

ЛЕКЦІЯ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

1.1 Технологія як складова економіки і суспільства

1.2 Класифікація технологічних процесів технології харчових виробництв

1.3 Шляхи удосконалення технології харчових виробництв

1.1 Технологія як складова економіки і суспільства

Технологія є складовою суспільства і забезпечує його споживчими цінностями (потребами), які формує і узагальнює політика, тобто владні структури. Техніка і технологія у розвитку суспільства відіграють суттєву роль, оскільки зміни в технології позначаються на продуктивності праці, що зрештою впливає й на виробничі відносини. Тобто рівень розвитку технології забезпечує певний рівень життєзабезпечення населення (економіка) і рівень взаємовідносин населення з владою (політика). Розвиток економіки має змінний характер, тобто відповідає життєвому циклу біологічних систем (зародження, розвиток, зрілість, смерть).

Технологію розглядають як сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини, матеріалу чи напівфабрикату, які використовуються у процесі виробництва для одержання готової продукції. Поняття або термін «технологія» з'явилися наприкінці XVIII початку XIX століття. До цього часу замість терміну «технологія» вживали терміни «ремесло», «діло», «мистецтво» тощо. До появи терміну «техніка» до 1862 року вживали термін «знаряддя» як належність його до виробництва. Технікою стали називати в основному матеріальні носії праці, і цей термін став самостійним.

Таким чином, в сучасному розумінні технологія почала розглядатися як майстерність і наукова дисципліна в середині XIX століття. Цьому значно сприяла поява ряду наукових та технічних винаходів: удосконалення парового двигуна, винахід двигуна внутрішнього згоряння, дизельного двигуна, широкої серії електродвигунів, холодильників, парових та газових турбін тощо, що справило значний вплив на розвиток технології. Не менш важливим було впровадження наукової системи організації праці, або науково обґрунтованої системи управління виробництвом, родоначальником якої став американський інженер Ф. Тейлор.

Будь-яка технологія розглядається як цілеспрямована діяльність або як сама праця, предмет праці, засоби праці, які економісти називають засобами виробництва. Поєднання праці з предметом і засобами праці складає зміст будь-якого технологічного процесу.

Людство, або цивілізація, було сформовано не владними структурами, а тими, хто створив колесо, сокиру, плуг, двигун, хто знайшов злаки, слідкував за зірками, відкрив залізо, радіохвилі, тощо. Владні структури в залежності

від їх відповідності потребам суспільства або сприяли розвитку цивілізації або заважали йому.

Технологія є складовою цивілізації, тобто такого історично конкретного стану суспільства, що характеризується не тільки духовною культурою, а й матеріальними засобами праці і технологією.

Якщо розглядати суспільство системно, то можна визначити його як ієрархічну систему, що складається із складових нижчого рівня.

Як відомо, *під системою розуміють певну множину елементів заданої природи, що мають певну цілісність. За природою розрізняють матеріальні та абстрактні системи. До матеріальних систем* відносять системи неорганічної природи, фізичні, хімічні, геологічні та живі системи - організми, популяції, екосистеми. Особливі класи систем становлять родина, організація. До *соціально-економічних систем* суспільства належать регіони, держава. *Абстрактними системами* вважають гіпотези, теорії, наукові знання, мовні системи, логічні системи тощо.

За походженням системи поділяють на природні, штучні та змішані. *Природні системи* виникають внаслідок природних процесів, *штучні* - створені людиною. З точки зору технології будь-яке підприємство є штучною системою, створеною людиною як засіб для досягнення певної мети або надання певних послуг, виготовлення певного товару із заданими властивостями.

Підприємство складна система, що складається із елементів або підсистем і є соціотехнічною системою, до якої входять техніка (механізми, машини, устаткування, обладнання) та індивідууми і колективи, пов'язані з роботою цієї системи.

Соціальна система складно організована упорядкована цілісність, що об'єднує окремих індивідуумів і соціальні спільноти, пов'язані різноманітними зв'язками і взаємовідносинами.

