще однієї сторони технологічних процесів – їхніх специфічних властивостей як об'єктів керування. Тому автоматизація можлива тільки на основі строгої формальної кількісної оцінки перехідних процесів і якості функціонування об'єктів керування, то виникла задача формалізації цих процесів, тобто їхнього математичного опису. Це, у свою чергу, вимагає більш глибокого вивчення фізико-хімічних явищ, що спостерігаються в харчовій технології, удосконалювання принципів розрахунку процесів і апаратів і т.ін. Таким чином, впровадження в галузь автоматизації стимулює також розвиток і

удосконалювання чисте технологічних прийомів, методів і процесів, тобто сприяє розвитку технології як науки.

Харчова технологія відноситься до прикладних галузей знань і відрізняється від інших технологій об'єктом вивчення, предметом і задачами.

Об'єктом харчової технології є технологічні лінії, операції і процеси виробництва харчових продуктів: борошна, хліба, м'яса, молока, цукерок, вина, консервів і ін.

Предметом харчової технології виступає система понять, категорій, принципів, законів, що склалися в харчовій технології в процесі її становлення і розвитку. До предмета харчової технології варто віднести також специфічні найменування процесів, продуктів і напівфабрикатів, методи визначення їх якісних і кількісних визначень, конкретні прояви законів фундаментальних наук у даній технології, основні закономірності протікання технологічних процесів (швидкість, рівновага й ін.) і їхньої моделі (ідеальні об'єкти). Варто підкреслити, що складові предмета харчової технології поняття можуть використовуватися й іншими науками, але тільки їхня сукупність, зведена в систему й володіюча системними, тобто найбільш загальними і характерними для даної галузі ознаками, є предметом харчової технології.

Технологія, як і будь-яка інша прикладна наука, є синтетичною (інтегральною, поліпредметною) і ґрунтується на теоретичних побудовах різних фундаментальних наук.

Теоретичні основи технології включають параметричні, морфологічні і функціональні описи. Параметричні описи властивостей, ознак і відносин не розкривають закономірностей технологічних процесів, а тільки фіксують їх (графічне чи інше зображення технологічної схеми, машини, апарати, основні характеристики потоків продукту і робочих агентів і т.п.). Морфологічний опис визначає взаємозв'язок властивостей, ознак і їхніх відносин на кожній операції. Це так звані зв'язки будови, що встановлюють основну спрямованість процесів. До морфологічних описів відносяться статичні, кінетичні й інші закономірності якісного чи кількісного характеру, за

допомогою яких встановлюють технологічні режими і динамічні властивості окремих стадій виробництва, а також конструктивні параметри машин і апаратів. Функціональний опис встановлює кількісні залежності між окремими елементами технологічного процесу і може бути отриманий експериментально або аналітично. Це зв'язки структури виробничого процесу.

Морфологічні і функціональні описи складають зміст харчової технології, формалізують статичні, кінетичні і динамічні закономірності окремих процесів і створюють необхідні передумови для застосування методів і законів фундаментальних наук. Ця формалізація неможлива без спрощення об'єкта, «відкидання» несуттєвих характеристик, тобто без створення ідеальних об'єктів (моделей) харчової технології.

Головна мета технології досяжна тільки при наявності кількісної оцінки досконалості процесу і якості продукції. Одержати ж ці оцінки можна лише сукупністю методів, з використанням зазначених трьох видів описів. Звідси випливає, що основним методом технології є створення ідеальних об'єктів, виявлення найбільш істотних зв'язків між їхніми параметрами з наступним вибором відомих або розробкою нових методів для кількісної оцінки цих зв'язків.

Великий російський вчений Д.І. Менделєєв так визначив задачі технології: "Роль хімії – вивчати одержання заліза з руд, а справа технології – вивчати вигідні для цього способи, вибирати з усіх можливих найбільш застосовну по вигідності до даних умов часу і місця, щоб додати продукту найбільшу дешевину при бажаних властивостях і формах". Цим визначенням Д.І. Менделєєв встановив взаємозв'язок між фундаментальною наукою (хімія) і прикладною (технологія).

Отже, технологією можна назвати галузь знання прикладного характеру, що займається вивченням засобів виробництва продуктів, корисних людині, і вибирає з цих засобів найбільш економічні і найбільш вдосконалені у відношенні додання належних якостей вироблюваному продукту. Закономірності протікання технологічних процесів засновані на

фундаментальних законах хімії, фізики, біології. Для вивчення цих процесів у сучасних умовах широко використовують методи математики, економіки, теорії керування й ін.

У такий спосіб технологія – це сукупність прийомів і способів переробки сировини у готовий продукт і в той самий час наукова дисципліна, що розробляє й удосконалює ці способи.

Виходячи з приведеного визначення, основною і найбільш загальною метою харчової технології є розширення асортименту і розробка найбільш ефективних способів одержання високоякісних харчових продуктів. Відповідно до цього в задачі харчової технології входить: забезпечувати задані чи оптимальні властивості /якості/ готового харчового продукту при повній нешкідливості його для людини; застосовувати для виробництва продуктів процеси, що не наносять шкоди людині і навколишньому середовищу; забезпечувати задану чи оптимальну економічність і надійність функціонування технологічних процесів.

Приватними задачами харчової промисловості є: пошук нових і найкраще використання існуючих видів сировини для одержання харчових продуктів заданої якості; розробка найбільш доцільних способів і засобів впливу на сировину, що переробляється, і напівфабрикати; забезпечення найбільш економічного використання енергії, устаткування і виробничих площ; удосконалювання існуючих і розробка нових способів і засобів виміру, контролю і керування технологічними процесами, а також методів оцінки і розрахунку технологічних процесів і апаратів; удосконалювання методів моделювання технологічних процесів на основі теорії подоби і різних аналогій (фізичних, математичних і ін.).

## **ЛЕКЦІЯ 2**

### **Асортимент продукції і сировина харчової промисловості.**

#### **Комплексне використання сировини.**

### **1. Інтенсифікація виробництва і основні шляхи розвитку харчової промисловості**

Асортимент харчових продуктів промислового виробництва дуже великий, і його практично неможливо перелічити. Продукція тільки хлібопекарської промисловості нараховує більш 800 найменувань виробів, кондитерської – понад тисячу. Постійно розширюється асортимент м'ясної, молочної, консервної й іншої галузей. В останні роки з'явилися харчові продукти цільового призначення – дитячого, дієтичного і лікувального харчування, для працюючих у суворих кліматичних умовах і т.д.

Появі нових видів харчової продукції сприяє удосконалювання і розробка нових технологічних прийомів. Наприклад, сушіння харчових продуктів у замороженому стані під вакуумом (сублімаційне сушіння) цілком зберігає смакові якості м'яса, риби, фруктів, овочів і роблять їх придатними для тривалого збереження в природних умовах.

В даний час у суспільному харчуванні усе ширше використовуються продукти промислового виробництва. Це значно спрощує структуру підприємств суспільного харчування, скорочує час готування їжі, зменшує відходи виробництва, а також суспільні витрати на готування їжі, однак ставить перед харчовою промисловістю нові задачі по випуску відповідної продукції (напівфабрикатів швидкого готування і т.п.).

В міру зростання й удосконалювання продуктивних сил зусилля працівників харчової промисловості повинні направлятися на випуск, розширення асортименту і поліпшення якості продукції. Ці задачі можна вирішити тільки при повному забезпеченні харчової промисловості сировиною. На підприємствах харчової промисловості переробляється



сільськогосподарська сировина рослинного і тваринного походження, а також несільськогосподарські види сировини – різні синтетичні матеріали, сіль, сода, жирні кислоти, спирти, есенції, синтетичні фарби. Крім того, у харчовій промисловості у великій кількості використовуються пакувальні матеріали: дерево, папір, полімери, жерсть і ін.

Одні харчові галузі здійснюють первинну переробку сировини (витяг цукру з буряка, готування консервів із плодів), інші – вторинну, тобто використовують сировину, яка підлягала раніше промисловій обробці (хлібопекарське, кондитерське виробництва). Велика частина продукції харчової промисловості стає безпосереднім продуктом споживання, а біля однієї третини направляється на подальшу переробку (наприклад, цукор, борошно – для кондитерських виробів). Деякі види продукції (цукор, спирт, крохмаль, олія, сіль, гліцерин, відходи і побічні продукти – жом, барда, макуху, шрот, меляса) надходять для подальшої переробки в інші галузі народного господарства.

В даний час усе більшого значення набуває проблема заміни харчової сировини, що витрачається на технічні цілі. Тільки для виробництва мила, оліфи, лаків, емалів і інших технічних нестатків щорічно використовується величезна кількість харчових рослинних олій. Істотно скоротити споживання харчової сировини для виробничо-технічних нестатків дозволить широке впровадження синтетичних матеріалів, створюваних хімічною промисловістю. Крім того, деякі нові хімічні галузі дають можливість цілком замінити харчову сировину не харчовою (виробництво спирту, синтетичних жирних кислот і миючих засобів). Виготовлення цих продуктів з не харчової сировини значно дешевше і не тільки вивільняє рослинні і тваринні жири, але і підвищує якість продукції.

Розширенню ресурсів сировини сприяє ефективне використання продукції харчових галузей, застосовуваної в якості - вихідних чи матеріалів напівфабрикатів іншими промисловими підприємствами (цукор, сіль, олія, патока й ін.). Ці продукти необхідно виробляти в такому вигляді, щоб

наступна промислова переробка могла здійснюватися найбільш ефективно, з найменшими витратами праці, палива й енергії, включаючи витрати на вантажно-розвантажувальні операції і внутрішньозаводське транспортування.

