

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ
«Теоретичні та практичні проблеми хімічних технологій
харчових добавок та косметичних засобів»

для аспірантів денної та заочної форм навчання
спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія

1. Мета вивчення навчальної дисципліни та результати навчання

Мета навчальної дисципліни – вдосконалити теоретичні і практичні знання аспірантів спеціальності «161 Хімічні технології та інженерія» про хімічний склад і методи промислового одержання речовин, які дозволені в наш час для використання в Україні в якості харчових добавок та компонентів косметичних засобів, а також надати знання з проблематики розвитку теорії і практики хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів.

Для досягнення поставленої мети аспіранту необхідно ознайомитись з концепцією сталого розвитку суспільства і проблематикою розвитку хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів; хімічними технологіями речовин, що використовують в якості харчових добавок та компонентів косметичних засобів і які впливають на органолептичні властивості харчової та косметичної продукції, регулюють їх смак, аромат, колір та підвищують строк придатності.

Результатом опанування дисципліною є нові знання, призначені для створення нових або вдосконалення існуючих хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів.

Передумови для вивчення дисципліни:

Викладання дисципліни «Теоретичні та практичні проблеми хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів» здійснюється після опанування аспірантами дисципліни «Теоретичні та практичні проблеми сучасних хімічних технологій та інженерії».

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1 – Теоретичні та практичні проблеми хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів (240 год.)

Змістовий модуль 1 – Хімія і хімічні технології речовин, що впливають на органолептичні властивості харчових продуктів та косметичних засобів (120 год.).

Тема 1.1 – Предмет, мета і завдання дисципліни. Регулятори консистенції харчових продуктів та косметичних засобів. (Основні причини широкого застосування харчових добавок і косметичних засобів. Проблематика розвитку хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів. Призначення загусників, гелеутворювачів, стабілізаторів, емульгаторів, піноутворювачів та наповнювачів).

Тема 1.2 – Крохмалі і целюлоза як речовини класу гідроколідів. (Хімічний склад, властивості, способи одержання і використання нативного і модифікованих крохмалів. Способи модифікації крохмалів. Аморфна і кристалічна целюлоза. Принципова схема виробництва мікрокристалічної целюлози у формі порошку, колоїду та крему).

Тема 1.3 – Поверхнево-активні речовини, що використовують в харчових і косметичних технологіях. (Емульгатори, емульгуючі солі, стабілізатори та піноутворювачі. Способи одержання харчових та косметичних ПАВ. Лецитини і синтетичні фосфоліпіди. Неорганічні емульгатори і стабілізатори на основі солей фосфору).

Тема 1.4 – Речовини, які впливають на рН харчової та косметичної продукції. (Неорганічні і органічні регулятори кислотності. Речовини, що підлужнюють харчові системи. Способи промислового добування гідроксидів натрію, калію, амонію і кальцію).

Змістовий модуль 2 – Речовини, які регулюють смак, аромат, колір та підвищують строк придатності харчових продуктів та косметичних засобів (120 год.).

Тема 2.1 – Речовини, які регулюють смак, аромат і колір. Інтенсивні підсолоджувачі та цукрозамінники. (Хімічний склад і способи одержання природних і штучних підсолоджувачів. Речовини, що використовують в якості солезамінників).

Тема 2.2 – Харчові ароматизатори та підсилювачі смаку і аромату. Класифікація ароматизаторів за походженням і за призначенням. Хімічний склад, призначення і способи одержання. Технологічне призначення підсилювачі смаку і аромату).

Тема 2.3 – Нативні і синтетичні харчові барвники. (Класифікація нативних і синтетичних органічних барвників. Приклади нативних органічних барвників Хімічний склад і способи одержання. Неорганічні харчові пігменти. Підбілювачі і фіксатори забарвлення).

Тема 2.4 – Речовини, що підвищують строк придатності харчових продуктів та косметичних засобів. (Хімічний склад і способи одержання консервантів, антиоксидантів, захисних газів, синергістів антиоксидантів, ущільнювачів рослинних тканин, вологоутримуючих та антизлежуючих добавок, плівкоутворювачів).

3. Класифікація, хімічні властивості та технології харчових добавок

Існує багато визначень поняття «харчова добавка». Це пояснюється тим, що вони виконують різноманітні функції. Відповідно до Закону України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини», **харчова добавка** – це природна чи синтетична речовина, яка спеціально вводиться у харчовий продукт для надання йому бажаних властивостей.

За визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) **харчова добавка** – це речовина, що не використовується для їжі у чистому вигляді і не є типовим інгредієнтом продуктів харчування незалежно від того, має ця речовина поживні властивості чи ні, а яка навмисно вводиться до харчових продуктів в технологічних цілях (включаючи органолептичні) в процесі їх підготування, оброблення, виготовлення, пакування, транспортування чи

зберігання, або яка може безпосередньо чи опосередковано забезпечити потрібний результат і вплинути на характеристики таких продуктів.

Основні цілі використання харчових добавок:

- вдосконалення технології підготування, переробки харчової сировини, виготовлення, пакування, транспортування та зберігання продуктів харчування;
- підвищення стійкості харчових продуктів до різних видів псування;
- створення та збереження необхідної структури продуктів;
- збереження або покращання органолептичних властивостей продуктів.

Основні причини широкого використання харчових добавок:

- розвиток торгівлі, що приводить до необхідності транспортування продуктів, що швидко псуються, на великі відстані;
- постійне підвищення вимог споживачів до якості та асортименту продуктів харчування при їх невисокій вартості;
- удосконалення технології отримання традиційних видів їжі та розвиток нових харчових технологій;
- нові висновки науки про харчування про необхідність вживання низькокалорійної їжі, створення нових видів їжі, що відповідають сучасним вимогам науки про харчування: низькокалорійних, м'ясних та молочних імітаторів;
- задачі з використання низькоякісної харчової сировини.