Економічні системи це сфери функціонування продуктивних сил і виробничих відносин. Закон товарного виробництва, або закон вартості, є регулятором суспільного виробництва та розподілу суспільних ресурсів. Згідно із законом вартості індивідуальні витрати на виробництво будь-якого товару дорівнюють суспільно необхідним, а при розширенні виробництва досягається прибуток. Згідно із тим же самим законом виробник не може і не має права вибирати: виробляти чи не виробляти товари, знижувати чи не знижувати витрати на виробництво, впроваджувати чи не впроваджувати нову техніку і технологію, поводитись на ринку активно або пасивно. Він повинен виробляти, знижувати витрати, впроваджувати нову техніку і технологію, активізувати свою діяльність на ринку.

Таким чином закони економіки змушують розвивати та удосконалювати техніку і технологію, яка є складовою економіки або економічної системи.

Поняття «система» походить від грецького поняття «складене» і тлумачиться як група різноманітних предметів, створених штучно чи природно таким чином, що вони утворюють єдине ціле, діють узгоджено і підкоряються певним формам управління (керування).

Технічна система визначається як об'єкт, складений із матеріальних тіл (споруд, машин), або як процес і складається з дій (операцій), пов'язаних у систему, яка визначає мету функціонування. **Основними властивостями системи є цілісність, структурність, множинність опису.**

Технологію можна розглядати і як сукупність або систему дій чи процесів, призначених для зміни або утворення нових властивостей (характеристик) будь-якого об'єкта (подрібнення, гранулювання, нагрівання, тощо). Ці дії здійснюються машинами і апаратами. Машина, на відміну від апарата, призначена для перетворення енергії в корисну роботу за допомогою робочих органів.

Якщо будь-яка технічна система удосконалюється досить швидко внаслідок якого-небудь зрушення (відкриття, винахід), то економічні і соціальні системи дуже інерційні, тобто технічні удосконалення впливають на соціальний стан із значним запізненням.

Розвитком технологій можна вважати безперервний процес удосконалення машин, механізмів, приладів, пристроїв у різних галузях промисловості, які спрямовані на полегшення умов праці, підвищення продуктивності, зручності, комфорту тощо.

Револьюційні зрушення в технології відбуваються не так часто, але вони докорінно змінюють майже всі технологічні процеси і впливають на підвищення продуктивності в усіх галузях світового господарства та на виробництво нових товарів та послуг. У давні часи це були винаходи видобування вогню, колеса, водяного млина, а потім парового двигуна, двигуна внутрішнього згоряння, холодильних установок, електричних генераторів, виробництво штучного каучуку тощо. Значний вплив на техніку і технологію виробництва справило удосконалення технології чавуну і сталі. Зрушення в технології дали себе знати при винайденні пороху, фотографії, телеграфу, телефону, залізниці тощо.

У ХХ столітті револьюційні зрушення відбулись з появою крупних електростанцій, автомобілів, виробництва пластичних мас, обчислювальних машин тощо. Запропонована Г. Фордом технологія виробництва автомобілів на конвеєрі була перенесена в інші галузі промисловості.

Можна назвати револьюційні зрушення і в інших галузях промисловості, які призвели до їх корінного удосконалення. Показовими прикладами в цьому відношенні є застосування дифузійного апарата інженера Роберта (1865 рік) у цукровій промисловості, способу безперервного розливу сталі (винайдено в СРСР, а здійснено вперше в Японії).

Кожна галузь промисловості в Україні, які в усьому світі, пов'язана з більшістю інших галузей матеріальними та іншими зв'язками. Наприклад, кожна галузь харчової промисловості має безпосередній зв'язок з виробниками сільськогосподарської продукції зерна, фруктів, овочів, м'яса, молока тощо. Але поряд з цим харчова промисловість одержує цілий ряд допоміжних матеріалів тару, синтетичні плівки, полімерні матеріали, луги, кислоти, солі, папір, а також відповідне технологічне устаткування.

Зараз не можна уявити виробництво літака, автомобіля або іншої машини без наявності виробів як машинобудівного профілю (окремі матеріали, деталі, вузли), так і виробів інших галузей промисловості. Якщо розглядати техніку і технологію у світовому масштабі, то зараз неможливо налагодити крупномасштабне високоприбуткове виробництво без надійних міжнародних зав'язків.

