

В. Я. ПЛАХОТИН, О. Б. КУЧМЕНКО

БІОХІМІЯ

З ОСНОВАМИ ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ



Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя

В. Я. Плахотін, О. Б. Кучменко

БІОХІМІЯ З ОСНОВАМИ ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ

*Навчально-методичний посібник
для самостійної роботи студентів*

Ніжин – 2025

УДК 577.1:664(075.8)

П 37

Рекомендовано Вченою радою
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
(НДУ ім. М. Гоголя)
Протокол № 7 від 23.12.2025 р.

Рецензенти:

Калінін І. В. – професор кафедри біохімії імені академіка М.Ф. Гулого Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор біологічних наук, професор.

Гавій В. М. – доцент кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя, кандидат біологічних наук, доцент.

Плахотін В. Я., Кучменко О. Б.

ПЗ7 Біохімія з основами харчової хімії: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2026. – 216 с.
ISBN 978-617-527-357-9

Посібник містить теоретичний матеріал та контрольні питання з тем для самостійної роботи студентів з курсу «Біохімія з основами харчової хімії». Призначений для студентів спеціальності G13 Харчові технології закладів вищої освіти, аспірантів. Посібник може бути корисним викладачам, аспірантам, а також практичним працівникам.

ISBN 978-617-527-357-9

© Плахотін В. Я.,
Кучменко О. Б., 2025
© НДУ ім. М. Гоголя, 2025

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Навчальна програма дисципліни.....	8
Структура навчальної дисципліни.....	13
Теми для самостійної роботи	18
Перелік основної та додаткової навчально-методичної літератури.....	214

ВСТУП

Метою діяльності харчового підприємства є задоволення суспільних потреб у харчовій продукції відповідно ринковій кон'юктурі та власних виробничих можливостей. Інженер-технолог харчового виробництва є саме тим фахівцем, який організовує і забезпечує випуск продукції, що є конкурентоспроможною на ринку і відповідає не тільки вимогам нормативних документів (стандарти і ТУ), а й медико-біологічним вимогам, потребам та смакам споживачів, що швидко змінюються.

Насичений ринок продовольства в Україні серед конкурентних переваг на перше місце ставить якість та безпечність продукції. Тому виробники для створення конкурентних переваг шукають нові технологічні підходи у вирішенні цих проблем. На сучасному етапі розвитку харчових технологій нові підходи у створенні продуктів харчування ґрунтуються на широкому використанні нових і нетрадиційних видів продовольчої сировини, прогресивних способів її обробки, різноманітних технологічних та біологічно активних добавок, стабілізації функціональних властивостей готової продукції, підвищенні її поживної та біологічної цінності.

Такі завдання можуть виконувати тільки фахівці, що мають ґрунтовні теоретичні знання і практичні навички з хімії харчових речовин, їх технологічних функцій, біологічної дії на організм людини та аналітичних методів їх дослідження. Саме харчова хімія надає інженеру-технологу знання стосовно ролі харчових речовин в технології виробництва та харчуванні людини. Володіючи такими знаннями фахівець має можливість вирішувати проблеми пов'язані з перетвореннями компонентів хімічного складу харчових систем в технологічному процесі, із використанням харчових та біологічно активних добавок, впливом технологічних факторів на якість, безпеку та стабільність властивостей готової продукції.

Мета навчальної дисципліни – підготовка фахівців, які володіють достатнім обсягом теоретичних та практичних знань відносно хімічних основ життя: хімічного складу органічних сполук і природи метаболічних процесів; формування знань про побудову сполук, що входять до складу живих організмів та взаємозв'язок з їх біохімічними функціями; формування сучасного уявлення про принципи структурної організації основних класів

біомакромолекул; формування знань закономірностей вивільнення, акумуляції та споживання енергії в біологічних системах; формування знань про основні метаболічні шляхи в організмі, їх взаємозв'язок і молекулярні механізми регуляції; формування у здобувачів вищої освіти знань щодо хімічного складу, харчової, біологічної цінності продуктів, змін складу та властивостей продуктів харчування за дії різноманітних фізико-хімічних, а також технологічних чинників.

Вивчення дисципліни у комплексі з іншими освітніми компонентами ОП «Харчові технології та харчування людини» сприяє набуттю здобувачами компетентностей:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми технічного і технологічного характеру, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у виробничих умовах підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства та у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів харчових технологій.