З зазначеною обставиною зв'язане також розширення асортименту продукції харчової промисловості. Наприклад, цукрова промисловість постачала іншим харчовим підприємствам сахарин-пісок, а підприємства-споживачі готували з нього сироп. Застосувавши більш удосконалені способу очищення сиропу, на цукрових заводах почали робити для промислової переробки цукор у виді сиропу різних концентрацій і складу в залежності від вимог споживачів. Наприклад, деякі цукрорафінадні заводи постачають рідкий цукор підприємствам хлібопекарської промисловості, а також для вироблення безалкогольних напоїв. Маслобійно-жирова промисловість освоює і розширює асортимент кулінарних жирів у виді рідких емульсій, що задовольняють специфічні вимоги хлібопекарської, кондитерської, харчовоконцентрованої галузей. Зручний також для використання в кондитерській і хлібопекарській промисловості знежирений молочний жир. У крохмалепаточній промисловості налагоджене виробництво крохмалю, глюкози, кукурудзяного сиропу й інших продуктів, пристосованих для наступної (вторинної) промислової переробки.

Важливу проблему представляє пошук ефективних методів одержання і використання в харчовій промисловості білків мікробіологічного походження, а також білків, одержуваних з риби, сої, насін'я олійних культур, водоростей, вторинних молочних продуктів. Препарати з білків рослинного походження є заміниками м'яса і молока і використовуються у виробництві м'ясних і деяких молочних продуктів.

Джерелом білка можуть служити і дріжджі. З пекарських дріжджів одержують чисті білки й амінокислоти у виді порошку. Його застосовують для збагачення різних борошняних продуктів і кулінарних виробів. В даний час дріжджі й інші мікроорганізми вирощують у живильних середовищах з нафтових продуктів, природного газу, метанолу, відходів деревообробної, целюлозної промисловості й інших нехарчових матеріалів.

Харчова сировина являє собою, як правило, швидкопсувні сезонні продукти й вимагає негайної переробки, або має обмежені терміни збереження. По тому як збереження якості сировини дозволяє збільшити терміни виробництва з нього харчових продуктів, зменшує витрати на його переробку і підготовку до вживання. Висока схоронність забезпечується застосуванням різних способів консервування, спрямованих на припинення уповільнення життєдіяльності мікроорганізмів і ферментів (збереження при знижених температурах, в атмосфері інертного газу, негайне видалення продуктів життєдіяльності й ін.). Державними планами передбачений інтенсивний розвиток промислового консервування продукції, насамперед плодоовочевої.

Важливими умовами зниження втрат сировини, збільшення виходу і поліпшення якості готової продукції виступають висока організація, механізація й автоматизація вантажно-розвантажувальних робіт, належне розміщення, устаткування складів і площадок для збереження сировини.

При вантажно-розвантажувальних і допоміжних роботах на складах сировини і готової продукції деякі операції виконують вручну, зокрема при обробці хлібобулочних, кондитерських і інших штучних харчових продуктів. Істотному скороченню витрат ручної праці сприяє застосування спеціальних контейнерів для збереження і перевезення. При тім переобладнуються й оснащуються спеціальними підйомно-транспортними механізмами не тільки склади готової продукції, але і засоби доставки, магазини. Значна економія праці забезпечується при використанні безтарних способів збереження і перевезень сипучих (борошно, цукор) і наливних (пиво, рідкий цукор, жири) продуктів. Суспільні витрати праці знижує також промислове фасування харчових продуктів.

На підприємствах м'ясо-молочної промисловості вирішальне значення для збереження якості сировини і готової продукції мають гарна організація холодильного господарства і висока забезпеченість спеціалізованими рефрижераторними транспортними засобами.

## **2. Хімізація і комплексне використання сировини в харчовій промисловості**

Хімізація – один з напрямків науково-технічного прогресу, що характеризується впровадженням методів хімічної технології, хімічних матеріалів і виробів з них у матеріальне виробництво. Хімізація в галузях харчової промисловості спрямована на збільшення продуктивності праці, зниження собівартості продукції і максимальний витяг із сировини комплексу корисних речовин.

Рівень хімізації в харчовій промисловості визначається:

- часткою трудомісткості виготовлення продукції за допомогою хімічних (електрохімічних) технологічних процесів у загальній трудомісткості харчового виробництва;

- кількістю найменувань хімічних матеріалів і напівфабрикатів хімічного походження, застосовуваних при виготовленні продукції;

- вартість хімічного (електрохімічного) устаткування, що забезпечує переробку сировини, у загальній балансовій вартості усіх видів устаткування; вартість виробничих фондів, що забезпечують хімічну переробку сировини, у загальній балансовій вартості виробничих фондів підприємства, цеху, ділянки; кількістю ділянок (цехів), що характеризуються перевагою хімічних (електрохімічних) технологічних процесів, у загальній кількості виробничих підрозділів підприємства, обсязі виробленої продукції, чисельності працівників і т.п.

Хімічні методи дозволяють значно розширити сировинні ресурси, використовувати відходи і побічні продукти виробництва для вироблення необхідних населенню товарів, підвищити їхню якість, збільшити загальний обсяг продукції. Так, застосування іонообмінних синтетичних смол, активованого вугілля поліпшує очищення цукрових розчинів і підвищує вихід готової продукції. Екстракція при виробленні рослинної олії, що значно збільшує його вихід, неможлива без застосування хімічних методів очищення. Рафінація і дезодорація рослинної олії, омилення жирних кислот у

миловарінні, виробництво саломасу, маргарину, оліфи також засновані на хімічних перетвореннях.

Продукти хімічної промисловості – незамінна сировина для дріжджової, спиртової, м'ясної і деяких інших галузей. У кондитерській і хлібопекарській промисловості застосовуються консерванти, лактат натрію, емульгатори, розріджувачі, розпушувачі, фосфідні концентрати, білки, мінеральні солі, харчові есенції, барвники.

У багатьох галузях (хлібопекарській, спиртовій, пивоварній, виноробній, молочній, м'ясній, консервній, рибній) як каталізatori застосовуються ферментні препарати. Використання в харчовій промисловості нових плівкових тарнопакувальних матеріалів (поліетилену, целофану, сарана) подовжує терміни збереження продукції, поліпшує використання холодильного устаткування, зменшує втрати при термічній обробці, сприяє підвищенню культури обслуговування населення. Хімізація дає можливість більш повно використовувати відходи виробництва в різних галузях промисловості, особливо в тих, котрі безпосередньо зв'язані з переробкою сільськогосподарської сировини. Так з меляси (відходи цукрового виробництва) виробляють етиловий спирт, гліцерин, бетаїн, харчові і кормові дріжджі, лимонну і молочну кислоту, глютамінову кислоту, глютамат натрію, вітамін В12, розчинники. Бавовняну лушпайку, соняшникову і просіяну лузгу, стрижні початків кукурудзи шляхом гідролізу переробляють на кормові дріжджі, фурфурол, етиловий, тетрагідрофуріловий, фуріловий спирти, фурінові з'єднання, оцтову кислоту, харчову глюкозу, сухі корми для тварин. Барду спиртового виробництва використовують при виробленні хлібопекарських і кормових дріжджів, гліцерину, бетаїна, вітамін У12, сірчаноокислого амонію, глютамата натрію, кормів для худоби. З томатної м'якоті одержують харчовий барвник КТМ, використовуваний у виробництві маргарину; з вижимок і відстою, що утворюються при виготовленні вина і натуральних соків з винограду, плодів і ягід, - зброджені соки, оцет, енокрасителі, етиловий спирт, виннокисле вапно, добрива, виноградну олію,

енановий ефір, енотанин, пектин, винний камінь, корм для худоби; з кісточок абрикосів, слив, персиків – мигдальну пасту, ефірну олію, активоване вугілля; з оболонки какао-бобів – теобромін, ароматичні речовини, харчовий барвник.

У чайному виробництві з формувального матеріалу (грубий чайний лист, пагінці чайного куща) виробляють мульчу, кристалічний чай, вітамін Р, кофеїн, зелений плитковий чай, добрива. Якість сировини в харчовій промисловості характеризується системою показників, що відбивають хімічний склад, фізичні властивості, вологість, засміченість, однорідність, калорійність і інші характеристики, ступінь важливості яких визначається особливостями готової продукції. Для вихідної сировини основною характеристикою якості виступають вміст корисної речовини, необхідної для вироблення даного виду готового продукту (наприклад, зміст цукру в буряку, крохмалю в картоплі), а також можливості його витягу, що, у свою чергу, залежить від структури, міцності, однорідності сировини.

Ступінь комплексності переробки і сировини визначається як відношення числа найменувань що витягаються і корисно використовуваних компонентів до їхньої загальної кількості в даній речовині. Іншим показником комплексності переробки сировини є частка вартості витягнутих компонентів у загальній вартості всіх корисних компонентів, що містяться у вихідній сировині.

Ступінь переробки вихідних матеріалів (рівень витягу корисних компонентів) характеризує прогресивність застосовуваних технологічних процесів і виражається у відсотках до загальної кількості корисних компонентів, що містяться у вихідній речовині. Ступінь утилізації відходів виробництва визначається відношенням величини корисно використаних (утилізованих) відходів у натуральному чи вартісному вираженні до загальної кількості отриманих відходів.

### **3. Інтенсифікація виробництва й основні шляхи розвитку харчової промисловості**

Існує два принципових методи збільшення випуску продукції: інтенсивний, здійснюваний за рахунок скорочення часу процесу, і екстенсивний, котрий передбачає збільшення кількості (місткості, потужності) устаткування. Інтенсифікація – більш ефективний напрямок розвитку виробництва. Саме за рахунок інтенсифікації виробництва забезпечується основний приріст продукції харчової промисловості.

Інтенсивний і екстенсивний методи взаємозалежні. Так, екстенсифікація виробництва збільшує потужність підприємств, що у свою чергу дозволяє застосувати більш досконалі технологічні прийоми, тобто інтенсифікувати виробництво.

Основні виробничі фонди харчової промисловості нарощуються переважно за рахунок будівництва нових і реконструкції діючих підприємств. Переозброєння галузі здійснюється різними шляхами: впровадженням комплексно механізованих ліній, нових безупинних інтенсивних технологічних процесів, комплексних способів переробки сировини, широким використанням холодильної техніки, підвищенням одиничної потужності машин і апаратів, механізацією трудомістких, насамперед складських і вантажно-розвантажувальних робіт, автоматизацією контролю якості й обліку продукції, а також керування виробництвом.