Середня кількість харчових добавок, які використовують у харчовій промисловості більшості країн світу, перевищує 500 найменувань. Додатково в країнах ЄС дозволено застосовувати у харчовому виробництві більш як 400 ароматизаторів та підсилювачів смаку і аромату. Радою ЄС була запропонована досить вдала схема цифрової кодифікації харчових добавок з літерою «Е» (від слова Європа). Вона включена до Кодексу Аліментаріусу ФАО/ВООЗ. Codex Alimentarius – збірник міжнародно схвалених і поданих в однаковому вигляді стандартів на харчові продукти, розроблених у 1963 р. під керівництвом ФАО (Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН) та WHO (Всесвітньої організації охорони здоров'я), спрямованих на захист здоров'я споживачів і гарантування чесної практики в торгівлі ними.

Кожній харчовій добавці присвоєно спеціальний код (у Європі з попередньою літерою «Е», а в міжнародній класифікації використовують сполучення літер «INS» – International Numbering Sistem.). Коди використовуються у поєднанні з назвами функціональних класів, а також забезпечують групування харчових добавок за технологічними ознаками (підкласами). Слід відзначити, що класифікація не є досконалою, оскільки харчові добавки можуть виконувати декілька функцій. Так, деякі консерванти виявляють антиоксидантні властивості, загусники – властивості драглеутворювачів, емульгатори – функції стабілізаторів тощо.

За системою Кодексу усі зареєстровані харчові добавки було поділено за їх технологічними властивостями і присвоєно певний трьох- або чотирьохзначний номер з індексом Е. Іноді після цифри коду може стояти маленька латинська літера (наприклад, каротини E160a, E160b, тощо), яка позначає додатковий

класифікаційний поділ добавки, або строкові римські цифри (наприклад, антоціани E163i, E163ii, тощо), які показують різницю в специфікації харчових добавок однієї групи.

Згідно Кодексу, основні технологічні групи виглядають наступним чином:

- E100 – E199 – барвники;
- E200 – E299 – консерванти;
- E300 – E399 – антиоксиданти;
- E400 – E449 – стабілізатори консистенції;
- E450 – E499 – емульгатори;
- E500 – E599 – регулятори кислотності, розпушувачі;
- E600 – E699 – підсилювачі смаку та аромату;
- E700 – E899 – резервні номери;
- E900 – E999 – антифламінти та інші речовини;
- E1000 – E1521 – різні технологічні функції.

Тлумачення коду харчової добавки:

- дана речовина перевірена на безпечність;
- речовина може бути застосована або рекомендована до застосування у рамках її технологічної доцільності та безпеки за умови, що її застосування не введе в оману споживача відносно типу та складу харчового продукту в який вона внесена;
- для даної речовини встановлені критерії чистоти, необхідні для досягнення встановленого рівня якості харчових продуктів.

Цифрові коди використовують при маркуванні у сполученні з назвами харчових добавок (лецитин E322) або з назвами функціональних (технологічних) класів (емульгатор E322).

3.1. Харчові добавки класу E100-E199

Харчові добавки E100-E199 – це синтетичні або природні барвники, які надають або підсилюють колір харчових продуктів. Натуральні барвники – природні компоненти харчових продуктів або біологічних об'єктів, які зазвичай не використовуються в якості продуктів харчування або складової їх частини.

До харчових барвників не відносять:

- харчові продукти (плоди, ягоди тощо), включно сушені чи консервовані;
- прянощі та спеції, які використовують у процесі виготовлення складних харчових продуктів (завдяки їх смакоароматичним чи харчовим властивостям) та які володіють вторинними фарбувальним ефектом (фруктові та овочеві соки або пюре, кава, какао, шафран, паприка тощо);
- барвники, які використовують для фарбування неїстівних зовнішніх частин харчових продуктів (неїстівні оболонки для сирів, ковбас тощо).

Людина здавна добувала з рослинної сировини та використовувала для харчових продуктів певні барвники. Для цього застосовували, барвники алканін, кармін, кермес (дубовий кошениль) тощо. З кінця XIX ст. починається застосування в харчовій індустрії синтетичних барвників, які мають ряд суттєвих переваг стосовно нативних.

За своїм походженням харчові барвники бувають натуральними (природними, нативними) і синтетичними. За хімічною будовою їх поділяють на органічні та неорганічні (переважно пігменти). Нативні органічні барвники одержують з природної сировини, переважно з дикорослинних і культурних рослин (листів і квітів, ягід, коренеплодів) та відходів їх переробки у таких галузях як овочепереробна при виготовленні соків та екстрактів, виноробство, консервна промисловість. Синтетичні барвники одержують відомими хімічними методами або мікробіологічною технологією, яка останнім часом інтенсивно розвивається. Більшість з них використовуються у вигляді натрієвих солей, що суттєво поліпшує водорозчинність. Для фарбування драже часто застосовують алюмінієві лаки, які одержують при взаємодії натрієвих солей відповідних барвників з гідроксидом алюмінію.

Деякі барвники мають поліфункціональний характер і проявляють поряд з фарбувальними одночасно інші властивості, тобто мають комплексну дію, наприклад, поверхнево-активну як емульгатори, смакову та ароматну, біологічну активність. Так, таніни харчові (E181) є барвником, емульгатором і стабілізатором, а рибофлавіни (E101) – барвником і вітаміном B2, каротини (E160a) – барвником, антиоксидантом і провітаміном A1; турмерик (E100) і шафран (E164) виконують функції барвника та прянощів тощо.

В Україні дозволено застосування близько тридцяти харчових барвників при їх загальній кількості більше шістдесяти, дозволених до застосування міжнародними правилами. Деякі з таких барвників поки не мають свого E-номера (метилвіолет, родамін С, фуксин кислотний).