ЗК01. Знання і розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК02. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК07. Здатність працювати в команді.

ЗК14. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для забезпечення здорового способу життя.

ФК01. Здатність впроваджувати у виробництво технології харчових продуктів на основі розуміння сутності перетворень основних компонентів продовольчої сировини впродовж технологічного процесу.

ФК03. Здатність організовувати та проводити контроль якості і безпечності сировини, напівфабрикатів та харчових продуктів із застосуванням сучасних методів.

ФК05. Здатність розробляти нові та удосконалювати існуючі харчові технології з врахуванням принципів раціонального

харчування, ресурсозаощадження та інтенсифікації технологічних процесів.

ФК07. Здатність обирати та експлуатувати технологічне обладнання, складати апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів.

ФК08. Здатність проводити дослідження в умовах спеціалізованих лабораторій для вирішення прикладних задач.

ФК09. Здатність проектувати нові або модернізувати діючі виробництва (виробничі дільниці).

ФК10. Здатність розробляти проекти нормативної документації з використанням чинної законодавчої бази та довідкових матеріалів

Вивчення навчальної дисципліни у комплексі з іншими освітніми компонентами ОП «Харчові технології та харчування людини» сприяє досягненню здобувачами таких програмних результатів навчання:

ПРН04. Проводити пошук та обробку науково-технічної інформації з різних джерел та застосовувати її для вирішення конкретних технічних і технологічних завдань.

ПРН05. Знати наукові основи технологічних процесів харчових виробництв та закономірності фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних перетворень основних компонентів продовольчої сировини під час технологічного перероблення.

ПРН06. Знати і розуміти основні чинники впливу на перебіг процесів синтезу та метаболізму складових компонентів харчових продуктів і роль нутрієнтів у харчуванні людини.

ПРН07. Організовувати, контролювати та управляти технологічними процесами переробки продовольчої сировини у харчові продукти, у тому числі із застосуванням технічних засобів автоматизації і систем керування.

ПРН12. Вміти проектувати нові та модернізувати діючі підприємства, цехи, виробничі дільниці із застосуванням систем автоматизованого проектування та програмного забезпечення.

ПРН13. Обирати сучасне обладнання для технічного оснащення нових або реконструйованих підприємств (цехів), знати принципи його роботи та правила експлуатації, складати апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів запроєктованого асортименту.

ПРН20. Вміти укладати ділову документацію державною мовою.

ПРН21. Вміти доносити результати діяльності до професійної аудиторії та широкого загалу з метою донесення ідей, проблем, рішень і власного досвіду у сфері харчових технологій.

Даний навчально-методичний посібник призначений для сприяння успішній самостійній роботі студентів з вивчення дисципліни. В ньому наведена програма дисципліни, її тематичний план. До кожної теми із самостійної роботи дані термінологічний словник, методичні поради, стислий огляд теоретичного матеріалу, питання для самоконтролю.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХІМІЇ.

Тема 1. Теоретичні основи хімії. Основні поняття хімії. Електронна будова атому. Хімічний зв'язок. Основні класи неорганічних сполук. Мінеральні речовини. Розчини. Окисно-відновні реакції. Комплексні сполуки. Дисперсні системи. Якісний аналіз харчових продуктів. Кількісний аналіз харчових продуктів.

Тема 2. Теоретичні основи органічної хімії. Класи органічних сполук. Карбонові кислоти.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ БІОХІМІЇ. СТАТИЧНА БІОХІМІЯ.

Тема 1. Основи біохімії. Вода. Основні основи біохімії. Хімічні основи біохімії. Фізичні основи біохімії. Генетичні основи біохімії. Еволюційні основи біохімії. Види хімічних зв'язків. Функціональні групи. Стереоізомери. Енантіомери. Вільна енергія Гібса. Ентальпія. Ентропія. Ендергонічна реакція. Екзергонічна реакція. Активаційний бар'єр. Структура молекули води. Розподіл ліпідів у воді. Міцели. Роль води у ферментативній реакції. рН. Буферні системи клітини і організму. Хімічний склад організму. Хімічний склад харчових продуктів.