У своєму розвитку технологія як наука пройшла чотири етапи або періоди. **На першому, найбільш ранньому етапі** хімічна технологія була збиранням рецептів та описів проведення окремих технологічних операцій без будь-якого строгого обґрунтування причин вибору того чи іншого способу переробки. Наука на цьому етапі мала описовий характер. Вибір технологічних операцій та послідовності їх виконання здійснювали тільки на основі порівняння різних варіантів (XVIII ст.).

На наступному, другому, етапі (початок XIX ст.), крім опису методів та технологічних засобів, розвиток технології характеризувався спробами аналізу фізико-хімічних явищ та обґрунтування причин, що визначають вибір технологічного засобу. Наука на цьому етапі мала якісний характер, який дозволяв визначити технологічні процеси на основі якісного аналізу без достатнього кількісного обґрунтування.

На третьому етапі розвитку технологія базується на знаннях про одиничні процеси, загальні для багатьох технологічних засобів у різних галузях хімічної та харчової технології. Одиничні процеси узагальнюють фізична хімія та процеси й апарати. Цей період характеризується більш строгим кількісним обґрунтуванням вибору технологічних засобів та режимів. З'явилась можливість розраховувати продуктивність, розміри, режими, потужність та інші характеристики машин і апаратів.

Третій найважливіший етап розвитку технології почався тоді, коли були винайденні вакуум-випарні апарати, ректифікаційні колонки, холодильні машини, електричні двигуни, фільтри безперервної дії, промислові способи адсорбції, екстрагування. На початку XX ст. в результаті узагальнення виробничого досвіду виконання окремих технологічних операцій виникла наука про процеси і апарати. У цей же час значним внеском у технологію можна вважати вдосконалення способів одержання низьких температур (-185°C), надвисокого тиску (200 МПа), виробництва сплавів, що мають високу хімічну стійкість, механічну міцність тощо.

У зв'язку із суперечністю вимог до машин та апаратів (наприклад, при мінімальних витратах енергії устаткування може мати дуже низьку потужність) їх характеристики на цьому етапі розвитку технології однозначно не визначились, тобто могли бути визначені тільки на основі досвіду та високої кваліфікації проєктантів.

Нарешті, **на четвертому, сучасному, етапі** розвитку технологія як наука використовує не тільки теоретичні основи процесів і апаратів, тобто теорію одиничних процесів, але й методи теорії систем, теорії оптимізації та математичне моделювання.

Теоретичні основи процесів і апаратів дозволяють визначити кінетичні закономірності, теорія систем дозволяє розглядати кінетичні закономірності на кожній технологічній операції, на кожній технологічній ділянці в сукупності та узгоджувати їх з позицій кінцевої мети функціонування всієї технологічної лінії. Теорія оптимізації дозволяє вибрати оптимальний, тобто найкращий в якомусь розумінні варіант технологічної операції, ділянки, лінії тощо, спираючись на методи математичного моделювання. Сукупність цих методів дозволяє вибрати таке поєднання технологічних операцій, яке забезпечує найменші витрати на одержання продукту заданої якості.

Звідси витікають такі важливі висновки, як те, що при аналізі діючої або при проектуванні нової технологічної лінії необхідні знання не тільки фізико-хімічних основ явищ, які відбуваються в конкретній технології, методів визначення розмірів та режимів роботи процесів і апаратів, але й методів оптимізації, заснованих на математичному моделюванні та використанні обчислювальної техніки.

У зв'язку з широким впровадженням у технологію автоматичних і автоматизованих систем управління виникла необхідність вивчення явищ та одержання кількісної оцінки ще однієї сторони технологічних процесів їх специфічних властивостей як об'єктів управління. Оскільки автоматизація можлива тільки на основі строгої формальної кількісної оцінки перехідних процесів та якості функціонування об'єктів управління, якості продукції, то з'явилась необхідність у розробці методів формалізації перехідних процесів. Це, у свою чергу, вимагає більш глибокого вивчення фізико-хімічних явищ, удосконалення принципів розрахунку процесів і апаратів тощо. Таким чином, широке впровадження автоматизації обумовлює також розвиток і удосконалення чисто технологічних засобів, методів і процесів, тобто сприяє розвитку технології як науки.