Неорганічні барвники, або мінеральні пігменти, значно меншою кількістю (дев'ять) бувають природного походження або хімічно одержаними. З таких дозволених до використання міжнародними правилами пігментів в Україні застосовуються шість – вугілля (E152), вугілля рослинне (E153), карбонати кальцію (E170), діоксид титану (E171), оксиди заліза (E172), золото (E175).

3.2. Харчові консерванти (E200-E299)

Консерванти – харчові добавки, застосування яких дозволяє збільшити строк зберігання й реалізації харчових продуктів. Консерванти захищають продукти від псування, викликаного патогенною мікрофлорою. Загальновідомі речовини, що мають дію, що консервує (поварена сіль, оцет, етиловий спирт, коптільний дим і т.д.), звичайно застосовуються в певній концентрації (наприклад, цукор проявляє антимікробну дію тільки при концентрації 60%). Консерванти (сорбінова кислота, низин, діоксид сірки і т.д.), використовуються в набагато меншому об'ємі й практично не впливають на органолептичні властивості (смак, колір, запах, зовнішній вигляд продукту). В наш час консерванти застосовуються практично у всьому спектрі харчових продуктів (від овочів і фруктів до хліба та хлібобулочних виробів). Наприклад, E220 (діоксид сірки) використовують для обприскування цитрусових, E220 сорбінова кислота і її солі (сорбат калію) застосовуються у всіх галузях промисловості – від хлібопечення до виноробства, E234 (низин) – єдиний антибіотик, який

дозволений до застосування в харчовій промисловості, E211 (бензоат натрію) використовується при готуванні майонезів, кетчупів, рибопродуктів, напоїв і т.д. З використовуваних консервантів алергенними вважаються насамперед сульфіти E221, 226, 225 (особливо для людей, що страждають бронхіальною астмою), та бензойна кислота E210.

3.3. Харчові добавки E300-E399

Харчові добавки класу E300-E399 відносяться до антиоксидантів (інгібіторів окиснення), які уповільнюють процес окиснення харчових продуктів, захищаючи таким чином жири і жировміщуючі продукти від прогоркання, зберігаючи фрукти, овочі та продукти їх переробки від потемніння, сповільнюючи ферментативне окиснення вина, пива і безалкогольних напоїв тощо. У результаті терміни придатності цих продуктів збільшуються в кілька разів.

Антиокислювачі уповільнюють процес окиснення шляхом взаємодії з киснем повітря (не допускаючи його реакції з продуктом), перериваючи реакцію окиснення (дезактивуючи активні радикали або руйнуя вже утворені перекисні сполуки). При цьому витрачаються самі антиоксиданти. Тому чим вище їх дозування, тим більше термін придатності продукту. Але нескінченно термін придатності збільшувати неможливо: концентрацію антиокислювача вище 0,02% піднімати нецільно за технологічними і гігієнічними міркуваннями. Більш ефективно застосовувати суміші антиоксидантів, в яких вони проявляють синергізм, і суміші антиоксидантів з синергістами.

Виходячи з економічної і технологічної необхідності, виробник завжди намагається збільшити термін придатності харчового продукту. Тому і антиоксиданти, разом з іншими консервантами, є найбільш поширеними харчовими добавками. Практично в кожному продукті з неприродно тривалим терміном зберігання можна зустріти будь-якої антиоксидант. Так, наприклад, майонез, що зберігається півроку, містить ЕДТА натрію (E386); стільки ж не псується і кока-кола, що містить ортофосфорну кислоту (E338); льодяники, що зберігаються роками, містять суміш лимонної кислоти і її солей – цитратів (E330 - E335).

3.4. Регулятори кислотності та розрихлювачі (E500-E586)

До добавок, що регулюють кислотність і лужність систем, у які вони додаються, належать речовини, що утворюють і підтримують певний рівень рН у харчових продуктах.

Регулювання рН у харчових системах необхідне для покращення певних якостей цієї системи. Зміна рН може вирішувати такі технологічні задачі як формування заданих реологічних властивостей продукту, підвищення ефективності інших добавок (емульгаторів, стабілізаторів тощо), а також вплив на колоїдні властивості, що зумовлюють формування консистенції.

Розрихлювачі – це речовини, що вивільняють газ, як правило діоксид вуглецю, та збільшують тим самим об'єм виробів. Їх додають у муку або тісто. Утворення вуглекислого газу може бути зумовлено життєдіяльністю

мікроорганізмів або протіканням хімічної реакції. Хімічні розрихлювачі, на відміну від дріжджів, активні і у тісті з великим вмістом цукру, жиру або інших включень, а також не потребують підтримання певної температури, довгого часу бродіння.

3.5. Ароматизатори для харчової промисловості

В теперішній час в харчовій промисловості в усьому світі, в тому числі і в Україні, широко використовуються харчові ароматизатори. Розвиток індустрії ароматизаторів зумовлений високою конкуренцією серед виробників харчових продуктів. Основні причини використання ароматизаторів у харчовій промисловості:

- посилення смакових і ароматичних якостей продукту, що веде до збільшення попиту;
- створення однієї лінії продуктів з безліччю різноманітних смаків: карамель, мармелад, морозиво, напої певної фірми;
- випуск продукції, незалежно від сезону і врожайності того або іншого виду ягід і фруктів;
- відновлення аромату та смаку через їх зменшення при тривалому зберіганні і переробці, особливо – консервування, заморожування, сушіння;
- зробити приємною на смак продукцію, яка піддається процесам переробки, при яких звичний смак і запах не з'являється. Це приготування їжі в мікрохвильовій печі, шашликів в промислових умовах і так далі;
- позбавлення від неприємних смакових відтінків.
- Звичайно, застосовувати ароматизатори для усунення запахів зіпсованих або неякісних продуктів заборонено, але, на жаль, недобросовісні виробники вдаються до цього способу. Зазвичай це відбувається з м'ясною і молочною продукцією.