Тема 2. Амінокислоти та білки. Фізико-хімічні властивості амінокислот. Класифікація амінокислот. Іонні властивості амінокислот. Ізоелектрична точка амінокислоти. Похідні амінокислот. Класифікація білків. Структура білків: первинна, вторинна, третинна, четвертинна. α -спіраль, β -шар, неупорядкована структура. Глобулярні та фібрилярні білки. Мотив. Домен. Субодинаця. Денатурація та ренатурація. Фолдинг білка. Протеоліз. Протеосома. Шаперони і шапероніни. Спадкові захворювання обміну білків.

Тема 3. Ферменти. Будова ферментів. Активний центр. Алостеричний центр. Класифікація ферментів. Специфічність. Механізми ферментативної реакції. Залежність швидкості ферментативної реакції від концентрації ферменту, субстрату, рН, температури. Кінетика ферментативного каталізу. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Константа Міхаеліса. Інгібітори ферментів. Незворотне, зворотне, конкурентне та неконкурентне інгібування активності ферменту. Активатори ферментів. Ковалентні модифікації ферментів. Частковий протеоліз.

Тема 4. Вуглеводи і глікобіологія. Фізико-хімічні властивості моносахаридів. Епімери. Піранози і фуранози. Родина глюкози. Цукри як відновлюючі агенти. Глікозилювання. Механізми флормквання дисахаридів і полісахаридів. Гомо- і гетерополісахариди. Глікоген. Крохмаль. Целюлоза. Хітин. Агароза. Глюкозаміноглікани. Структура і біологічна роль протеогліканив. Типи зв'язування олігосахаридів в глікопротеїнах. Ліпополісахариди бактерій. Лектини та їх олігосахаридні ліганди. Участь цукрів у впізнаванні та адгезії на поверхні клітини. Спадкові захворювання обміну вуглеводів.

Тема 5. Нуклеотиди і нуклеїнові кислоти. Структура нуклеотидів. Пуринові та піримідинові азотисті основи. Похідні азотистих основ. Формування первинної структури нуклеїнової кислоти (ДНК і РНК). Вторинна структура нуклеїнових кислоти. Подвійна спіраль ДНК. Типи ДНК. Характеристика подвійної спіралі. Напівконсервативний механізм реплікації ДНК. Вторинна структура РНК. Нуклеозидфосфати. АТФ. Фосфоєфірний і фосфоангідридний зв'язки в молекулі АТФ. Коферменти, до складу яких входить аденозин. Кофермент А. НАД+. НАДФ+. ФАД. Сигнальні молекули: циклічний АМФ, ГМФ, гуанозинтетрафосфат.

Тема 6. Ліпіди. Біологічні мембрани. Основні категорії природних ліпідів. Жирні кислоти: будова, властивості і номенклатура. Насичені та ненасичені жирні кислоти. Тригліцериди: властивості, роль. Транс-жирні кислоти. Біологічний віск. Фосфоліпіди. Гліколіпіди. Сфінголіпіди. Глікосфінголіпіди. Фосфоліпази. Стероїди. Спадкові захворювання обміну ліпідів. Механізми утворення ейкозаноїдів. Циклооксигеназа. Ліпоксигеназа. Простагландини. Тромбоксани. Простоцикліни. Лейкотрієни. Стероїдні гормони. Будова біологічної мембрани. Асиметрія мембран. Транспортні системи мембран. Ліпопротеїни. Основні принципи біосигналювання.

Тема 7. Біохімія вітамінів. Водорозчинні вітаміни. Жиророзчинні вітаміни. Вітаміноподібні сполуки. Метаболізм вітамінів.

РОЗДІЛ 3. ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ.

Тема 1. Обмін амінокислот, білків і нуклеотидів. Окислення амінокислот. Катаболізм аміногруп. Трансамінування і дезамінування амінокислот. Глюкозо-аланіновий цикл. Цикл сечовини. Біцикл Кребса. Катаболізм індивідуальних амінокислот.

Коферменти у метаболізмі амінокислот. Цикл азоту. Фіксація азоту нітрогеназним комплексом. Глутамінсинтетаза, її регуляція. Біосинтез амінокислот. Регуляція біосинтезу амінокислот. Ферменти біосинтезу білків. Небілкові азотисті сполуки. Похідні амінокислот. Біосинтез порфіринів, гема. Синтез креатина і фосфокреатина. Біосинтез глутатіона. Біосинтез нейромедіаторів. Біосинтез спермідина і сперміна. Утворення оксиду азоту (NO). Біосинтез нуклеотидів. Метаболізм пуринових і піримідинових нуклеотидів.