Головна мета технології може бути досягнута тільки за наявності кількісної оцінки довершеності процесу та якості продукту.

Основні загальні завдання технології полягають у тому, щоб забезпечити:

- найбільш можливо повне вилучення корисної речовини із сировини;
- задані або оптимальні (найкращі) властивості (якість) готового продукту;
- відсутність шкоди довкіллю в процесі виробництва;
- задані або оптимальні витрати енергії і коштів на виготовлення готового продукту;
- можливість управління технологічними процесами найбільш простими засобами;
- визначену або оптимальну надійність функціонування технологічних процесів.

1.2 Класифікація технологічних процесів технології харчових виробництв

Технологічна лінія виробництва будь-яких виробів складається із окремих послідовно здійснюваних технологічних операцій, які виконуються машинами, апаратами та агрегатами. Технологічну операцію, яка здійснюється в машині (апараті, агрегаті) та забезпечує певний технологічний режим, будемо визначати як одиничний процес або як апаратно-процесну одиницю. Синтез технологічної схеми полягає в тому, щоб скласти з існуючих одиничних процесів таке співвідношення, яке забезпечить одержання продукту або напівфабрикату визначеного складу та властивостей з певних видів сировини.

У зв'язку з цим коротко розглянемо класифікацію одиничних технологічних процесів, які використовуються в технології при проектуванні, фізико-хімічні закономірності кожного одиничного процесу, а також загальні принципи вибору схеми технологічного процесу.

Сукупність явищ, які протікають в кожній технологічній операції, може бути розподілена на класи, підкласи, групи, підгрупи, види або одиничні явища. Під *одиничними явищами* даної фізичної природи розуміють явище, яке здійснюється в конкретних умовах або режимах, розвиток та кінцевий результат якого однозначно визначається цими умовами.

Ознакою класу явищ є спільність їх природи, тобто явища гідромеханічні, теплові, масообмінні, механічні, хімічні, біологічні та ін. *Ознакою підкласу явищ* служить спільність механізму їх здійснення. Наприклад, дифузія здійснюється молекулярним, конвективним та іншим переносом. *Ознакою групи явищ* може бути спільність умов однозначності, які дозволяють відокремити з даного класу групу подібних явищ. Числові характеристики умов однозначності визначають одиничне явище.

Всі одиничні явища, їх класи, групи мають також різні ознаки спільності. Наприклад, для їх опису можна використати рівняння балансу, або кінетичні рівняння, а також деякі типові процедури або типові плани одержання експериментальних даних.

Виділяють три основні класифікації процесів харчових виробництв:

- 1) за основними закономірностями перебігу та рушійною силою;
- 2) за способом організації процесу або структурою робочого циклу;
- 3) за зміною параметрів процесу в часі.

За основними закономірностями перебігу та рушійною силою виділяють 7 груп процесів: гідромеханічні, механічні, теплові, масообмінні (дифузійні), хімічні та біохімічні, мікробіологічні, електрофізичні. Необхідна умова протікання процесу - наявність рушійної сили. В загальному випадку рушійна сила – це різниця потенціалів у двох точках розглядуваної системи.

Процеси характеризуються загальною залежністю: швидкість процесу прямо пропорційна рушійній силі та обернено пропорційна опору.

До гідромеханічних процесів відносять ті процеси, які відбуваються в рідинних (або газових) системах під зовнішнім впливом. Швидкість цих процесів визначається законами гідро- та аеродинаміки. Рушійною силою гідромеханічних процесів є перепад тиску. Гідромеханічні процеси поділяються на процеси утворення неоднорідних рідинних та газових систем (перемішування, диспергування, піноутворення, псевдозрідження, емульгування, гомогенізація) та їх розділення (осадження, фільтрування, центрифугування, електроосаджування).

Механічні процеси описуються і підпорядковуються законам механіки твердих тіл. Рушійною силою механічних процесів є різниця зусиль у різних точках оброблюваного об'єкту. Сюди відносять процеси подрібнювання, пресування, сортування, перемішування сипких матеріалів.