У країнах ЄС щодо застосування ароматизаторів діють ряд нормативних документів, за якими їх поділяють на натуральні, ідентичні натуральним та штучні. За вимогами вступу до європейської спільноти в останні роки українська нормативна база щодо ароматизаторів в основному гармонізована з європейською. На сьогодні в країнах ЄС підготовлено проект регламенту по ароматизаторах, який після прийняття замінить нині діючу європейську директиву і внесе ряд важливих змін. Так проект європейського регламенту передбачає вилучення поділу смакових та ароматичних речовин (тобто і ароматизаторів) на ідентичні натуральним і штучні через відсутність відмінностей у їхній безпеці.

3.6. Підсилювачі смаку і аромату E600-E699

Підсилювачі смаку і аромату E600-E699 – це такі речовини, що підсилюють, відновлюють і стабілізують смак і аромат харчових продуктів, які частково втрачаються при переробці та зберіганні. Самі по собі вони переважно не мають відповідного смаку та аромату.

До таких підсилювачів належать сполуки різної хімічної будови: дикетони, гетероциклічні сполуки, амінокислоти та їхні похідні, нуклеотиди (складові нуклеїнових кислот), деякі ензими тощо.

Дозволяють значно заощадити на натуральних компонентах. У будь-який продукт можна додати лише кілька подрібнених волокон натурального інгредієнта, або навіть його екстракту, рясно заправити підсилювачем смаку і аромату, підсумок – виходить смак, дуже схожий на справжній. Такими добавками можна вдало маскувати низьку якість натурального вмісту. На сьогоднішній день є дані про те, що підсилювачі смаку і аромату надають дестабілізуючий вплив на смакові рецептори і виникає своєрідний ефект звикання і потягу до продуктів, що містять підсилювачі смаку і аромату.

3.7. Харчові добавки E900-949. Антифламінги та інші речовини

Антифламінги - це група харчових добавок, позначені в міжнародній класифікації кодами від E900 до E999.

Антифламінги - це не що інше, як піногасники (антивспінювачі, антивспінюючі агенти), які необхідні в харчовому виробництві для запобігання утворення піни або ж для зниження її утворення. Принцип дії таких речовин полягає в освіті плівочки на поверхні рідини, яка в ній не розчиняється. Таким чином, вона збільшує поверхневий натяг рідини, не даючи бульбашок повітря проникати в неї, і тим самим утворювати піну.

Однак уявлення, що E900 - E999 – це виключно антифламінги не вірне. Включають ці харчові добавки в себе і інші речовини:

- поліпшувачі борошна і хлібобулочних виробів (вони роблять тісто більш еластичним, дозволяють довше зберігати свіжість виробів з борошна);
- пропелленти (це гази, які необхідні для виштовхування рідини або піни з балончика);
- пакувальні гази (необхідні вони для заміщення кисню в упаковці з метою продовження збереження продукту, посредством запобігання процесів окислення);
- підсолоджувачі (це речовини «нецукрової природи», які, як правило, в рази солодше звичайного цукру);
- вологоутримуючі агенти (ці речовини утримують вологу в продуктах харчування, з метою уникнення швидкого їх висихання).

Таким чином, можна зробити висновок, що харчові добавки, які в міжнародній класифікації позначені кодами від E900 до E950 – це різноманітні за дією речовини.

3.8. Харчові добавки класу E950-E999

До харчових добавок з номером E950-E999 відносять підсолоджувачі (E950-969) та піноутворювачі (E990-999).

Підсолоджувачі використовують з метою надання солодкого смаку продуктам харчування. На відміну від натуральної цукрози, замінники цукру засвоюються в організмі не так швидко, не створюють перевантажень для підшлункової залози, у помірних кількостях не призводять до різкого підвищення рівня глюкози в крові. Фізіологічна теплотворна здатність підсолоджувачів в порівнянні з цукром або значно знижена або відсутня.

Застосування підсолоджувачів дає змогу розширити асортимент харчових продуктів для хворих на цукровий діабет та людей з надмірною масою тіла. У той же час, недопустиме їхнє безконтрольне використання.

Піноутворювачі – це речовини, які сприяють рівномірній дифузії газової фази в рідкі та тверді харчові продукти. Піну можна розглядати як дисперсію повітря у рідині або твердому тілі. Для утворення піни необхідно застосовувати речовини з поверхнево активними властивостями, тобто емульгатори. В олієвмісних (жировмісних) пінних масах такі емульгатори розташовуються на поверхні олійних частинок (кульок), що призводить до кращого розподілу олії (жиру) або їх кульок в колоїдній системі харчового продукту. Крім того, застосування емульгаторів дозволяє ліпше відділяти жири від білкової складової харчового продукту, що має певне технологічне значення.

3.9. Харчові добавки класу E1000-1001

E 1000 – це холева кислота, E 1001 – солі холевої кислоти, які використовують в якості емульгатора. Холева кислота – одна з двох найважливіших для людського організму жовчних кислот, що відносяться до так званих первинних жовчних кислот, що утворюються в гепатоцитах печінки при окисленні холестерину. Швидкість синтезу холевої кислоти у дорослої людини в нормі приблизно 200-300 мг / добу. Хімічна формула холевої кислоти: $C_{24}H_{40}O_5$. Холева кислота являє собою або білий порошок з кристалічною структурою, або безбарвні пластинки. Ця кислота володіє досить різким гірким смаком, який згодом дає солодкий післясмак. Холева кислота належить до тритерпенових стероїдів – жовчних кислот, а саме до тригідроксипохідної 5α -холанової кислоти.