Тема 2. Обмін вуглеводів. Основні шляхи використання глюкози в клітині. Гліколіз. Шляхи катаболізму пірувату. Ключові ферменти та лімітуючі стадії. Принципи регуляції метаболізму на прикладі метаболізму глюкози і глікогену. Гліколіз в пухлиних клітинах. Метаболізм вуглеводів за діабету. Метаболічні шляхи, що підтримують гліколіз. Фосфороліз глікогену і крохмалю. Перетворення галактози. Бродіння: спиртове, молочнокисле. Пентозофосфатний шлях: окислювальний і відновлювальний. Піруватдегідрогеназний комплекс. Цикл лимонної кислоти. Регуляція ЦТК. Коферменти у метаболізмі вуглеводів. Глюконеогенез. Глюкогенні амінокислоти. Синтез глікогену.

Тема 3. Обмін ліпідів. Катаболізм жирних кислот. Активація триацилгліцеролів в жировій тканині. Гліцерил в гліколітичному шляху. Активація жирних кислот та переніс в мітохондрії. Карнітин. β -окислення жирних кислот з парною і непарною кількістю атомів карбону. Регуляція синтезу і розпаду жирних кислот. Окислення жирних кислот в мітохондріях і пероксисомах. ω -окислення жирних кислот в ендоплазматичному ретикулумі. α -окислення жирних кислот з розгалуженим ланцюгом в пероксисомах. Утворення кетонних тіл. Біосинтез ліпідів. Синтаза жирних кислот. Ацил-транспортуючий білок. Реакції утворення НАДФН. Транспортні системи через мембрану. Регуляція синтезу жирних кислот. Біосинтез ненасичених жирних кислот. Синтез ейкозаноїдів. Синтез триацилгліцеролів. Гліцероногенез. Синтез фосфоліпідів. Синтез стероїдів і ізопреноїдів. Обмін ліпопротеїнів.

Тема 4. Інтеграція і регуляція метаболізму. Окисно-відновлювальний потенціал. Хеміосмотична теорія. Окислювальне фосфорилування. Ланцюг транспорту електронів в мітохондріях.

Комплекси I, II, III, IV. Регуляція транспорту електронів і протонів. АТФ-синтаза. Шляхи передачі електронів за участі системи цитохромів P-450 в мітохондріях та мікросомальній фракції. Взаємодія метаболічних шляхів на рівні ключових сполук. Координація метаболічних шляхів. Гормональна регуляція.

РОЗДІЛ 4. БІОХІМІЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.

Тема 1. Біохімія молока. Загальна характеристика молока. Суха речовина молока. Молоко як полідисперсна система. Фізико-хімічні та органолептичні властивості молока. Змінив молоці при технологічній обробці. Біохімічні процеси у основних складових молока. Біохімічні і фізико-хімічні процеси при виробництві кисломолочних продуктів. Закваски для виготовлення кисломолочних продуктів. Біохімічні і фізико-хімічні процеси при виробленні сиру. Фізико-хімічні процеси при виробленні масла і молочних консервів. Смак і запах молочних продуктів. Вади молочних продуктів. Основні методи контролю якості молока і молочних продуктів.

Тема 2. Біохімія м'яса. Хімія м'яса. Фізичні властивості м'яса. Склад м'яса. Вплив різних факторів на якість м'яса. Біохімічні процеси в м'ясі. Біохімічні і фізико-хімічні зміни при технологічній обробці. Зміни в м'ясі при засолюванні. Основи копчення м'яса: біохімічні і фізико-хімічні процеси. Консервування м'яса. Біохімія жирової тканини. Біохімія сполучної тканини.

Тема 3. Біохімія яєць та яєчних продуктів. Хімічний склад яєць. Будова і фізичні властивості яєць. Фізико-хімічні властивості яєчного білка. Фізико-хімічні властивості жовтка. Хімічний склад шкаралупи.

Тема 4. Біохімія риби та рибних продуктів. Загальна характеристика рибної сировини. Харчова та біологічна цінність риби. Зміни якості м'яса риби при зберіганні. Вади риби набуті при зберігання і технологічній обробці.

Тема 5. Біохімія оліє-жирових продуктів. Хімічний склад насіння олійних культур. Морфологічна характеристика плодів та насіння. Життєвий цикл та обмін речовин насіння. Технологія обробки та зберігання насіння. Технологічні властивості насіння. Вимоги стандартів до якості олійного насіння. Промислові олійні культури України. Тваринні жири. Технологія виробництва білкових продуктів із олійного насіння.