Розвиток технічної бази харчової промисловості відбувається одночасно з удосконалюванням організації суспільного виробництва – його концентрацією, спеціалізацією, кооперуванням і комбінуванням, що, у свою чергу, стимулюють подальший технічний прогрес у галузі.

Будівництво заводів великої одиничної галузі дозволяє підвищити продуктивність праці і поліпшити інші техніко-економічні показники. Зниження капітальних витрат забезпечується також комбінуванням виробництв. Великими комбінатами є багато кондитерських фабрик, пивоварство, цукрові й інші заводи. Концентрація дрібних і середніх

підприємств здійснюється на основі міжзаводської спеціалізації шляхом зосередження їх у великих виробничих об'єднаннях.

Найважливішим резервом інтенсифікації виробництва є застосування більш високих режимів обробки – температур, тисків, концентрацій, каталізації процесів. Так при сушінні зерна підвищення температури сушильного агента в початковий період до 180 – 200<sup>про</sup>З дозволяє збільшити продуктивність шахтних сушарок у два рази, а застосування рідкої кислоти – знизити температуру випеченого хліба з 85 до 24<sup>про</sup>З за 30 с. Застосування підвищених тисків і спеціальних ферментів у два-три разів прискорює процес готування пива. Стимулюючі добавки й інтенсивна механічна обробка скорочують час готування тіста. Застосування високих тисків в інжекторах для створення вакууму інтенсифікує (підвищує концентрацію) соків і поліпшує їхню якість. Введення ферментів і інших каталізаторів дозволяє значно скоротити процеси дозрівання сиру, шумування тіста й ін.

Найважливішими напрямками розвитку харчової промисловості є:

розробка і впровадження на підприємствах передової техніки і технології, освоєння виробництва нової, більш досконалої продукції, підвищення її якості;

організація випуску продуктів дитячого і дієтичного харчування, харчових концентратів для швидкого готування й інших нових харчових продуктів, що володіють високими смаковими і живильними властивостями;

розробка і впровадження прогресивних, більш інтенсивних технологічних процесів виробництва;

впровадження і розширення безтарних методів перевезення і збереження сировини і напівфабрикатів;

удосконалювання способів збереження сировини і готової продукції (застосування вентиляції, зволоження, сушіння, заморожування, розміщення в середовищі інертних газів і інші способи консервування), використання автоматичних засобів виміру і контролю якості продукції в процесі збереження;



широке використання нових методів виробництва харчових продуктів із застосуванням обробки ультразвуками і струмами високої частоти, сублімації, асептичній стерилізації, сорбінової кислоти й інших оксидантів, а також антибіотиків, що забезпечують збереження біологічної цінності і збільшення термінів збереження продуктів;

комплексна механізація й автоматизація виробничого процесу, прискорення технічного переозброєння діючих підприємств, впровадження автоматизованих систем керування, планування й обліку з застосуванням обчислювальної техніки.

### **ЛЕКЦІЯ 3**

#### **Професія «технолог харчового виробництва»**

Харчування – це невід’ємна частина нашого життя, необхідна, як повітря, що приносить море задоволень, робить нас працездатними, здоровими і щасливими. Цій сфері завжди приділялася найпильніша увага, а фахівці в галузі організації харчування і виробництва харчових продуктів завжди мали і матимуть високий соціальний статус.

Як часто ми замислюємось про те, який шлях обробки та переробки проходить продукція перед потраплянням до нашого столу, та хто і за яких умов контролює цей процес?

Забезпеченням усіх умов виробничого процесу займається інженер-технолог харчового виробництва (продуктів харчування), який:

- здійснює контроль дотримання послідовності та якості операцій, що складають процес приготування продуктів;
- розробляє та вдосконалює наявні процеси виробництва;
- контролює ефективність організації праці;
- вирішує виникаючі технологічні і виробничі проблеми;
- забезпечує високу якість продуктів харчування для збереження здоров'я людей.

Фахівець з галузі харчових технологій має можливість займатися виробничо-технологічною, організаційно-керівною, проектно-конструкторською, управлінською діяльністю на підприємствах харчової та переробної промисловості.

Технолог харчового виробництва - це фахівець, який відповідає за те, щоб процес приготування продукції відповідав нормам і заданим технологіям.

Професія технолога харчового виробництва завжди була і є затребуваною. Такі фахівці потрібні на м'ясокомбінатах, молочних заводах, кондитерських фабриках, хлібопекарнях та інших підприємствах, пов'язаних з виробництвом продуктів харчування.

#### ОБОВ'ЯЗКИ ТЕХНОЛОГА ХАРЧОВОГО ВИРОБНИЦТВА

- організація процесу виробництва і контроль дотримання технологій приготування продукту;
- розробка технологічних карт і рецептів для нового продукту;
- складання заявок на необхідну сировину та контроль своєчасного її отримання;
- контроль і оцінка якості сировини та готової продукції;
- вивчення нових харчових технологій та їхнє впровадження;
- розробка заходів щодо зниження собівартості продукції;
- контроль дотримання працівниками санітарних норм і правил;
- навчання персоналу;
- контроль списання сировини;
- участь в інвентаризації.

Для того щоб стати технологом потрібно мати вищу технологічну або середню технічну освіту в області харчового виробництва. Однак великі підприємства все-таки частіше вимагають від кандидата мати саме диплом про вищу освіту.

**Перспективи:** харчова промисловість України залишилася єдиною галуззю, яка в умовах економічної кризи не лише не знизила обсягів

виробництва, але і продовжує їх активно нарощувати. Модернізація вітчизняних підприємств переробної і харчової промисловості, впровадження новітніх технологій і входження України у світове співтовариство потребують кваліфікованих фахівців з вищою освітою. Ключовою фігурою сучасного виробництва стає висококваліфікований технолог, без якого підприємство працювати не може. Можна бути переконаним, що працевлаштування і високий рівень заробітної платні випускників гарантований.

**Можливості працевлаштування:** майбутні випускники можуть працювати на підприємствах хлібопекарського виробництва, виробництва молочних продуктів, виробництва м'ясних продуктів, виробництва виробів з риби та морепродуктів, виробництва цукру та кондитерських виробів, консервування плодів та овочів, виноробства та пивоваріння, мікробіологічного виробництва. У виробничих, контрольно-аналітичних лабораторіях, в органах державного управління та громадських організаціях, що здійснюють контроль за якістю та безпекою продукції, в органах санітарно-епідеміологічного та екологічного контролю, в центрах стандартизації, метрології та сертифікації продукції.

## ЛЕКЦІЯ 4

### Загальна характеристика харчової промисловості.

#### Класифікація галузей харчової промисловості

Харчова промисловість покликана задовольняти потреби населення в різних продуктах харчування відповідно до фізіологічних потреб людини. Виходячи з необхідності постійного відновлення енергетичних витрат для забезпечення належної працездатності і життєдіяльності, установлені фізіологічні добові норми споживання білка (96,7 г), у тому числі білка тваринного походження (58 г), жирів (98,5 г) і вуглеводів (420,9). З обліком цих даних і можливих трат визначаються середні річні фізіологічні норми споживання основних (вихідних) продуктів харчування з розрахунку на душу

населення. Грунтуючись на них, підприємства харчової промисловості випускають величезний асортимент харчових продуктів, найважливіші з яких – борошно, крупи, хлібобулочні вироби, м'ясо, риба, м'ясо- і рибопродукти, молоко і молочні продукти, рослинна олія, цукор, сіль, овочеві і фруктові консерви, кондитерські, вино-горілчані вироби.

Головні ознаки, що визначають цінність харчового продукту, - живильні властивості його складових частин і їхнє оптимальне співвідношення (збалансованість). Поряд з цим істотну роль грає смак і аромат продукту, його колір, структура, здатність зберігати первісні властивості і свіжість при збереженні. Мають також значення товарні властивості, по яких споживач судить про якість продукції і які забезпечують зручність звертання в торговій мережі: зовнішній вигляд, форма, упакування, розміри.

Технологія харчових продуктів істотно відрізняється від інших хімікотехнологічних виробництв. Найважливіша особливість харчових продуктів – нестійкість (лабільність) їхніх якісних показників, що не дозволяє застосовувати в технологічному процесі обробки високі швидкість, тиск, температуру. Далі, для харчових виробництв характерні сировина і напівфабрикати складного складу. Як правило, це швидкопсувні матеріали, що визначають особливі умови їхньої схоронності, вимагає визначеного і надійного контролю якості, високого рівня керування технологічними лініями. У той же час механізм важких процесів, властивих харчовій технології (фізичних, хімічних, біохімічних), вивчений недостатньо, немає і математичних описів багатьох явищ, що протікають при переробці сировини і напівфабрикатів.

До готової продукції харчових виробництв пред'являються високі гігієнічні вимоги. Продукти повинні володіти високою харчовою цінністю при повній нешкідливості для здоров'я людини. Це також обумовлює специфіку проектування харчових підприємств і здійснення технологічних процесів.

Характерна риса готових харчових продуктів – високий ступінь залежності їх від якості сировини. У виробництві харчових продуктів дуже

важливо максимальне збереження біологічно активних речовин. Складний склад і структура сировини обумовлюють складну побудову технологічного процесу.

У залежності від видів сировини і способів впливу на нього у виробничому процесі харчові галузі й окремі виробництва підрозділяють на видобувні і переробні. До видобувного в харчовій промисловості віднесені підприємства по видобутку і розмелу солі, а також видобуток риби, кити, морського звіра і морепродуктів. Серед переробних розрізняють галузі по переробці рослинної сировини, сировини тваринного походження і несільськогосподарського.

По способу одержання цільового продукту харчові виробництва поділяються на:

а) цінні речовини, що витягають, з вихідної сировини (спиртова, борошномельна, цукрова);

в) підвищуючи концентрацію цінних компонентів у харчовому продукті (овочесушильна);

г) виготовляючи продукцію з різних компонентів (консервна);

д) виготовляючи продукцію з напівфабрикатів первинного виробництва.