3.10. Ферменти (E1100-E1105)

Ферменти (або ензими) – це біологічні каталізатори переважно білкової природи, які значно прискорюють хімічні реакції в живих системах. За хімічною будовою це переважно складні молекулярні комплекси органічних сполук білкової (поліпептидного) структури і небілкових складових.

Ензимам характерні різні структурні організації: первинна, вторинна, третинна та четвертинна. При цьому вторинна структура у вигляді α -спіралей і β -структур складають основу будови ензимів. Дія мінеральних кислот, лугів, солей важких металів, алкалоїдів призводять до повної інактивації.

Класифікація ензимів:

1. Оксидоредуктази – каталізують окиснювально-відновні реакції;
2. Трансферази – каталізують перенесення атомів, хімічних груп або вільних радикалів з однієї речовини в іншу;
3. Гідролази – каталізують реакції гідролізу складних молекул на простіші при дії води;
4. Ліази – каталізують реакції негідролітичного розщеплення з утворенням подвійних зв'язків або приєднання деяких хімічних груп до подвійного зв'язку;
5. Ізомерази – каталізують реакції ізомеризації;

6. Лігази – каталізують реакції синтезу з використанням енергії пірофосфатної фази АТФ і подібних речовин.

У харчовій промисловості ферменти використовують в процесах одержання вина, пива, хліба і хлібобулочних виробів, сирів, етанолу, харчових органічних кислот, вітамінів. У присутності ензимів відбуваються процеси синтезу ацилгліцеролів різної будови, трансестерифікації жирів, витяг олій з рослинної сировини.

У харчових технологіях їх використовують переважно у вигляді ензимних препаратів, так званих мультиензимних комплексів, які містять крім активної білкової складової інші різні баластні речовини.

Для отримання ензимів допускають використання непатогенних і нетоксичних штамів різноманітних продуцентів – мікроорганізмів, бактерій, найпростіших, а також органів і тканин здорових сільськогосподарських тварин і рослин.

За допомогою ензимів розроблено в промислових масштабах виробництво глюкозо-фруктозних сиропів їх крохмалю, глюкозо-галактозних сиропів з молочної сироватки, етилового спирту з целюлозовмісної сировини.

3.11. Допоміжні матеріали в харчових технологіях

Допоміжними матеріалами вважають такі, які не вступають у хімічну взаємодію з харчовими продуктами або їхніми компонентами і, які повністю видаляються з них після виконання своїх технологічних функцій. Такі матеріали не повинні залишатися в харчових продуктах або певним чином регламентуватись на залишковий вміст.

До таких речовин належать:

- Висушувачі;
- Речовини, що полегшують фільтрування (освітлювачі, адсорбенти, флокулянти);
- Екстрагенти;
- Каталізатори гідролізу та інверсії;
- Охолоджуючі та заморожуючі агенти;
- Речовини, що сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів;
- Каталізатори;
- Ензими та ензимні препарати;
- Засоби для зняття шкірки з плодів.

Висушувачі – це речовини, за допомогою яких видаляється вода (волога) з газів, рідин, твердих продуктів в закритих ємностях, а також підтримують у них необхідну вологість повітря при зберіганні. Вони зв'язують воду як хімічним чином в результаті відповідних реакцій, так і фізичним при адсорбції або розчиненні. Висушування харчових продуктів висушувачами є дуже м'яким та шадним методом обробки, при якому у продукті зберігаються навіть легколетючі ароматичні речовини. Практичне його здійснення можливе різними способами. Продукт, що підлягає зневодненню поміщують на певний час у ємність (ексикатор, сушильну шафу тощо), яка заповнена висушувачем або повільно пропускають через неї. Газ зазвичай сушать повільно

пропускаючи його через башту, заповнену хлоридом кальцію або силікагелем, що адсорбують воду. Рідини сушать засипаючи в них нерозчинні осушувачі, відфільтровуючи або декантуючи їх через певний час. Области застосування висушувачів досить різноманітні: дитяче харчування, ясна, рибна, м'ясна промисловість, у виробництві сухих соусів та супів, прянощів, чаю, кави тощо. Висушувачамисожуть виступати такі речовини: карбонат калію (E501(i)), хлорид кальцію (E509), концентрована сірчана кислота (E513), сульфат кальцію (E516), гідроксид натрію NaOH (E524) тощо.

Речовини, що полегшують фільтрування – освітлювачі, адсорбенти, флокулянти – це інертні нерозчинні речовини, що підвищують ефективність фільтрування, тобто полегшують та покращують відділення твердих частинок від рідин та газів при фільтрації, прискорюють та дозволяють видалення небажаних замунюючих компонентів з рідин тощо. Вони не змінюють хімічних склад розчину, що фільтрується. Допоміжні фільтруючі матеріали надають фільтруючому шару необхідну міцність та регулюють розмір пор. Вони здатні також розрихлювати осад, що з'являється на фільтрі, та зменшувати забивання пор на фільтрі. За допомогою освітлювачів видаляють дрібнодисперсні та колоїдні компоненти, які неможливо відфільтрувати. Освітлювачі зв'язують дрібні часточки мути та осаджуються разом з ними. Адсорбенти – зазвичай тверді нерозчинні речовини, що завдяки великій питомій поверхні можуть селективно адсорбувати певні речовини з рідин та разом з ними випадати в осад. Флокулянти (коагулянти) – речовини, додавання яких призводить до флокуляції – перетворення золя в гель.