До теплових процесів відносяться процеси, які підпорядковані законам теплопереносу (термодинаміки). Рушійною силою цих процесів є різниця температур. Теплові процеси, в свою чергу поділяються на процеси без зміни агрегатного стану (нагрівання, охолодження); зі зміною агрегатного стану (кипіння, конденсація, випарювання, заморожування, плавлення) та специфічні (стерилізація, пастеризація, варіння, смаження).

Масообмінні процеси характеризуються перенесенням (переходом) одного або декількох компонентів вихідної речовини з однієї фази в іншу. Рушійною силою масообмінних процесів є різниця концентрацій. Виділяють такі масообмінні процеси: адсорбція, абсорбція, перегонка, екстрагування, кристалізація, сушіння.

Хімічні та біохімічні процеси - це процеси, пов'язані зі зміною хімічного складу і властивостей речовин; швидкість їхнього протікання визначається законами хімічної кінетики. Мікробіологічні процеси підпорядковуються біологічним законам життєдіяльності мікроорганізмів. Приклади таких процесів - сквашування молока, виготовлення дріжджів тощо.

Електрофізичні процеси здійснюються під впливом електричного струму. Рушійною силою цих процесів є різниця електричних потенціалів. Якщо процес характеризується ознаками двох основ (наприклад, масообміну і термодинаміки), то належність до того чи іншого класу визначається його цілеспрямованістю. Наприклад, при сушінні одночасно можуть відбуватися масообмін і теплообмін, однак головна мета процесу полягає в дифузійному видаленні вологи, тому його відносять до класу масообмінних процесів.

За способом організації всі процеси поділяють на періодичні, безперервні та комбіновані. Періодичні процеси проводяться в апаратах, які працюють у циклічному режимі. Цикл починається із завантаження апарата вихідними речовинами. В апараті ведеться процес перероблення, і через визначений проміжок часу, достатній для закінчення процесу, готовий продукт вивантажується з апарата. Для періодичних процесів характерно те, що всі їхні стадії протікають в одному місці, в різний час; при цьому стан матеріалу, що обробляється, і параметри процесу змінюються за часом. Безперервні або поточні процеси відбуваються в проточних апара-

тах, у яких надходження вихідної сировини та вивантаження готової продукції відбувається безперервно. Усі стадії безперервного процесу відбуваються одночасно, але вони роз'єднані в просторі.

Комбіновані процеси – це процеси, які на окремих стадіях відбуваються безперервно, а на інших стадіях - періодично. Організація виробництва за безперервною схемою має переваги: стабільність якості готового продукту, відсутність витрат часу на завантаження та вивантаження апаратів, компактність обладнання, зниження енергетичних витрат. Крім цього, безперервні процеси легше піддаються автоматичному контролю та управлінню. З цієї причини всі виробництва організовуються як безперервнодіючі. Періодичні процеси використовуються на малих переробних виробництвах, під час створення нових і модернізованих видів продукції, одержання окремих дослідних партій.

За змінами параметрів процесу (температури, швидкості, концентрації, консистенції) в часі всі процеси поділяються на усталені (стаціонарні) та неусталені (нестационарні). В усталених процесах значення кожного з параметрів, що їх характеризують, постійні в часі й залежать лише від положення даної точки системи в просторі. У неусталених процесах параметри, що їх характеризують, залежать не тільки від положення точки системи в просторі, а й від часу. Більшість періодичних процесів відноситься до неусталених. Як правило, безперервні процеси є стаціонарними, тому що в кожному мить часу в кожній конкретній точці системи параметри процесу залишаються постійними.

При виконанні окремих технологічних операцій відбуваються різноманітні фізичні, хімічні, біологічні явища, тобто кожна технологічна операція базується на певних фундаментальних законах, які визначають закономірності окремих технологічних операцій.

Поряд з добре відомими вивченими раніше процесами, такими як подрібнення, формоутворення (гранулювання), сепарування, осадження, фільтрування, перемішування, нагрівання (охолодження), випарювання (конденсація), перегонка, екстрагування, сорбція, кристалізація та інші, при виробництві багатьох продуктів застосовуються технологічні операції іншої природи: хімічні та біологічні процеси. Зазначені процеси при виробництві різних виробів мають свої особливості. Наприклад, такий класичний процес як перемішування при замісі тіста супроводжується значними змінами властивостей та складу перемішуваного продукту. Нагрівання та охолодження теж призводять до значних змін властивостей оброблюваних продуктів, знешкодження шкідливих речовин та дії мікроорганізмів.