Класифікація галузей, які виробляють харчові продукти, приведено на рис. 1.

Ознаками класифікації можуть бути також склад сировини, застосовуваної у виробничому процесі (однокомпонентна сировина, багатокомпонентні суміші), і повнота його використання (повне включення сировини до складу продукції або неповне, тобто з утворенням технологічних відходів). Ці ознаки багато в чому визначають особливості і структуру технологічних ліній харчових виробництв. Усі технологічні лінії харчових виробництв розділяють на три групи, кожна з якої представляється узагальненою структурною схемою, що відбиває особливості цієї групи. У структурі будь-якої технологічної лінії можна виділити три стадії: підготовчу, основну і заключну.

На підготовчій стадії виробництва, сировину готують до переробки, на основній. Рівнобіжні потоки на основній стадії використовують тільки для

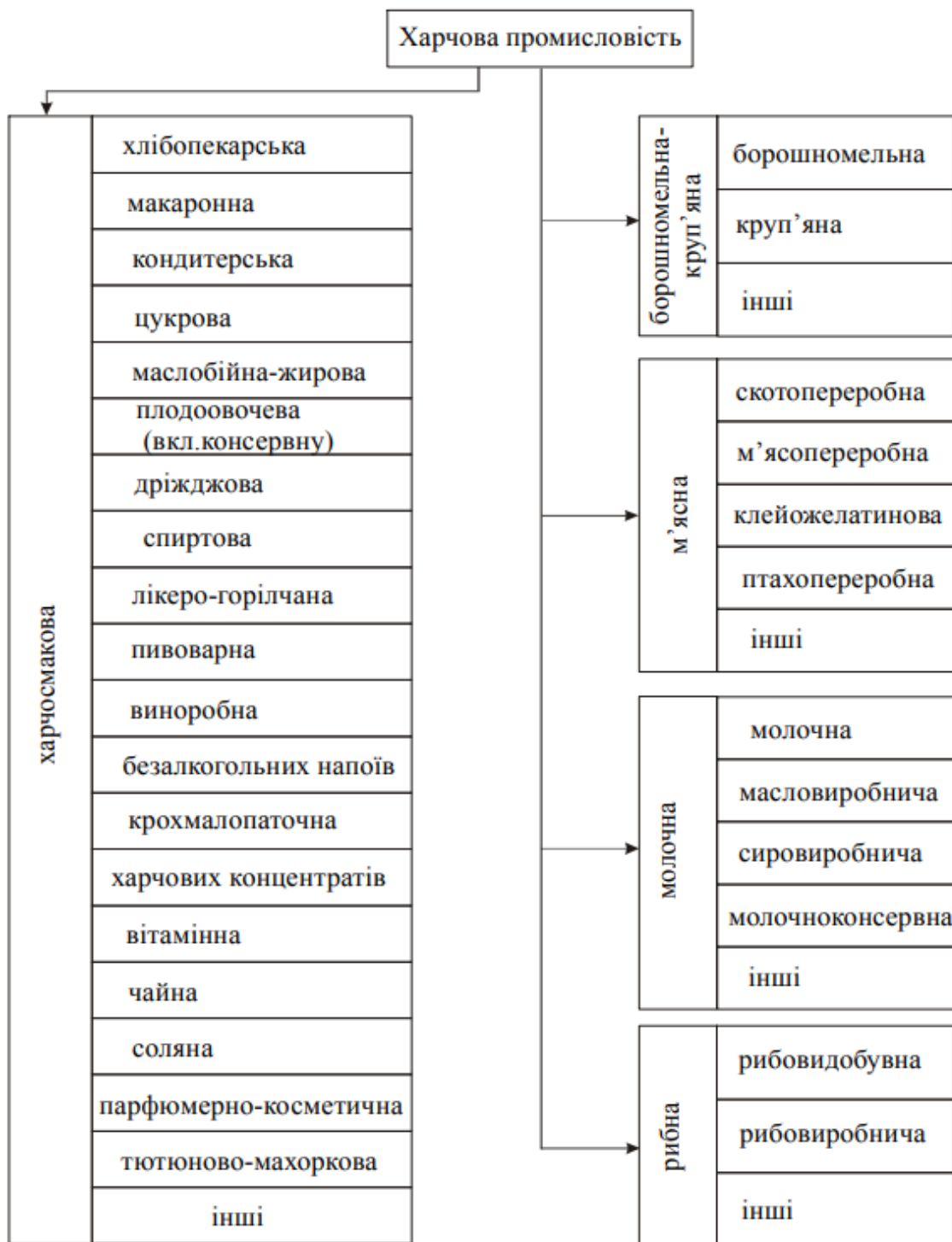


Рис .1.1. – Класифікація галузей харчової промисловості.

збільшення продуктивності або для випуску інших сортів чи видів продукції.

В другу групу входять виробництва, продукція яких не відрізняється по складу від використовуваної сировини (консервування цілих овочів, фруктів і інших продуктів сушінням, заморожуванням, стерилізацією). Структура цих ліній (рис.1.2,б) характеризується послідовним проведенням технологічних операцій від початкової до кінцевої стадії. Рівнобіжні лінії, як і в попередньому випадку, застосовуються для випуску інших сортів продуктів або підвищення продуктивності.

У третю групу об'єднані виробництва, у яких цільовий продукт витягають одним або декількома існуючими способами (екстракція, фільтрування, сортування) з вихідної сировини, (цукрове, крохмалепаточне, борошномельне, круп'яне, маслоекстракційне). Лінії цих підприємств (рис.1.2,в) складаються з послідовно виконуваних технологічних операцій з великою кількістю поворотних потоків продукту і робочих агентів (рециклів), оскільки перетворення продукту відбувається в результаті багаторазово повторюваних впливів, що доцільно здійснювати в однотипних машинах і апаратах. Це обумовлює істотну складність структури основної стадії. При випуску багато сортної продукції і наявності відходів ускладнюється і структура заключної стадії

Багато харчових виробництв являють собою різні комбінації розглянутих трьох типів технологічних процесів. Наприклад, у мікробіологічних виробництвах (дріжджовому, ферментом) живильний субстрат є складною сумішшю інгредієнтів, що пройшли початкову обробку на підготовчій стадії. Цільовий продукт виділяють з цієї суміші шляхом складних біохімічних перетворень з на-ступним концентруванням. Таким чином, тут сполучаються особливості технологічних процесів першої і третьої груп.

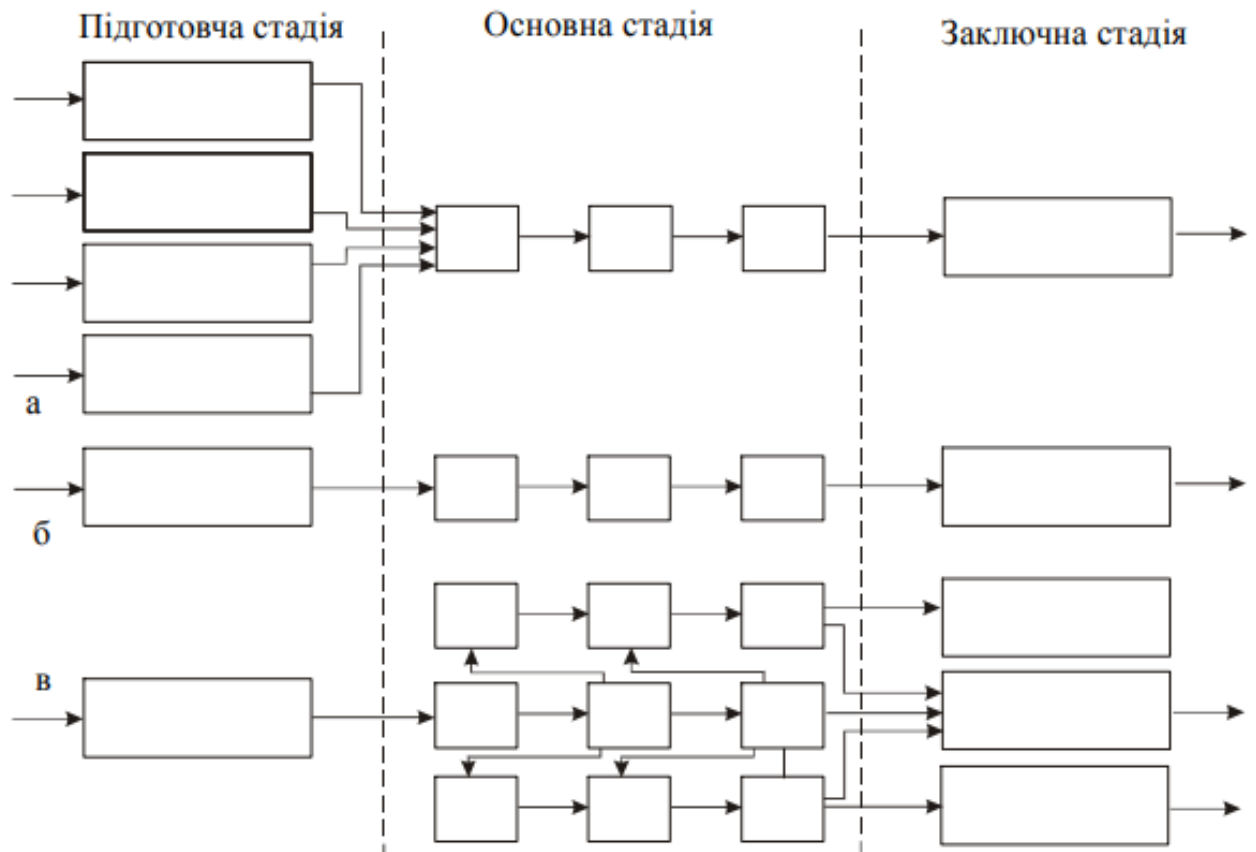


Рис. 1.2. Технологічні лінії харчових виробництв

## ЛЕКЦІЯ 5

### Професія «технолог ресторанного господарства»

На кожному підприємстві ресторанного господарства є людина, яка відповідає абсолютно за всі процеси, які протікають на виробництві. Професія технік - технолог передбачає не тільки важку працю, але і безмежні можливості для впровадження нових ідей і починань, політ творчої фантазії, а також величезні перспективи для кар'єрного зростання.