Тема 6. Біохімія хлібобулочних виробів. Основи біохімії хлібопекарського виробництва. Хімічний склад основних зернових культур і хлібопекарського борошна. Біохімічні процеси при замісі і бродінні тіста. Біохімічні процеси при випіканні хліба. Біохімія черствіння хліба.

Тема 7. Біохімія плодів та овочів. Вміст і функції води в плодах і овочах. Характеристика харчової цінності плодів та овочів. Амінокислоти та білки, обмін в рослинах. Розпад та синтез білків у плодах та овочах. Вуглеводи. Перетворення вуглеводів у рослинах. Органічні кислоти. Рослинні речовини вторинного походження. Ліпіди і споріднені їм сполуки. Вітаміни. Ферменти. Мінеральні речовини.

Тема 8. Біохімія меду та продуктів бджільництва. Види продукції бджільництва та їх характеристика. Мед і віск – основні продукти бджільництва: хімічний склад. Хімічний склад квіткового пилку, прополісу, маточного молочка, бджолої отрути. Біологічні властивості продуктів бджільництва. Біохімічні і фізико-хімічні процеси в меді при обробці.

Тема 9. Біохімія напоїв. Біохімічна характеристика сировини для виготовлення соків та безалкогольних напоїв. Біохімічні основи технології екстрактів та концентратів із солоду, рослинної сировини, квасу, пива. Рослинне молоко. Біохімія чаю. Біохімія кави. Біохімія какао. Біохімія алкогольних напоїв: вина, коньяку.

СТУРКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	узьо- го	у тому числі					узьо- го	у тому числі				
		л	п	лаб	к	с		л	п	лаб	к	с
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХІМІЇ												
1. Теоретичні основи хімії		4		6		20		1		1		20
2. Теоретичні основи органічної хімії.		2		2		10				1		20
<i>Разом за розділом 1</i>		6		8		30		1		2		40
Розділ 2. ОСНОВИ БІОХІМІЇ. СТАТИЧНА БІОХІМІЯ												
3. Основи біохімії. Вода. Амінокислоти та білки.		2		10		10		1		2		12
4. Ферменти. Нуклеотиди і нуклеїнові кислоти.		2		2		10		1		1		15
5. Вуглеводи і глікобіологія.		2		10		10		1		2		15
6. Ліпіди. Біологічні мембрани.		2		4		10		1		2		15
7. Біохімія вітамінів.		2		2		10				1		10
<i>Разом за розділом 2</i>		10		28		50		4		8		67
Розділ 3. ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ												
8. Обмін амінокислот, білків і нуклеотидів.		2				10		1				15
9. Обмін вуглеводів.		2				10		1				15

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	Денна форма					Заочна форма							
	усього	у тому числі				усього	у тому числі						
		л	п	лаб	к		с	л	п	лаб	к	с	
10. Обмін ліпідів.		2				10		1					15
11. Інтеграція і регуляція метаболізму.		2				10							10
Разом за розділом 3		8				40		3					55
Розділ 4. БІОХІМІЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.													
1. Біохімія молока.		8		8		25		2		2			30
2. Біохімія м'яса.		6		8		25		1		2			30
3. Біохімія яєць та яєчних продуктів.		2		4		10		1		1			20
4. Біохімія риби та рибних продуктів.		2		4		15		1		2			20
5. Біохімія оліє-жирових продуктів.		2		4		15		1		1			20
6. Біохімія хлібобулочних виробів.		2		4		15		1		1			20
7. Біохімія плодів та овочів.		2		4		15		1		1			20
8. Біохімія меду та продуктів бджільництва.		2		2		10		1		1			13
9. Біохімія напоїв.		2		4		10		1		1			15
Разом за розділом 4		28		42		140		10		12			188
Усього годин	390	52		78		260	390	18		22			350