Використовують і електроплазмоліз контактну обробку плодів електричним струмом низької частоти з напругою 220 В, що призводить до пошкодження цитоплазматичних оболонок рослинних клітин та збільшенню соковиддачі при наступному пресуванні.

Важливими та дуже складними за природою процесами в технології є процеси ферментації та бродіння, завдяки яким стало можливим споживати

цілий ряд важливих та корисних продуктів, вітамінів, лікувальних препаратів.

Деякі технологічні операції властиві тільки при виготовленні окремих продуктів (гідроліз, піроліз, полімеризація, гідрогенізація), коптіння, сульфитація, але з дуже складним механізмом перетворень в оброблюваному продукті.

Технологія харчових виробництв відрізняється від інших хіміко-технологічних процесів тим, що через нестійкість (лабільність) якісних показників харчової сировини використання високих температур, тиску, швидкості значно обмежується, що, у свою чергу, змушує знизити продуктивність або потужність технологічних процесів. Продукти, які швидко псуються, потребують особливих умов зберігання, що, у свою чергу, потребує значних витрат на спорудження сховищ.

У загальноприйнятому визначенні під біотехнологією на сучасному етапі розвитку треба розуміти інтегроване використання біохімії, мікробіології, молекулярної біології та прикладних наук в технологічних процесах із застосуванням мікроорганізмів, культур клітин та тканин. Але найважливіше місце має зайняти мікробіологічна технологія, або біотехнологія мікробного синтезу, яка досліджує закономірності популяцій мікроорганізмів у штучно складених умовах.

Процеси мікробіологічного синтезу використовують для одержання: мікробної біомаси (дріжджі, білково-вітамінні концентрати та ін.); біохімічних продуктів складної будови, які виділяються мікроорганізмами при їх культивуванні (спирти, антибіотики, вітаміни, органічні кислоти); хімічних продуктів (бамінопеніцилінова кислота та ін.), очищених від небажаних компонентів середовищ (прояснення стічної води); цінних металів, виділених за допомогою мікробіологічного синтезу.

Різноманітні виробництва, побудовані на основі мікробіологічних процесів, мають багатостадійний характер і включають поряд з мікробіологічними стадіями або ділянками деяку кількість інших процесів (нагрівання, дозування, фільтрування тощо), які забезпечують виконання саме основних мікробіологічних процесів та від якості функціонування яких залежить досягнення основної мети виробництва.

Зараз використовують методи мікрохвильового (МХ) впливу на харчові продукти, лазерні установки рентгенівського діапазону частоти для переміщення, перетворення властивостей речовин та утворення нових.

1. 3 Шляхи удосконалення технології харчових виробництв

Методи мікрохвильового (МХ) впливу

Наразі в різних галузях науки, технології, промисловості й побуті широко використовують електромагнітні випромінювання різної частоти (довжини хвилі), які здатні значно змінити виконання технологічних операцій та призвести до докорінної зміни технології. Це так звані хвильові технології, засновані на підведенні енергії у вигляді проникненості електромагнітних та акустичних коливань у середовище продукту.

У промисловості, починаючи із середини XX століття, широко використовують високочастотне (ВЧ) та надвисокочастотне НВЧ (діелектричне) об'ємне нагрівання з використанням енергії змінного електромагнітного поля в процесах сушіння, варіння, бланшування, стерилізації, пастеризації, хлібопечення, інактивації ферментів, екстракції, розморожування, дезінсекції тощо.

Електронні генератори (НВЧ-генератори), які використовують для діелектричного нагрівання (магнетрони і клістри), являють собою прилади резонансного типу, надвисокочастотні ланки яких мають утворювати коливання певної частоти.

Основною перевагою мікрохвильового метода порівняно з іншими методами підведення теплоти є достатня рівномірність нагрівання по всьому об'єму незалежно від теплопровідності й товщини шару продукту за дуже короткий проміжок часу, відсутність прямого контакту з теплоносієм.

Оскільки харчові продукти та зерно є неоднорідним середовищем з нерівномірно розподіленими електричними властивостями, то термічний і технологічний ефект теж неоднаковий.