У сучасному світі в умовах твердої конкуренції без техника - технолога не обійтися, оскільки саме від нього залежить, наскільки кафе, їдальня, ресторан стануть користуватися популярністю серед споживачів, і який дохід вони будуть приносити.

Обов'язки техника-технолога ресторанного господарства

- Розробка нових страв і складання технологічних карток до них;



- складання графіка роботи всіх цехів на виробництві;
- контроль якості продукції;
- вивчення ринку послуг ресторанного господарства;
- розподіл обов'язків серед персоналу;
- вивчення і впровадження нових технологій;
- контроль справності обладнання і наявності необхідного інвентарю;
- організація поставок сировини на виробництво;
- робота з документацією;
- контроль дотримання норм санітарії та гігієни;
- організація банкетів і презентацій;
- розробка плану реконструкції виробничих цехів.

#### Особисті якості

Для роботи на будь-якому підприємстві ресторанного господарства необхідно володіти певними особистісними якостями. У техника-технолога повинна бути відмінна пам'ять, яскраво виражені творчі здібності, відмінний естетичний смак. Комунікабельність та вміння знаходити розумні компроміси потрібні для підтримки в колективі доброзичливої атмосфери. Технік - технолог повинен бути вимогливим до підлеглих. Вміння швидко та креативно мислити в нагоді при виникненні форс-мажорних обставин.

Технік-технолог повинен мати високорозвинену чутливість до найтонших відтінків запаху і смаку. Високо цінується здатність візуально визначати, скільки важить продукт. Наявність організаторських здібностей дозволить з легкістю налагодити бездоганну роботу всіх цехів підприємства ресторанного господарства.

Ще одним головним критерієм професіоналізму техника-технолога є відмінна фізична витривалість, оскільки для досягнення хороших результатів йому часто доводиться працювати понад норму, перебувати тривалий час на ногах або в сидячому положенні, перебувати в приміщеннях з високою або низькою температурою, а також у місцях з підвищеною вологістю.

## Протипоказання

### Захворювання:

- серцево-судинної системи;
- травної системи,
- опорно-рухового апарату
- органів дихання

### Освіта

Освіту техника-технолога можливо отримати в коледжі або технікумі, але високопрофесійні знання ТІЛЬКИ в УНІВЕРСИТЕТІ!!!. Процес здатний зайняти від трьох до п'яти років. При цьому спочатку потрібно отримати навички кухаря, кухаря-кондитера, а тільки потім можна стати техніком-технологом. Без знання рецептур, принципу приготування страв навчання даної професії буде недоцільним. Після закінчення навчального закладу присвоюється кваліфікація бакалавр з харчових технологій. Після цього можна буде працювати технологом або завідуючим виробництвом в будь-якому закладі ресторанного господарства (ресторан, кафе, їдальня), а також на м'ясокомбінатах, консервних заводах, в рибопереробних цехах, молокозаводах, цехах з виробництва напівфабрикатів, адже на кафедрі харчових технологій ДНУ вас навчатимуть і загальним технологіям харчових виробництв!.

### Робота і кар'єра

Без досвіду організувати роботу підприємства ресторанного господарства буде досить складно, але можливо, оскільки ви будете вивчати цикл економічних дисциплін і організаційно-управлінських. Тому, навіть маючи освіту, фахівцю необхідно показати свої професійні навички, працюючи кухарем в невеликому кафе або ресторані, наприклад під час проходження практики. Проявивши достатню ініціативу і старанність у роботі в порівняно короткі терміни, можна стати шеф-кухарем і технологом в одній особі. З часом такий фахівець може стати керівником або директором компанії, яка діє у сфері ресторанного бізнесу. Один з позитивних моментів є

висока затребуваність технологів у зв'язку з відкриттям великої кількості кафе, ресторанів, супермаркетів, цехів по переробці м'яса, птиці, риби.

### **ЗАВДАННЯ:**

Проаналізуйте інформацію про обов'язки технолога закладів ресторанного господарства та технолога-харчових виробництв. У дві колонки запишіть власні результати: спільні риси, та розбіжні.

Напишіть свої побажання, щодо формування індивідуальної освітньої траєкторії. Тобто які дисципліни ви хотіли би вивчати, як вибіркові компоненти.

## **ЛЕКЦІЯ 6**

### **Найважливіші технологічні поняття і визначення**

До основних технологічних понять і визначень відносяться матеріальний і енергетичний баланси, вихід продукції, технологічна лінія, операція і процес, апаратурно-процесна одиниця (одиничний елемент), інтенсивність і продуктивність технологічного процесу. Незважаючи на чисто економічну сутність таких понять, як продуктивність праці, собівартість продукції, ці й інші економічні категорії широко використовуються в технології для порівняльної характеристики ефективності різних варіантів. При проектуванні технологічних ліній вибір оптимального варіанта можливий тільки з урахуванням всього комплексу показників технологічної й економічної ефективності. Матеріальний і енергетичний баланси складають і для аналізу роботи існуючих ліній з метою визначення витрат основного продукту і робочих агентів на кожній технологічній операції, розрахунку виходу, організації обліку продукції, підвищення її якості, зниження собівартості.

Матеріальний баланс у харчовій технології. Матеріальний баланс виражає закон збереження маси речовини, відповідно до якого у всякій замкненій системі маса речовин, що вступають у взаємодію, дорівнює масі речовин, що утворюються в результаті цієї взаємодії. Стосовно до умов харчових

виробництв матеріальний баланс називають продуктовим розрахунком і виконують його на основі ретельного хімічного аналізу сировини і нормованих втрат коштовних компонентів. Оскільки у виробничих умовах у процесі обробки (переробки) продукту крім основної реакції відбуваються і побічні, то враховують тільки найбільш істотні перетворення, тобто продуктивний розрахунок має наближений характер. Для харчової сировини характерний складний склад. Тому при розрахунках часто враховують тільки масу основних компонентів, не приймаючи до уваги домішки у всіх видах сировини, що надходить. Так, у цукровому виробництві вихід цукру розраховують, виходячи з наявності цукру в буряку, що встановлюють лабораторними аналізами. Продуктивний розрахунок у харчових виробництвах, що є основною формою обліку готової продукції, виробляється на всіх етапах технологічної лінії (схеми) і вимагає значних витрат праці. Тому автоматизація процесів обліку (виміру) кількості і якості сировини, проміжних і готових продуктів виступає важливим фактором зниження собівартості продукції. Матеріальний баланс безупинних процесів складають для сталого (стаціонарного) режиму, при якому загальна маса речовин, що надійшли в апарат за даний період часу, дорівнює масі речовин, що вийшли з апарата. Припустимо, що кількість речовин в апараті не змінюється, тобто

$$\sum_{i=1}^n G_i^{(вх)} - \sum_{i=1}^m G_i^{(вих)} = 0, \quad (3.1)$$

де  $G_i^{(вх)}$ ,  $G_i^{(вих)}$  - відповідно маси продуктів, що надходять в апарат (на дану технологічну схему, операцію і т.д.) і вихідних з нього;  $n$ ,  $m$  – кількість компонентів продуктів у вхідному і вихідному потоках.

нагромадження чи зменшення не відбувається. Тоді

Звичайно при проектуванні вихід готового продукту є заданим, а кількість сировини і допоміжних матеріалів, необхідних для його виробництва, визначають з рівнянь матеріального балансу. Продуктивний

розрахунок у цьому випадку виконують, виходячи з нормативної витрати сировини на одиницю (кілограм, тону, кг-моль) основного продукту, прийнятого в даному виробництві. У результаті продуктового розрахунку обчислюють видаткові коефіцієнти по сировині. Рівняння матеріального балансу використовують також для аналізу і математичного опису перехідних процесів у харчовій технології. З урахуванням зміни маси речовини в апараті

$$\sum_{i=1}^n G_i^{(ex)} - \sum_{i=1}^m G_i^{(ex)} = \sum_{i=1}^m \Delta M_i / \tau, \quad (3.2)$$

де  $\Delta M_i$  - зміна маси  $i$ -ї речовини в апараті за час  $\tau$ .

Якщо відома зміна речовини в часі, то рівняння матеріального балансу приймає таку форму:

$$\sum_{i=1}^n G_i^{(ex)}(\tau) - \sum_{i=1}^m G_i^{(ex)}(\tau) = \sum_{i=1}^m \Delta M \quad (3.3)$$

Найбільш загальна форма запису матеріального балансу – інтегральна:

$$\lim_{\tau_k \rightarrow 0} \frac{1}{\tau_k} \sum_{i=1}^n \int_0^{\tau_k} [G_i^{(ex)} - G_i^{(ex)}]_{\tau} d\tau = 0 \quad (3.4)$$

де  $\tau_k$  – інтервал часу, для якого визначається матеріальний баланс;

( - поточне значення часу.

Приведені форми запису матеріального балансу використовують для визначення статичних і динамічних характеристик об'єктів технології.

Рішення рівнянь повного матеріального балансу дозволяє обчислити ті характеристики технологічних потоків, що вимірити важко або неможливо. При цьому використовують рівняння кінетики, рівноважного стану й інші описи процесу. У результаті розрахунку звичайно будують таблицю балансу речовин. чи іншій смності рівняння матеріального балансу має вид

## Енергетичний баланс технологічних процесів харчової промисловості

Енергетичний баланс складають на основі закону збереження енергії, відповідно до якого в замкнутій системі сума усіх видів енергії постійна. Для технологічних процесів харчових виробництв складають тепловий баланс (закон збереження енергії в цьому випадку формулюється в такий спосіб: прихід теплоти в апарат за якийсь проміжок часу дорівнює її витраті). Тепловий баланс складають по кількості матеріальних потоків з урахуванням теплових ефектів фізичних перетворень і хімічних реакцій, а також тепло- вих

$$\sum_{i=1}^n Q_i^{(вх)} - \sum_{u=1}^b Q_u^{(вих)} \pm \sum_{i=1}^R Q_i^{(ф.к.)} - \sum_{i=1}^P Q_i^{(ном)} = 0, \quad (3.5)$$

де  $Q_i^{(вх)}$  - кількість теплоти, що надходить в апарат з матеріальними потоками;

$Q_i^{(вих)}$  - кількість теплоти, винесене вихідними потоками;

$Q_i^{(ф.к.)}$  - теплота фізичних чи хімічних процесів, що проходять з виділенням або поглинанням теплоти;

$Q_i^{(ном)}$  - втрати теплоти в навколишнє середовище;

m, n, k, p – кількість видів відповідно вхідних, вихідних, внутрішніх потоків теплоти і теплових втрат.