Тематика аудиторних занять та самостійної роботи

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Теоретичні основи хімії	6	1
2.	Основи біохімії. Вода. Амінокислоти та білки.	2	1
3.	Ферменти. Нуклеотиди і нуклеїнові кислоти.	2	1
4.	Вуглеводи і глікобіологія.	2	1
5.	Ліпіди. Біологічні мембрани.	2	1
6.	Біохімія вітамінів.	2	0
7.	Обмін амінокислот, білків і нуклеотидів.	2	1
8.	Обмін вуглеводів.	2	1
9.	Обмін ліпідів.	2	1
10.	Інтеграція і регуляція метаболізму.	2	0
11.	Біохімія молока.	8	2
12.	Біохімія м'яса.	6	1
13.	Біохімія яєць та яєчних продуктів.	2	1
14.	Біохімія риби та рибних продуктів.	2	1
15.	Біохімія оліє-жирових продуктів.	2	1
16.	Біохімія хлібобулочних виробів.	2	1
17.	Біохімія плодів та овочів.	2	1
18.	Біохімія меду та продуктів бджільництва.	2	1
19.	Біохімія напоїв.	2	1
Разом		52	18

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Теоретичні основи хімії	8	2
2.	Правила роботи в біохімічній лабораторії. Основи біохімії. Вода. Біохімія амінокислот та білків.	10	1
3.	Біохімія ферментів. Біохімія нуклеотидів і нуклеїнових кислот.	2	1
4.	Біохімія вуглеводів.	10	1
5.	Біохімія ліпідів.	4	1
6.	Біохімія вітамінів.	2	1
7.	Біохімія молока.	8	2
8.	Біохімія м'яса.	8	2
9.	Біохімія яєць та яєчних продуктів.	4	1
10.	Біохімія риби та рибних продуктів.	4	2
11.	Біохімія оліє-жирових продуктів.	4	1
12.	Біохімія хлібобулочних виробів.	4	1
13.	Біохімія плодів та овочів.	4	1
14.	Біохімія меду та продуктів бджільництва.	2	1
15.	Біохімія напоїв.	4	1
Разом		78	22

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Теоретичні основи хімії.	20	20
2.	Теоретичні основи органічної хімії.	10	20
3.	Класифікація харчових речовин.	10	10
4.	Азотовмісні харчові речовини. Характеристика амінокислот та пептидів.	20	28
5.	Загальна характеристика білкових речовин. Білки тваринного походження та їх перетворення при переробці і зберіганні сировини і продуктів.	25	35
6.	Білки рослинного походження та їх перетворення при виробництві харчових продуктів.	25	35
7.	Загальна характеристика вуглеводів та їх перетворення при виробництві харчових продуктів.	25	30
8.	Харчові ліпіди, їх властивості та зміни при переробці і зберіганні сировини і харчових продуктів.	25	35
9.	Вода, мінеральні та інші неаліментарні речовини продовольчої сировини і харчових продуктів.	20	35
10.	Харчові та біологічно активні добавки.	30	40
11.	Якість та безпека харчових продуктів.	25	32
12.	Методи дослідження складу і якості сировини та готової продукції.	25	30
Разом		260	350

ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Тема 1. КЛАСИФІКАЦІЯ ХАРЧОВИХ РЕЧОВИН

Термінологічний словник

1. Харчові продукти (продукти харчування, харчі, харчові системи, їжа) – будь-яка речовина або продукт (сирий, напівоброблений або оброблений), призначений для споживання людиною.

2. Харчові речовини (аліментарні речовини) – речовини, що входять до хімічного складу харчової сировини і продуктів виготовлених з неї, які необхідні організму людини для забезпечення його фізіологічних функцій.

3. Нутрієнти – речовини, що потрапляють в організм людини з харчовими продуктами, водою і повітрям та можуть впливати на його функції.

4. Нутріціологія – наука про харчування: галузь наукових знань про закономірності споживання, засвоєння та використання (утилізацію) або виведення з організму нутрієнтів.

5. Харчовий статус населення – характеристика стану та тенденцій змін споживання основних продуктів харчування населенням країни чи певного регіону.

6. Харчова технологія – прикладна наука, що вивчає способи переробки сировини у харчові продукти з метою вибору і практичного застосування найбільш ефективних за якістю продукції та економічністю її виробництва.

7. Харчова хімія – розділ хімічної науки, який вивчає хімічний склад харчової сировини і продуктів, його зміни під впливом технологічних факторів, структуру і властивості харчових речовин та їх роль в технології і харчуванні.

8. Харчова комбінаторика – розділ харчової хімії, предметом якого є розробка та використання методів і способів створення раціональних комбінацій харчових речовин у складі продукту, що забезпечують максимальну їх функціональність.