Випромінювання в широкому розумінні розглядають як один із засобів впливу на харчові продукти. Випромінювання відрізняються частотами або довжиною хвилі, до них відносять терморадіаційну обробку інфрачервоним (ІЧ), ультрафіолетовим (УФ) випромінюванням, високою (ВЧ) та надвисокою (НВЧ) частотою. До них можна віднести і ультразвукову обробку з частотою понад 20-103 Гц.

Як джерело ультразвукових коливань використовують механічні, електромагнітні, електродинамічні, п'єзоелектричні та гідродинамічні перетворювачі.

Нанотехнології

Зараз з'являється все більше публікацій про «нанотехнології», «харчові нанотехнології», «енергетику харчових нанотехнологій» тощо, які, на наш погляд, не мають прямого відношення ні до справжньої нанонауки, ні до нанотехнології. Спробуємо це показати на основі останніх публікації 2006 року, спираючись на відомі положення фізики, фізичної хімії та біології, які викладено в енциклопедичних довідниках.

Основна похибка або недомовленість полягає у невизначеності терміну «нанотехнології». За ствердженням засновника науки про нанотехнології Р.Ф. Фейнмана, нанонаука і нанотехнологія займаються дослідженням процесів, які здійснюються над наночастинками молекулярного і атомного рівня з розмірами 10^{-9} м, що відповідають 1/80000 товщини волосинки людини або довжині 10 атомів водню, покладених впритул.

Нанотехнологія досліджує властивості цих наночастинок з метою зміни структури їх розташування, форми поверхні, утворення нових структур, тобто нових з'єднань з метою зміни властивостей існуючих і утворення нових речовин із заздалегідь визначеними характеристиками.

Завдяки методам нанотехнології зараз створено плівки надвисокої міцності, підвищеної бактерицидної дії, самоочисні та самостерилізаційні мате-

ріали і медичні препарати, ліки та імпланти, нові рослини з новими властивостями, молекулярні магніти, прилади вимірювання, регенеративні біологічні тканини для генетичного діагнозу, одномолекулярні магнітні двигуни, квантові комп'ютери тощо.

Очікують, що нанотехнологія призведе до революційного зрушення в технології, якісної зміни існуючих виробництв, підвищення точності, надійності контролю і безпеки, а також значного зрушення в суспільстві.

Започаткував науку лауреат Нобелівської премії (1965 р.) з фізики Р.Ф. Фейнман (квантова механіка), який зазначив, що більшість частинок, які складають будову будь-якої речовини, дуже малі, але дуже активні, маневрені, мають обертальний рух, значний об'єм інформації. Тому дуже важливим є завдання як скористатися цими властивостями частинок, з яких складається певна речовина, для зміни характеристик і утворення інших речовин.

На перший погляд, нічого нового не сталося, оскільки відомо, що всі переміщення в структурах атомів відбуваються за законами квантової механіки. Але проблеми нанотехнології та нанонауки полягають у тому, як розташувати та змінити властивості наночастинок, щоб одержати речовину з бажаними або визначеними властивостями. Наразі нанотехнологія і нанонаука узагальнюють базові знання про властивості частинок атомного рівня в межах $(1...100)10^{-9}$ нм, про способи впливу на них з метою одержання нових речовин.

Складні частинки (атом, ядро) утворюються із певних елементарних, і їх можна розкласти на ці ж елементарні частинки. Достатньо тільки вилучити одну елементарну частинку, як властивості складної частинки змінюються, оскільки внутрішні властивості складних частинок переривчасті (дискретні).

Зауважимо, що хімічні властивості і хімічні перетворення, за якими утворюються нові речовини, залежать тільки від числа електронів на зовнішній електронній оболонці ядра. Можна припустити, що електронні мікроскопи здатні зміщувати електрони і на внутрішніх оболонках, оскільки при зміщенні електронів на внутрішніх орбітах атомів вони випромінюють рентгенівські промені, що значно розширило можливості утворення нових речовин, навіть порівняно з ядерним перетворенням.