утрат через стінки апарата в навколишнє середовище. Його розраховують по рівнянню:

Приведене рівняння теплового балансу можна також записати для нестационарних процесів і в інтегральній формі. Так само, як і рівняння матеріального балансу, рівняння теплового балансу нестационарних режимів використовують для визначення динамічних властивостей машин і апаратів.

### Вихід продукту

Виходом продукту називається відношення кількості фактично отриманого кінцевого продукту  $G_k$  до вмісту цього продукту у вихідній сировині  $G_n$ :

$$x = G / G_n \quad (3.6)$$

За  $G_n$  приймається вся кількість речовини у вихідній сировині (наприклад, концентрація цукру в рафінаді). Вихід продукту визначає ступінь досконалості технологічного процесу і розраховується в кожному конкретному випадку по різному. Найпростіше визначити вихід продукту для таких типів виробництва, у яких готовий продукт одержують у результаті змішування або накладення компонентів. За вихідну кількість продукту береться сума його компонентів у всіх видах сировини.

Вихід продукту стосовно до хімічних реакцій називають ступенем перетворення. У процесах масопередачі вихід іменують ступенем відповідного міжфазного переходу, наприклад ступенем абсорбції, десорбції і т.п.

Ступінь перетворення можна виразити як відношення кількості витраченої речовини до загальної його кількості на початку процесу  $G_n$ :

$$x = G_n - G_k / G_n \quad (3.7)$$

Цей вираз застосовується для розрахунку ступеня перетворення будь-якої вихідної речовини в гомогенній реакції. Якщо в чисельнику формули коштує кількість продукту, отриманого в стані рівноваги, то вихід називається рівноважним ( $x_z$ ), чи теоретичним ( $x_t$ ). Для необоротних процесів, при яких відбувається повне хімічне перетворення чи повний перехід з однієї фази в іншу,  $x_t = 1$ . Для оборотних процесів рівноважний вихід, що збігається з рівноважним ступенем перетворення, завжди менше одиниці ( $x_t < 1$ ), тому що рівновага настає при неповному перетворенні вихідних речовин у продукт.

### **Технологічна операція. Агрегат. Технологічний режим**

Під технологічною операцією розуміють сукупність впливів на оброблюваний продукт, що відбуваються в одному місці й у визначений час і характеристик, що приводять до заздалегідь заданої зміни, чи властивостей продукту. Кожна технологічна операція виконується машинами, апаратами чи їхніми комплексами (агрегатами), розміщеними певним чином у просторі і часі.

Агрегатом умовимося називати комплекс механізмів і машин, призначених для послідовного виконання окремих технологічних операцій, що представляють у сукупності закінчений етап технологічного процесу.

Закінченим етапом (стадією) технологічного процесу називається сукупність технологічних операцій, що забезпечує одержання проміжного продукту, тобто зміни якості оброблюваної сировини чи проміжного продукту, яким чи можна доцільно дати кількісну технологічну чи економічну оцінку. Закінченість етапу – поняття відносне. Наприклад, здрібнювання солоду можна назвати закінченим етапом технологічного процесу, а здрібнювання зерна при переробці в борошно закінченим етапом без наступного виділення цільового продукту бути не може.

Агрегатами в харчовій промисловості є комплекси різних механізмів, машин, апаратів, розміщених компактно в одному місці (багатовальцові дробарки, подрібнювачі, ректифікаційні і випарні установки, деякі гранулятори). Агрегатами можна також назвати сукупність різних подрібнюючих і поділяючих машин, що виконують одну технологічну операцію. Технологічні агрегати являють собою окремі ділянки технологічної лінії і можуть бути проміжною ступінню в ієрархічній системі керування виробництвом.

Під технологічним режимом розуміють сукупність чисельних режимів основних параметрів, що характеризують середовище чи робочу зону, у якій відбувається дана технологічна операція. Для хіміко-технологічних процесів такими параметрами є температура, тиск, концентрація взаємодіючих речовин, спосіб і ступінь перемішування реагентів, у деяких випадках – відстань між робочими поверхнями, частота коливань, амплітуда і стан поверхні, інші характеристики робочих органів.

Технологічні режими визначаються не тільки конкретними чисельними значеннями параметрів, але і характером їхньої зміни в часі і просторі (в обсязі апарата). Наприклад, зміна температури агента в процесі сушіння безупинно чи по ступенях по даній програмі, зміна тисків (температур) по



корпусах у багатокорпусних випарних апаратах і т.д. Технологічні режими кожної операції, устаткування і система керування є єдиним комплексом, спрямованим на досягнення основної мети технологічного процесу – одержання продукту заданої якості. Тому при проектуванні й експлуатації машин, апаратів, агрегатів і систем керування харчової технології варто виходити з основної мети виробництва.

До сучасних машин, апаратів і агрегатів, крім технологічних вимог, пред'являють також вимоги мінімальної питомої вартості, надійності, стійкості, керованості і безпеці при обслуговуванні.

### **Продуктивність апарата і продуктивність праці**

Під продуктивністю апарата чи машини розуміють кількість продукції, зробленої в одиницю часу.

Варто розрізняти також продуктивність праці – найважливішу економічну категорію, що визначається кількістю продукції, зробленої працівником в одиницю часу, чи кількістю часу, витраченому на виробництво одиниці продукції. Продуктивність праці може мати грошове, натуральне або умовно-натуральне вираження і визначається по формулі:

$$P_{\text{пр}} = O_{\text{пр}} / \text{Чр} \quad (3.8)$$

де  $O_{\text{пр}}$  – обсяг виробництва;

$\text{Чр}$  – чисельність працюючих (виробничо-промисловий персонал).

Під інтенсивністю процесу розуміють кількість продукту, зроблену в одиницю часу (продуктивність), віднесене до робочого обсягу апарата, одиниці чи довжини площі робочого органа. Іноді інтенсивність ототожнюють з питомою продуктивністю, а також зі швидкістю чи перетворенням зміни характеристик продукту при технологічній обробці.

Знання основних закономірностей харчової технології істотно полегшує виявлення такого технологічного режиму, що дозволив би проводити процес найбільш ефективно, тобто з найбільшою інтенсивністю до найвищого виходу

продукту при заданій його якості. використовуючи відомі чисельні закономірності зміни властивостей оброблюваного продукту, можна цілеспрямовано керувати технологічним процесом.

### Економічні характеристики процесу

Собівартість виробленої продукції також є економічною характеристикою і визначається як величина витрат на виробництво одиниці чи маси обсягу продукції. Собівартість продукції характеризує досконалість не тільки технологічного процесу, але й організації виробництва (системи керування). Інтегральний критерій досконалості технологічного процесу повинний враховувати вплив всіх одиничних і узагальнених показників, що можливо тільки на економічній основі. При загальній ефективності процесу в розрахунок приймають продуктивність установки  $A$ , м<sup>3</sup> /год, обсяг капітальних вкладень  $ДО$ , грн., експлуатаційні витрати  $Э$ , грн/т, і якісні показники, що переробляються чи готового продукту  $K_i$ . Економічний критерій оптимальності процесу представляється як деяка функція від цих показників, тобто

$$З = f(A, K, Э, K_i) \quad (3.9)$$

Приведене рівняння може приймати різний вид у залежності від постановки задачі. Найчастіше як інтегральний показник використовують приведені витрати  $З$ , що являють собою суму експлуатаційних і капітальних витрат, віднесену до одного року нормативного строку окупності:

$$З = E + E_n K = E + K/T_n, \quad (3.10)$$

У розгорнутому виді приведені витрати на одиницю продукції, що випускається, можна визначити по формулі

$$З = \frac{(1+\alpha)(1+\beta)(1+\gamma)T_c\tau}{A} + \frac{(1+\varepsilon)(K_a^o + K_o)Ц_o + (K_a^{з.с.и.} + K_{з.с.и.})Ц_{з.с.и.}}{A} + \frac{G_n C_n + G_э C_э + G_б C_б + G_x C_x + G_{с.в.} C_{с.в.}}{A} + E_n \frac{Ц_o(1+\varepsilon) + Ц_{з.с.и.}}{A} \quad (3.11)$$

Де  $\alpha, \beta, \gamma$  - нормативи відрахувань відповідно на премії, доплати, додаткову заробітну плату і відрахування на соцстрах, %;

$\tau$  - ефективний фонд робочого часу;

$T_c$  - середньозважена годинна тарифна ставка виробничих робітників;

$\varepsilon$  - норматив відрахувань на транспортні витрати, підготовку і монтаж устаткування, % кошторисної вартості устаткування;

$K_a^o$  і  $K_a^{з.с.и.}$  - норматив амортизаційних відрахувань відповідно по устаткуванню і будинкам, спорудженням, інвентарю, % кошторисної вартості устаткування;

$K_o$  і  $K_{з.с.и.}$  - норматив відрахувань на поточний ремонт, зміст і експлуатацію устаткування і будинків, споруджень, інвентарю, % їхньої кошторисної вартості;

---

$C_o$  і  $C_{з.с.и.}$  - кошторисна вартість відповідно устаткування і будинків, споруджень, інвентарю, грн.;

$G_n, G_э, G_в, G_x, G_{с.в.}$  - річна витрата відповідно пари, електроенергії, води, холоду, стиснутого повітря на технологічні нестатки, т, кВт год, м<sup>3</sup>, мДж, м<sup>3</sup>.