9. Незамінні фактори харчування – речовини необхідні для нормальної життєдіяльності людини, що не синтезуються в організмі і повинні обов'язково поступати з їжею.

10. Неаліментарні речовини – речовини, що містяться в складі харчових продуктів і не засвоюються або частково засвоюються організмом людини, але впливають на його функції.

Методичні поради до вивчення теми

Завдання першої (вступної) теми – обґрунтування необхідності для інженера-технолога харчових виробництв вивчення ще однієї дисципліни – «Біохімія з основами харчової хімії», предметом якої є перетворення харчових речовин під час технологічного процесу та вплив цих перетворень на якість і безпеку продукції.

Студентам, починаючим вивчення «Біохімія з основами харчової хімії», необхідно переконатись в тому, що без ґрунтовних знань цієї дисципліни неможливо ефективно засвоєння навчального матеріалу загальних та спеціальних технологічних дисциплін.

Для цього треба чітко засвоїти мету, предмет та основні завдання дисципліни, приділити увагу історії її виникнення та основним напрямкам подальшого розвитку.

Необхідно зрозуміти, що до найважливіших і найгостріших проблем людства відноситься продовольча проблема: дефіцит повноцінної і безпечної їжі, яка тісно пов'язана з іншими глобальними проблемами: екологічною, енергетичною, нестачею питної води тощо. Для вирішення цієї проблеми хронічно не вистачає ресурсів традиційної продовольчої сировини, тому потрібно шукати та використовувати нетрадиційні джерела сировини: відходи харчових виробництв, дикорослу і трав'яну сировину, морепродукти, продукти мікробіологічного синтезу та ін.

Використання нетрадиційних джерел неможливе без попереднього ґрунтовного дослідження їх хімічного складу, структури та властивостей його компонентів, їх поведінки в ході обробки сировини, технологічних та фізіологічних функцій. Саме цими дослідженнями займається наука «Біохімія з основами харчової хімії».

Знання закономірностей структури, властивостей та перетворень харчових речовин дають інженеру-технологу можливість створювати і науково обґрунтовувати найбільш раціональні їх комбінації у складі продуктів, свідомо управляти технологічним процесом з метою отримання на його виході готової продукції із заданими властивостями, рівнем якості і безпеки.

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Щоденне забезпечення людини їжею є споконвічною і пекучою проблемою людства. Як висловився у 1904 році академік І. П. Павлов під час вручення йому Нобелівської премії з фізіології: «...над всеми явлениями человеческой жизни господствует забота о хлебе насущном...». Питанням пошуку, а пізніше виготовлення їжі, її складу і здатності задовольняти потреби організму, людина приділяла значну увагу ще з давніх часів. Але наукові підходи до вирішення цих питань почали застосовуватися лише на початку XVIII сторіччя, а найбільш активно дослідження харчових продуктів проводяться з середини XIX сторіччя.

Поступово в межах хімічної галузі знань сформувався напрям, якій займався вивченням органічних сполук, що входять до складу природної харчової сировини і продуктів, виготовлених з неї. В розвиток цього напрямку значний вклад внесли видатні зарубіжні та вітчизняні вчені: Юстус Лібіх, Еміль Фішер, Поль Бертло, Карл Рубнер, О.О.Покровський, А.М. Уголев, О.М.Несмеянов, В.Б.Толстогузов, В.А.Тутельян та інші.

Спільними зусиллями вчених різних галузей науки: хімії, біохімії, фізики, фізіології, мікробіології були вивчені основні види традиційної сировини і продуктів, розроблені детальні довідники їх хімічного та компонентного складу, сформовані теорії харчування, схеми класифікації основних нутрієнтів, визначені критерії оцінки харчової та біологічної цінності сировини і продуктів.

Зі зростанням чисельності населення, покращенням умов життя і праці зростала потреба в продуктах харчування, і, в першу чергу, тваринного походження, як найбільш корисних для організму людини. В той же час розвиток промисловості, будівництва, прокладання шляхів неухильно супроводжувався скороченням земельних площ та угідь для вирощування продукції рослинництва і тваринництва. Незважаючи на значне підвищення врожайності сільгоспкультур і продуктивності свійських тварин і птиці розрив між потребами і виробництвом продуктів харчування кожне десятиріччя збільшується на 7...10 %. Крім того, формування ресурсів продовольства суттєво залежить від кліматичних умов, природних, техногенних та соціальних катастроф.