Генна інженерія

Іншим дуже перспективним напрямом у технології вважають використання здійсненого у 1953 році Д.Д. Уотсоном і Ф.Х. Кріком відкриття структури дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) (Нобелівська премія за 1962 рік, разом з Р. Холлі і Х. Кориною) та розшифрування у 1963 році М. Ніренбергом (Нобелівська премія за 1968 рік, разом з М.Ф. Уїлкінсом) генетичного коду, що ознаменувалось виникненням нової генетичної, або генної, інженерії, метою якої стало керування генетичною основою живих організмів шляхом введення або вилучення із ДНК специфічних генів. Порядок розташування нуклеотидів у молекулі дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) визначає порядок розміщення амінокислот у молекулі білка.

Інформацію, що міститься в цьому порядку, передають молекули інформації рибонуклеїнової кислоти (РНК). Хромосоми це структурні елементи

ядра клітини, в яких утримується спадкоємна інформація організму, а в хромосомі в лінійному порядку розташовані гени.

Наразі ці методи дозволили створити ряд трансгенних рослин, розшифровано послідовність нуклеотидів у нуклеїнових кислотах, виявлено механізми регулювання діяльності клітин та відповідні реакції компонентів біомембран на зміну зовнішніх умов. Зараз створено ряд високопродуктивних сортів трансгенних рослин, більш стійких до захворювань, засухи, тощо, тобто рослин із заздалегідь визначеними властивостями (сої, ріпаку, льону, картоплі тощо). Але не щодо всіх цих рослин є дозвіл на використання їх у харчовій промисловості.

Як основний інструмент для вилучення фрагментів ДНК і наступного їх з'єднання з іншими фрагментами використовують ферменти, які можуть поділяти (розрізати) та знову з'єднувати молекули ДНК. Найбільш важливою групою цих ферментів є рестриктази, що каталізують розщеплення двониточної ДНК. Оскільки в клітині ДНК міститься дуже мала кількість окремих генів, то при виконанні досліджень їх багатократно копіюють (клонують).

Зміну властивостей ДНК здійснюють у такому порядку. Спочатку фрагмент, який клонують, вирізають (вилучають) з початкової ДНК за допомогою рестриктази. Потім кінці молекул з'єднують за допомогою з'єднуючих ферментів ДНК лігази, утворюючи нову рекабінантну структуру. Один відповідний ген вмонтовують в мініхромосому плазмиду як найкоротшу кінцеву молекулу ДНК, найбільш здатну до рекомбінації.

Трансформовані клітини реплікують (заміщують) у плазміді разом із власним геном. Із одержаного клона вилучають плазміді і після розщеплення за допомогою рестриктази одержують множину копій клонованого фрагмента ДНК.

Це дає змогу створювати нові генетичні структури, здатні самовідтворюватись у клітинах, змінювати їх генетичну програму та синтезувати сполуки з певними заздалегідь заданими властивостями.

Таким чином, можна зазначити, що генна інженерія розділ молекулярної генетики, що дозволяє створювати генетичні структури, здатні самовідтворюватись у клітинах, змінювати їх генетичну програму та здійснювати синтез сполук з певними заданими властивостями. Як наука вона виникла на основі досягнень біохімії, молекулярної біології, мікробіології та інших наук.

Суть генноінженерних досліджень полягає в наступному:

- одержання методом хімічного або ферментативного синтезу відповідного гена, фрагмента ДНК, на якому закодовано первинну структуру певного біополімера;
- одержання рекомбінатної ДНК шляхом введення та сполучення даного гена з векторною молекулою, яка здатна забезпечити реплікацію його в клітині реципієнта;
- введення рекомбінатних молекул ДНК у відповідне середовище;
- клонування генів розмноження та відбір однорідного генетичного матеріалу, який забезпечує синтез необхідних речовин.

Генна інженерія створює основи пізнання шляхів і способів «конструювання» нових або спрямованої зміни існуючих організмів, сприяє розв'язку проблеми добування біологічно активних сполук, лікарських препаратів. Генна інженерія, разом з клітинною інженерією, є основою сучасної біотехнології.

Незважаючи на різні інструменти (електронні мікроскопи в нанотехнологіях, ферменти в генній інженерії), у них одна спільна мета - «конструювання» нових речовин і рослин з новими властивостями із існуючих речовин.