$C_n, C_э, C_в, C_x, C_{с.в.}$  - собівартість одиниці відповідно пари, електроенергії, води, холоду, стиснутого повітря, грн.;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, %;

$A$  - обсяг виробничої готової продукції за рік у натуральному вимірі.

Цей показник визначає суму усіх витрат, віднесених до одного року нормативного строку окупності.

Показником економічної ефективності процесу може бути і собівартість виробленої продукції, що включає вартість витраченої сировини, матеріалів, палива, електроенергії, амортизаційні відрахування, заробітну плату обслуговуючого персоналу й ін. В узагальненому виді цю собівартість можна представити так:

$$C = (S_n + S_{nep}) / A \quad (3.12)$$

де  $S_n, S_{пер}$  - відповідно умовно-постійні й умовно-перемінні витрати, грн.

Кількісною оцінкою функціонування технологічної лінії може виступати будь-який технологічний показник, а також економічну, складову суму витрат на всіх стадіях (ділянках) виробничого процесу, тобто  $Z_n$  є адитивній функцією витрат на кожній стадії  $Z_{z.n}$ .

$$Z_n = \sum_{j=1}^n Z_j \quad (3.13)$$

де  $n$  – кількість ділянок (стадій) технологічного процесу;

$j$  – номер стадії.

При зміні якості сировини, матеріалів, палива, що впливає на ціну готового продукту, показники коректують відповідно до формули

$$C_k = CЦ / Ц_k, \quad (3.14)$$

де  $C$  і  $C_k$  - собівартість одиниці готового продукту відповідно до заходу, що забезпечує зміну якості, і після нього;

$Ц$  і  $Ц_k$  - оптова ціна (без податку з обороту) одиниці готової продукції відповідно до і після заходу.

При зменшенні витрати сировини за рахунок підвищення його якості коректування собівартості виконують по формулі

$$C_k = CН2 / Н1, \quad (3.15)$$

де  $C$  і  $C_k$  - собівартість одиниці продукції відповідно до підвищення якості сировини і після нього;

$Н1$  і  $Н2$  - норми витрати сировини колишньої і підвищеної якості на виробництво одиниці готової продукції в натуральному вимірі.

Під механізацією розуміють заміну ручної праці машинним. Механізація підвищує продуктивність праці за рахунок підвищення ефективності використання основного устаткування і скорочення чисельності обслуговуючого персоналу. Комплексна механізація є етапом, що передують автоматизації. Через специфіку, на багатьох технологічних процесах і

операціях тут використовується ручна праця. Проте, сучасні засоби і рівень техніки дозволяють механізувати багато технологічних операцій, включаючи визначення якості сировини і його сортування, очищення і різання фруктів, овочів і ін.

Основні техніко-економічні показники, що характеризують ефективність комплексної механізації й автоматизації промислового виробництва – продуктивність праці, собівартість продукції, робіт і послуг, а також строки окупності витрат.

Під автоматизацією розуміють заміну розумової праці людини по контролі і керуванню виробничими процесами, приладами й автоматичними пристроями, що дозволяє здійснювати ці процеси без особистої участі людини і тільки лише під його контролем.

Впровадження автоматизації сприяє підвищенню одиничної потужності агрегатів і виробничої потужності підприємств.

Для кількісної оцінки механізації й автоматизації виробничих процесів використовуються спеціальні показники.

Механооточення праці розраховується як відношення середньорічної вартості машин і устаткування до числа робітників, зайнятих в основній зміні:

$$M_m = \frac{\Phi d}{P100}, \quad (3.16)$$

де  $\Phi$  – середньорічна вартість основних виробничих фондів, грн.;

$d$  – частка устаткування, машин і механізмів у загальній вартості основних виробничих фондів;

$P$  – чисельність робітників, зайнятих в основній зміні.

Коефіцієнт механізації (автоматизації) праці визначається відношенням кількості робітників, зайнятих на механізованих (автоматизованих) роботах, до загальної чисельності робітників:

$$K_m = \frac{P_m}{P_m + P_p}, \quad (3.17)$$

де  $P_m$ ,  $P_p$  – відповідно кількість робітників, зайнятих на механізованих (автоматизованих) операціях і виконуючих ручні операції.

При більш глибокому аналізі коефіцієнт механізації праці розраховують по формулі

$$K_m = \frac{P_m + \sum P_i K_i}{P_m + \sum P_i + P_p} \quad (3.18)$$

де  $\sum P_i$  - загальна чисельність груп робітників змішаної праці;

$K_i$  - коефіцієнт механізації (автоматизації) по окремих групах робітників змішаної праці.

Комплексна автоматизація виробничого процесу забезпечує підвищення економічної ефективності за рахунок: зниження витрат сировини, матеріалів і енергії на одиницю продукції, що забезпечується строгою підтримкою заданого технологічного режиму в результаті стабілізації матеріальних і енергетичних потоків. об'єктивністю контролю і керування:

підвищення загальної продуктивності устаткування завдяки інтенсифікації виробничого процесу;

збільшення частки продукції вищої якості;

зменшення чисельності управлінського персоналу за рахунок централізації керування.

Економічна ефективність від впровадження АСУ визначається за методикою:

$$\Delta_{АСУ} = \left[ \left( \frac{A_2 - A_1}{A_1} \right) P_1 + \left( \frac{C_1 - C_2}{100} \right) A_2 \right] - E_n K_{АСУ}, \quad (3.19)$$

де  $A_1, A_2$  - річний обсяг реалізованої продукції до і після впровадження АСУ, тис. грн.;

$C_1, C_2$  - витрати на 1 грн. реалізованої продукції до і після впровадження, коп;

$P_1$  - прибуток від реалізації продукції до впровадження АСУ, тис. грн;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень у даній галузі;

$K_{АСУ}$  - витрати, зв'язані зі створенням і впровадженням АСУ, тис. грн.

У кінцевому рахунку впровадження будь-якого технічного заходу повинне бути виправдане економічно. Річний економічний ефект від впровадження

$$\Delta = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 - E_n K_2), \quad (3.20)$$

де  $Z_1$  і  $Z_2$  - собівартість річної продукції відповідно до і після проведення заходу;

$DO_1$  і  $DO_2$  - капітальні вкладення в основні виробничі фонди відповідно до і після впровадження заходу.

Для визначення строку окупності і коефіцієнта ефективності капітальних вкладень використовують формули

$$\begin{aligned} T &= (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2); \\ E &= (C_1 - C_2) / (K_2 - K_1). \end{aligned} \quad (3.21)$$

Автоматизація і механізація виробництва – не самоціль, а насамперед засіб підвищення ефективності виробництва. Тому завжди необхідно економічно оцінювати різні варіанти, що забезпечують підвищення ефективності виробництва. Для цього економічні показники порівнюваних варіантів приводять у порівнянний вид. Коректування капітальних вкладень, ціни, собівартості й інших показників виробляється по одному з варіантів, прийнятому за еталон:

$$K_k = KX_3 / X ; C_k = CX_3 / X ; S_k = SX_3 / X,$$

де  $K_k$ ,  $C_k$ ,  $S_k$  – коректовані відповідно капітальні вкладення, ціна і собівартість нового обладнання з урахуванням зміни експлуатаційної характеристики в порівнянні з еталонної, грн.;

$K$ ,  $C$  і  $S$  – капітальні вкладення, ціна і собівартість нового обладнання до коректування, грн.;

$X_3$  - основна експлуатаційна характеристика зразка устаткування, прийнятого за еталон /продуктивність, потужність, термін служби і т.п./, у відповідних одиницях виміру;

$X$  – та ж характеристика варіанта устаткування, що приводиться в порівнянний вид з еталонним екземпляром, у відповідних одиницях виміру.

Порядок приведення варіантів у порівнянний вид по обсязі виробництва, якості продукції й інших ознак зазначений у галузевих інструкціях.

Технічна досконалість виробництва в загальному виді визначається відношенням досягнутого рівня до базового чи прогресивного рівня аналогічних виробництв. У залежності від мети аналізу при кількісній оцінці технічного розвитку виходять з рівня механізації, автоматизації, електрифікації, фондоозброєння, хімізації, прогресивності технологічних процесів і т.д. Частка прогресивних технічних процесів визначається відношенням обсягу продукції, виробленої за допомогою прогресивної технології, до загального випуску даної продукції на підприємстві /у цеху, галузі/ у натуральному, вартісному вираженні або у витратах праці.



## ЛЕКЦІЯ 7

### Принципи раціоналізації підприємства

#### 1. Принципи кращого використання сировини

У харчовій промисловості вартість сировини (вихідних продуктів) складає значну частину загальної вартості виробництва. Тому максимальне використання сировини є одним з основних методів зниження питомих витрат на виготовлення харчової продукції.

При складанні матеріального балансу враховують вихідні речовини, що беруть участь у процесі (основні, допоміжні, інертні), і всі продукти, що утворюються, (цільові, побічні, відходи). Складання балансу, чи продуктового розрахунку, - перший етап, виконуваний при аналізі і синтезі технологічної схеми виробництва. На відміну від матеріального балансу, що складається для дослідження і розрахунку одиничних процесів, продуктовий розрахунок у більшому ступені наближається до дійсних умов технологічного процесу, тому що враховує втрати на всіх його етапах, що виникають по термодинамічним (стан рівноваги оборотних реакцій не дозволяє доводити основне перетворення до кінця), кінетичним (теоретичний ступінь перетворення не досягається внаслідок низьких швидкостей реакції) і іншим причинам, а також обумовлені самим механізмом процесу (наприклад, побічні реакції зменшують вихід основного продукту). Він дозволяє оцінити ступінь використання вихідної сировини й установити етапи процесу, на яких воно використовується більш ефективно.

Продуктовий розрахунок технологічного процесу складають на основі балансу окремих його ділянок чи одиничних елементів. За основу матеріального балансу звичайно приймають одиницю маси продукту чи кількість продукту, одержувана в одиницю часу (година, доба, рік).