Екстрагенти – рідини або скраплені гази, що здатні екстрагувати з рослинної чи тваринної сировини певні його компоненти. При цьому екстрагент та речовина, що екстрагується не вступають у хімічну взаємодію. Після закінчення екстракції екстрагент зазвичай видаляють перегонкою. Розрізняють три види екстракції: рідиною з твердої речовини, рідиною з рідини та скрапленим газом з твердої речовини. В якості рідких екстрагентів застосовують воду, харчові рослинні олії, етиловий спирт та інші аліфатичні спирти, гексан та інші вуглеводні. Скраплені гази зазвичай пропан, діоксид вуглецю, окис азоту. Екстракція застосовується у харчовій промисловості для виділення потрібних речовин, наприклад, ароматичних, або для видалення небажаних, наприклад гірких. Такий метод застосовується для отримання цукру з цукрового буряка, соку солодки з коренів, екстрагування жирів з жировмісної сировини, отримання ароматичних речовин та ефірних масел з рослинної та тваринної сировини, отримання екстрактів прянощів, натуральних барвників, видалення спирту з напоїв, нікотину з тютюну, кофеїну з кави та чаю тощо. До екстрагентів належать: ацетон, бензиловий спирт, гексан (C₆H₁₄), етанол (C₂H₅OH), етилацетат, пропан E944 (C₃H₈), петролейний ефір, толуол тощо.

Каталізатори гідролізу та інверсії – це речовини, що пришвидшують розщеплення білків, крохмалів та сахарози. Продукти гідролізу та інверсії необхідні в технології отримання ряду харчових продуктів, а також для їх збереження. Підбором типу каталізатора та сировини, концентрації каталізатора, температури та тривалістю процесу можна варіювати глибину

протікання реакцій (білки можна розщепити до пептидів, або до амінокислот; крохмалі – до декстринів, до мальтози, або до D-глюкози тощо). Такі речовини знаходять застосування у таких областях харчової промисловості як виробництво бульйонних кубиків, сумішей прянощів, приправ, супів та соусів швидкого приготування, виробництво продуктів розщеплення крохмалів, отримання інвертного сиропу в кондитерській промисловості тощо. Каталізаторами гідролізу та інверсії найчастіше виступають кислоти (соляна (E507), сірчана (E513), лимонна тощо), луги (гідроксиди натрію (E524) та калію (E525)) та ферменти (амілази (E1100), протеази (E1102), інвертази (E1103))

Охолоджуючі та заморожуючі агенти – це речовини, що знижують температуру харчового продукту при прямому контакті з ним.

Такі речовини здатні забирати тепло у продукту, з яким вони контактують завдяки дуже низьких власним температурам плавлення та кипіння. Вони можуть застосовуватись в формі газів, рідин та твердих речовин. Замороження може бути повільним, швидким та над швидким. Повільне заморожування здійснюється в умовах природної конвекції повітрям за температури до -25°C . Швидке заморожування полягає в обдуві продукту потоком повітря високої швидкості та високої вологості за температури $-30-40^{\circ}\text{C}$. Надшвидке заморожування здійснюється шляхом зрошення або занурення продукту в рідкий азот, вуглекислий газ або їх суміш. Такі речовини знаходять застосування у таких областях як зберігання та транспортування продуктів, сировини та напівпродуктів, помелі зерна, горіхів, кави, какао, зелені, прянощів тощо. До таких агентів належать діоксин вуглецю (E290), азот (E941), льодяна вода, фреон, повітря тощо.

Речовини, що сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів. Для існування і розвитку клітин мікроорганізмів вони повинні постійно житись водою, вуглецем, азотом, мікроелементами, амінокислотами, вітамінами, піримідиновими та пуриновими сполуками тощо.

Речовини, що сприяють життєдіяльності корисних гетеротрофних мікроорганізмів, необхідні для підтримання їхньої певної концентрації в біотехнологічних процесах виготовлення хліба, вина, пива, спирту, молочних продуктів тощо. Джерелами вуглецю для мікроорганізмів служать моносахариди (глюкоза, фруктоза, галактоза), дисахариди (сахароза, лактоза, мальтоза), полісахариди, оліго- та поліпептиди, амінокислоти, а також природна сировина (шрот, борошно, картопля, буряк тощо). Плісняві гриби ростуть переважно на цукровмісних середовищах, а бактерії – на білковмісних. Мікроорганізмам, що не здатні засвоювати азот з повітря, потрібні для розвитку азотовмісні середовища. Зазвичай використовують похідні амонію, амоній, сечовину (E927b), амінокислоти (гліцин (E640), аланін, валін), пептони та білкові продукти. З мінеральних речовин найважливішим є фосфор, що приймає участь у переносі енергії та який входить до складу нуклеїнових кислот. Крім того, їх потрібні сірка, калій, кальцій, магній та натрій, а також мікроелементи: кобальт, цинк, мідь, марганець, молібден, хром, нікель, селен тощо.

Каталізатори – це речовини, що пришвидшують протікання хімічних реакцій, знижуючи енергію активації. Каталізатори при цьому не витрачаються та не містяться у кінцевому продукті. Вони використовуються в дуже невеликих кількостях. Найбільш широко в харчовій промисловості каталізатори використовуються для ствердження рослинних олій. Консистенція олій та жирів в основному залежить від спену насиченості жирних кислот, що входять до їх складу. При гідрогенізації рідких олій подвійні зв'язки перетворюються у прості та олія стверджується. Найчастіше каталізатором такого процесу виступає нікель, що наноситься на пористий матеріал. Каталізатори також необхідні для переетерифікації жирів, в результаті чого з суміші жирів отримують жир з певними теологічними властивостями.

Ензими – біологічні каталізатори білкової природи, здатні в багато разів прискорювати хімічні реакції, що протікають у ростинному та тваринному середовищі. Ферменти мають ряд переваг над небіологічними каталізаторами – більшу швидкість каталізу, субстратну специфічність та більш м'які умови каталізу. В харчовій промисловості ферменти застосовуються у вигляді ферментних препаратів, що являють собою мультиензимні комплекси та мають у своєму складі баластні речовини. В технології харчових продуктів застосовуються ферментні препарати з амілотичною, протеолітичною, ліполітичною та оксидазною активністю такі як амілази E1100, протеази E1101, глюкозооксидаза E1102, інвертази E1103 та ліпази E1104. Їх застосовують у пивоварінні, виноробстві, виробництві соків, чаю, у хлібопекарській, молочній, рибній, м'ясній промисловості тощо.

Засоби для зняття шкірки з плодів

Засоби для зняття шкірки з плодів – це речовини, що хімічним шляхом видаляють шкірку з певних видів фруктів та овочів. Вони пом'якшують оболонку рослинних продуктів так, що після обробки ними вона легко видаляється. Наприклад, такі речовини застосовують для зняття шкірки з помідорів, огірків, моркви, коренем селери, картоплі та інших коренеплодів, груш, ябрук, абрикосів та інших кісточкових плодів. До таких засобів належать карбонати натрію (E500), сульфат алюмінію E520, гідроксиди натрію (E524) та калію (E525).

3.12. Речовини, що пришвидшують та полегшують проведення технологічних процесів

Такі речовини додаються до продукту під час його виробництва для досягнення певних технологічних цілей: пришвидшення технологічного процесу, полегшення його ведення, часто без них проходження процесу взагалі неможливе.

До речовин, що пришвидшують та полегшують ведення технологічних процесів можна віднести такі групи харчових добавок:

- Регулятори кислотності;
- Емульгуючі солі;
- Розпушувачі;
- Носії, розчинники, розбавлювачі;

- Засоби для капсулювання;
- Засоби для таблетування ;
- Розділювачі;
- Піногасники та антиспінуючі агенти;
- Покращувачі хлібопекарські;
- Пропеленти;
- Диспергуючі агенти.

Більшість речовин, що пришвидшують та полегшують ведення технологічних процесів, залишаються у харчовому продукті до його використання і вживаються разом з ним у їжу (засоби для капсулювання, піногасники). Деякі технологічні добавки руйнуються в процесі отримання продукту (розпушувачі, речовини, що сприяють життєдіяльності корисних мікроорганізмів). Деякі речовини можуть належати як до першої, так і до другої групи (пропеленти, речовини, що полегшують фільтрування).

Регулятори кислотності – це речовини, що встановлюють та підтримують в харчовому продукті певне значення рН. Додавання кислот знижує значення рН, основ – збільшує, а застосування буферних сумішей – підтримує його на певному рівні. Тому регулятори рН є переважно мінеральними та органічними кислотами (ацетатна, лактатна, малатна, адипінатна), мінеральними основами (карбонати та гідрокарбонати лужних і лужноземельних металів) та відповідними солями (буферними речовинами).

Емульгуючі солі – речовини, додавання яких сприяє утворенню емульсії, проте емульгаторами є не ці речовини, а продукти їхньої взаємодії з білковими молекулами субстрату (непряма емульгуюча дія). Наприклад, застосування у виробництві плавлених сирів фосфатів різної будови викликає утворення рідкого натрій-казеїнового золя з підвищеними поверхнево-активними властивостями. Це є необхідною умовою формування гомогенного харчового продукту, оскільки існуючий у сирі кальцій-казеїновий золь до цього нездатний внаслідок недостатньої розчинності у водній фазі. Аналогічну роль виконують інші солі-плавильники – лактати, тартрати, цитрати.

Розпушувачі – це речовини, які виділяють гази (переважно вуглекислий), збільшуючи тим самим об'єм виробів з тіста та поліпшуючи його якість. Утворення діоксиду вуглецю можливо як біологічним шляхом у результаті життєдіяльності дріжджів при бродінні, так і хімічним у процесі перебігу відповідних реакцій. Застосовують розпушувачі як індивідуально у вигляді безпосередніх носіїв вуглекислого газу (карбонатигідрокарбонати натрію, калію, амонію), так і у вигляді суміші певних сполук, одна з яких утворює CO₂ при нагріванні, а інша взаємодіє з основним носієм з утворенням додаткової кількості газу. З цією метою використовують органічні кислоти, різноманітні фосфати тощо.

Носіями, розчинниками та розріджувачами називають такі речовини, які забезпечують процес внесення рецептурних компонентів до харчового продукту, які їх захищають і стабілізують. Самі вони при цьому не виконують ніяких технологічних функцій. Носії використовують при необхідності запобігання розпилювання компонентів, їх зволоження, небезпечної дії інших

інгредієнтів, особливо на вітаміни – для чого застосовують гранулювання або капсулювання. Розчинники застосовують з метою розведення компонентів для зручності введення (дозування малих кількостей, їх рівномірного розподілення в харчовій системі тощо).

Засоби для капсулювання – це речовини, які здатні утворювати захисну оболонку (шар) на поверхні харчових продуктів у формі капсули або мікрокапсули з метою збільшення терміну їх придатності. Така оболонка захищає продукцію від дії повітря (оиснення та висихання), вологи, частково світла, УФ-опромінення; запобігає хімічним взаємодіям між різними компонентами харчового продукту тощо. Для капсулювання застосовують переважно полісахариди на зразок крохмалів, гуміарабіку, пектинів, камеді, модифіковані целюлози, а також білковий желатин, жири тощо.

Засоби для таблетування (пігулкоутворювачі) – це речовини, які полегшують виготовлення пігулок і цілеспрямовано впливають на їх властивості. До них належать широкий спектр речовин з різноманітними технологічними функціями – наповнювачі, розділювачі, адсорбенти, каталізатори та інгібітори розчинення, стабілізатори, покриття, барвники і смакоароматичні речовини. Основою пігулок є наповнювачі, з яких найчастіше використовують різні види крохмалю, амілозу, мікрокристалічну целюлозу, полі етиленгліколі, манітол, лактозу, сахарозу тощо. Розділювачі (антиадгезиви) запобігають склеюванню пігулок з поверхнею матриці та поліпшують ковзання мас наповнювача в матриці, внаслідок чого їх ще називають мастилами. Із розділювачів використовують порошкоподібну целюлозу, парафін, цетиловий спирт, стеаринову кислоту, поліетиленгліколі, поверхнево-активні речовини, тальк тощо. Вологоутримуючі речовини надають пігулкам оптимальну вологість, внаслідок чого їх називають регуляторами вологи. З вологоутримуючих агентів застосовують крохмалі з вмістом вологи приблизно 15%, гліцерол, сорбітоловий сироп або низькомолекулярні поліетиленгліколі.