Підвищена витрата сировини приводить до зниження продуктивності технологічних ліній по готовому продукту, збільшення витрат праці, палива,

електроенергії і води на одиницю продукції, тобто до підвищення її собівартості. У тих областях харчової промисловості, де продуктивність установлюється по кількості сировини, що переробляється в одиницю часу, якість сировини впливає на кількість виробленої продукції і ступінь корисного використання устаткування.

У зв'язку з поширенням механізованого збирання в сировину збільшилася кількість сторонніх домішок. Отже, щоб не знижувалася вигода, одержувана від механізованого збирання, слід в обов'язковому порядку вживати заходів по очищенню цукрового буряка, картоплі й інших коренеплодів від землі і коренів.

Порізи й ушкодження плодів при механізованому збиранні утрудняють і здорожують збереження, збільшують псування і кількість відходів, що також істотно відбивається на економічних показниках роботи харчових підприємств.

У харчових виробництвах, що протікають без зміни складу сировини, де використовуються цілі чи різані плоди, бульби і т.п., важливе значення мають стандартні розміри і правильна форма сировини. При неправильній формі і різних пороках плодів і овочів застосовується ручна дочистка, що значно знижує ефективність виробництва, приводить до перевитрати сировини і підвищенню собівартості продукції.

З ускладненням технологічних процесів, розширенням асортименту харчової продукції, підвищенням рівня механізації й автоматизації вимоги до якості сировини зростають. Перед селекційною наукою нині стоїть задача виведення сортів плодових, зернових, олійних і інших культур, хімічний склад і форми яких найбільшою мірою відповідали б вимогам технології і забезпечували одержання кінцевої продукції з високою живильною цінністю.

Останнім часом широко розробляється проблема розширення сировинних ресурсів за рахунок створення штучної їжі. Синтез їжі з неорганічних речовин поки вирішений тільки частково. Великі успіхи

маються в перетворенні природних органічних речовин шляхом фізичної, хімічної і мікробіологічної обробки.

Основний напрямок досліджень по цій проблемі – пошук ефективних методів одержання і використання білків мікробіологічного походження, а також білків з риби, сої, насіння олійних культур, вторинних молочних продуктів і ін.

## **2. Принцип найкращого використання енергії**

Харчова промисловість споживає значну кількість енергії, що витрачається на безпосереднє проведення технологічних операцій, а також на транспортування й інші допоміжні операції. Витрата електричної енергії визначається кількістю кіловат-годин на одиницю (маса, обсяг, штука) продукції, тепловий – відповідно кількістю палива чи теплоти. Електрична енергія використовується головним чином у природних пристроях машин і апаратів, транспортуючих пристроїв, а іноді для перетворення в теплову, теплова енергія складає основу технологічних операцій нагрівання, стерилізації, пастеризації, плавлення, сушіння, випарювання, ректифікації.

Ефективність використання енергії в технологічному процесі встановлюють, складаючи енергетичний баланс, основою якого служить закон збереження маси й енергії. Ступінь використання теплоти виражають тепловим КПД, під яким розуміють відношення кількості теплоти, використаної на проведення технологічних операцій, до загальної кількості витраченої теплоти:

$$\eta_T = Q_T / Q_{\text{общ}} \quad (5.8)$$

Якщо при проведенні процесу енергія підводиться і приділяється в різних формах, то в загальному балансі її враховують за допомогою відповідних еквівалентів теплоти. Кількість енергії, підведеної до системи й отриманої в результаті перетворень (прихід теплоти), повинна дорівнювати кількості, що витрачається на окремих етапах процесу, перетвориться в інші

види енергії і відводиться із системи матеріальними потоками, а також переходить у навколишнє середовище (утрати теплоти).

Для складання теплового балансу необхідно мати кількісні значення питомих теплоємностей речовин, що беруть участь у процесі, теплових ефектів хімічних реакцій і фазових перетворень. На підставі цих даних, а також хімічного складу і кількостей взаємодіючих речовин в окремих потоках можна розрахувати статті приходу і витрати балансу окремих етапів процесу й у кінцевому рахунку всього технологічного процесу.

Економії енергії можна домогтися використанням сучасних видів устаткування, застосуванням менш енергоємних технологічних операцій, багаторазовим використанням теплоти, зменшенням її втрат у навколишнє середовище, доведенням технологічних операцій тільки до необхідного ступеня завершеності й ін.

Одним зі способів економії енергії є витяг з потоку вихідного продукту перед напрямком його на подальшу переробку часток необхідної кінцевої якості (розмірів, вологості), тобто виділення якого-небудь цільового компонента на проміжних стадіях.

### **3. Принцип найкращого використання устаткування**

Сутність цього принципу складається з одержання максимального виходу продукції з одиниці об'єму або поверхні апарата (машини), з одиниці довжини або площі робочих органів, тобто він спрямований на найкраще використання робочого простору. Використовуючи цей принцип, можна знизити витрати на виробництво продукту, оскільки величина амортизаційних відрахувань (постійна частина витрат) не змінюється, а кількість продукту (їхня перемінна частина) збільшується.

Один зі способів реалізації принципу найкращого використання устаткування – повернення (рециркуляція) потоків з метою стабілізації режимів, регенерації теплоти або повторного її використання. Особливо

вигідно застосовувати цей спосіб при технологічних операціях, що включають хімічні перетворення. Із суміші, що відводиться з реактора, виділяють цільові продукти, а вихідні речовини повертають у реактор. У такий спосіб забезпечується збільшення рушійної сили процесу і збільшується вихід продукту в розрахунку на одиницю об'єму апарата. У промисловості цей спосіб звичайно застосовується, коли положення рівноваги не має великого значення і продукт можна легко виділити з реакційної суміші.

Інший спосіб найкращого використання устаткування – узгодження одиничних операцій і технологічних потоків.

У технологічній лінії, що складається з періодично працюючих апаратів, витрати основного продукту і робочих тіл непостійні і мінються від мінімальних до максимальних значень. Такі перепади ускладнюють роботу силових установок, котельного опалення і в остаточному підсумку всього підприємства. Тому в періодичному процесі тривалість окремих операцій і продуктивність апаратів повинні бути такими, щоб не виникали (або були можливо меншими) простої. Для цього в кожному апараті в одиницю часу повинне перероблятися однакова кількість матеріалів. Якщо тривалість складних операцій різна, то необхідно передбачити проміжні ємності (міжопераційні збірники).

Для збільшення рівномірності потоків один періодично працюючий апарат можна замінити деяким числом менших апаратів. Їхня кількість повинна бути рівним числу операцій, з яких складається процес. При цьому спочатку встановлюють тривалість самої короткої операції, а для інших вибирають такий же час або кратне йому. Цикл роботи кожного апарата батареї зміщений щодо циклів сусідніх апаратів на період, рівний тривалості самої короткої операції.

Погодженість роботи устаткування при безупинних процесах заснована на правильному виборі продуктивності апаратів. Пікові ситуації в системах безупинної дії не виникають, оскільки тут апарати працюють з постійним навантаженням. Міжопераційні збірники в цьому випадку застосовуються як

аварійні ємності для агрегатів. Величина проміжної ємності визначається з умов необхідного нагромадження продуктів за період припинення подачі продукту:

$$G_{cp} = V / \tau \quad (5.9)$$

відкля

$$V = G_{cp} \tau \mu$$

де  $G_{cp}$  – середня витрата основного продукту;

( - тривалість припинення подачі продукту (аварійного стану);

( - коефіцієнт, що показує ступінь зменшення витрати.

Принцип найкращого використання устаткування визначає основні вимоги до машин і апаратів:

- максимальна або задана продуктивність і висока інтенсивність роботи;
- найбільший вихід продукту і поділяюча здатність процесу (витяг коштовного або видалення шкідливого компонента);
- мінімальні енергетичні витрати на здрібнювання, перемішування і транспортування матеріалів і найкраще використання виділюваної в апараті і підведеній у нього енергії;
- стійкість режиму, легка керованість і безпека при обслуговуванні;
- низька вартість самого апарата і ремонту, ремонтпригодність і надійність у роботі.

Перераховані вимоги взаємозалежні й у значній мірі суперечливі, внаслідок чого рідко вдається реалізувати всіх їх з достатнім ступенем повноти. Тому на практиці звичайно приймають найбільш прийнятне з погляду реалізації рішення, що забезпечує підтримка основних параметрів процесу на рівні заданих чи розрахункових значень, а також мінімальну собівартість і належну якість готового продукту.

#### 4. Принцип оптимального варіанта

Цей принцип передбачає найкраще сполучення послідовності технологічних операцій, їхніх фізико-хімічних закономірностей, технічних режимів, конструктивних параметрів машин і апаратів, основних законів керування й економіки відповідно до конкретних умов підприємства, спрямоване на підвищення якості харчового продукту і зниження витрат на його виробництво.

Конкретно він виражається у виборі такої послідовності технологічних операцій, режимів, типів машин і апаратів, порядку розміщення машин і апаратів, сполучних трубопроводів і інших комунікацій, засобів механізації й автоматизації, що забезпечувала б досягнення заданих технологічних цілей при мінімальних витратах. На практиці такі задачі вирішують емпірично, шляхом перебору варіантів, і аналітично, з використанням методів математичного програмування й обчислювальних машин.

Поняття оптимального розміщення устаткування включає:

- забезпечення найменшої довжини комунікацій;
- використання природних напорів для транспортування сипучих продуктів і рідин;
- забезпечення найкращих умов переміщення продукту;
- централізоване розміщення апаратів, призначених для виконання однотипних процесів (операцій);
- дотримання заданої черговості виконання технологічних операцій і правил техніки безпеки. Відступ від цих принципів припустимо в тому випадку, якщо їхнє дотримання вступає в протиріччя з вимогами охорони праці, охорони навколишнього середовища і т.п. На сучасному етапі розвитку виробництва принцип оптимального варіанта обов'язково припускає рішення питань комплексної механізації й автоматизації. У харчовій промисловості поряд з механізацією й автоматизацією операцій, виконуваних вручну, важливою задачею є підвищення продуктивності розфасовної, пакувальних і інших машин, апаратів і ліній.