Розділювачі (антиадгезиви) – це речовини, які полегшують відділення різноманітних харчових продуктів з відповідних механічних поверхонь; запобігають небажаному контакту складових продуктів між собою. Вони зменшують сили адгезії між двома контактуючими поверхнями завдяки створенню відповідного шару з олії, жиру, воску, порошкоподібних речовин, а також емульсій і дисперсій на основі здебільшого жирів. Як розділювачі застосовують речовини різної хімічної будови – полісахариди на зразок крохмалю, жири, воски, солі мінеральних і органічних кислот тощо.

Піногасники та антспінуючі агенти – це речовини, що впливають як на процес утворення піни, так і на стабільність вже утвореної піни, при цьому антиспінуючі агенти запобігають або знижують утворення піни, а піногасники руйнують вже утворену піну. Це особливо важливо при застосуванні на етапах фільтрування, дозування, перекачки та розливу рідких продуктів. Фізична дія антиспінуючих речовин полягає в заміщенні молекул піноутворювачів на межі розділу фаз, утворенні там непроникної поверхневої плівки, збільшуючи цим поверхневий натяг. Аналогічну дію проявляють також піногасники, які за

хімічною будовою подібні до перших. Внаслідок утворення такої поверхневої плівки руйнуються бульбашки газу, що призводить до зменшення розміру поверхні газової фази і система переходить у термодинамічно стійкіший стан з меншою вільною енергією.

До таких речовин можна віднести вищі спирти, полісилоксани, нативні рослинні олії та жири, естери вищих карбонових кислот і гліцеролу тощо.

Поліпшувачі борошна та хліба є групою речовин з широким спектром і принципами технологічної дії. До таких речовин належать суха клейковина та продукти її модифікації, ензимні препарати, поверхнево активні речовини, гідро колоїди, модифіковані крохмалі, органічні кислоти, мінеральні солі, консерванти, запашні та смакові речовини, підкислювачі, а також комплексні поліпшувачі, що виконують декілька функцій одночасно. Поліпшувачі борошна та хліба виконують різноманітні функції з метою: формування певних реологічних властивостей тіста (збільшення газоутримуючої здатності, надання еластичності, в'язкопластичних властивостей, зменшення адгезії заготовок з тіста); можливості переробки борошна з нестабільними хлібопекарськими властивостями; поліпшення якості хлібобулочних виробів; інтенсифікації технологічних процесів для прискорення процесу вироблення кінцевої продукції; запобігання мікробіологічного псування продукції тощо.

Пропеленти – це газоподібні речовини, які видавлюють або розпилюють з ємності (контейнеру, балончика, танка або сховища). При цьому газу вступають у безпосередній контакт з харчовими продуктами, тому вони мають бути хімічно інертними, нетоксичними, не повинні містити грибкових спор, вологи, мінеральних масел, пилу та інших забруднень. В маленьких ємностях використовують газу, що стискаються під низьким тиском. Вони витискають продукт з ємності у вигляді піни або аерозолу. В сховищах для сипучих продуктів зазвичай пропелентом виступає повітря. Також як пропелент може використовуватись водень, діоксин вуглецю, аргон, гелій, закис азоту тощо. Областю їх застосування є харчові продукти в балончиках, наприклад збиті вершки, а також для переміщення сипучих продуктів.

Диспергуючі агенти (диспергатори) – це міцелоутворюючі ПАР, які здатні формувати стійкі багатокомпонентні колоїдні системи (мікродисперсії) з розміром частинок 10-100 нм. До них належать солюбілізатори та інстантизатори (змочуючі агенти). Солюбілізатори сприяють утворенню мікроемульсій, з використанням нерозчинних у воді речовин, при виготовленні прозорих напоїв, а також внесенню в жиромісні продукти водорозчинних харчових і біологічно активних добавок. Інстантизатори сприяють швидкому утворенню мікродисперсій, особливо в процесах розчинення сухих продуктів при виробництві сухого молока, вершків, безалкогольних напоїв, нектарів, розчинної кави тощо.

Рекомендовані джерела інформації.

Основна література:

1. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навч. посібник / Ю. О. Ластухін – Львів, Центр Європи, 2009. – 836 с.
2. Хімічні технології харчових добавок і косметичних засобів: Теорія і лабораторні практикуми: навч. посібник у 2 част. Частина 1 / М.В. Ніколенко, Т.М. Авдієнко, О.Ю. Вашкевич та ін. – Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2021. – 411 с.
3. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. – СПб.:ГИОРД, 2004. – 808 с.
4. Пищевые и биологически активные добавки: Учеб. для студ. высш. учеб. завед. / В.Н.Голубев, Л.В.Чичева-Филатова, Т.В.Шленская. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 208 с.
5. Нечаев А.П., Кочеткова Л.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. – М.: Колос, 2001. – 256 с.
6. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Карпенко П.О. Підсолоджуючі речовини у харчуванні людини. – К.: КНТЕІ, 2004. – 446 с.

Допоміжна література:

1. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. – СПб.: ГИОРД, 1999.– 80 с.
2. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в перереработке мяса и рыбы. – СПб.: Профессия, 2007. – 256 с.
3. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков. – СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.
4. Матвеева И.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. – М.: МТИПП, 1998. –104 с.
5. Плахотін В.Я., Тюрінова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв. – К.: Центр навч. літ-ри, 2005. – 640 с.