Тому на початку ХХ сторіччя з хімічної галузі знань виокремилась нова наукова дисципліна – харчова хімія, основними завданнями якої зараз є пошук та дослідження нових, нетрадиційних видів продовольчої сировини і розробка способів комбінування харчових речовин з різних джерел для виробництва повноцінних продуктів харчування.

Зважаючи на першорядне значення харчування для здоров'я і працездатності людини роль харчової хімії постійно зростає. Дослідженнями медиків, фізіологів і нутріціологів доведено, що харчовий статус населення більшості, навіть економічно розвинутих, країн Європи, Азії та Америки є незбалансованим з потребами організму. Як правило, в раціонах харчування виявляється надлишок цукру, крохмалю, тваринних жирів. Значно перевищує потреби організму енергетична цінність добових раціонів. Проте значно менше від потреби людина споживає тваринних білків, вітамінів, мікроелементів, незамінних жирних кислот, харчових волокон.

Через такий дисбаланс раціонів набули поширення хвороби аліментарного (харчового) походження, які називають «хворобами цивілізації»: ожиріння, цукровий діабет, карієс, імунодефіцит, злоякісні новоутворення, атеросклероз та інші серцево-судинні захворювання. Актуальним завданням харчової хімії і технології стає розробка та впровадження у виробництво нового покоління харчових продуктів, які б відповідали вимогам сьогодення. Таким вимогам відповідають продукти зі збалансованим складом, низької калорійності, позбавлені зайвого жиру і цукру та збагачені вітамінами, незамінними аміно- і жирними кислотами, мікроелементами, а також продукти функціонального та лікувального призначення, з подовженим строком зберігання, швидкого приготування, високої якості та безумовно безпечні для організму людини.

Щоб успішно виконувати свої завдання харчова хімія повинна володіти певним арсеналом методів дослідження сировини і продуктів, постійно вдосконалювати і оновлювати їх. Тому при вивченні складу, структури і властивостей харчових речовин одночасно вивчаються методи їх виділення з різних джерел, ідентифікації, фракціонування, очищення та модифікації. Для цього харчова хімія тісно взаємодіє із суміжними науковими

дисциплінами: аналітичною, фізичною та біоорганічною хімією, біотехнологією, фізіологією, нутріціологією та іншими. Харчова хімія як молода наука постійно розвивається. До основних напрямків її розвитку відносяться:

- вивчення хімічного складу різноманітних видів сировини і продуктів як традиційних, так і особливо нових; аналіз, уточнення та узагальнення даних про хімічний склад і формування у вигляді довідкових таблиць баз даних, необхідних для розробки і планування виробництва харчових продуктів нового покоління;
- вивчення фізіологічної та екологічної безпеки харчових продуктів як джерел постачання в організм і довілля шкідливих речовин: важких металів, бактеріальних та мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів та інших контамінантів;
- розробка загальної концепції перетворень компонентів хімічного складу сировини під час її технологічної обробки як результат впливу технологічних факторів (температури, тиску, механо-деструкції, каталізаторів тощо), так і різноманітних взаємодій між компонентами сировини і добавками, що вносяться в продукт; вивчення впливу цих перетворень та взаємодій на структуру, властивості, якість та безпеку кінцевого продукту;
- розробка наукових основ та вдосконалення методів виділення, фракціонування, очищення і модифікації аліментарних та неаліментарних речовин як цільових кінцевих, так і вторинних продуктів харчового виробництва, що створює підґрунтя для раціонального використання сировини, організації її глибокої комплексної переробки;
- формування наукових основ технології отримання та використання харчових (технологічних) добавок, що додаються у сировину, проміжні або кінцеві харчові продукти з метою вдосконалення їх технології, збереження природних якостей, покращення споживчих властивостей, підвищення стабільності при зберіганні;
- розробка наукових основ технології виробництва та застосування біологічно активних добавок (БАДів), що призначені для споживання одночасно з їжею або введення у склад харчових продуктів. Використання БАДів дає можливість аліментарної корекції (профілактики та лікування) порушених функцій організму;

- розробка та вдосконалення методів аналізу і дослідження основних компонентів харчової сировини і продуктів, харчових та біологічно активних добавок, контамінантів та інших речовин.

На завершення вступної теми слід засвоїти класифікацію харчових речовин, яка базується на їх кількісному вмісті та необхідності для організму людини. Згідно даної класифікації хімічний склад включає три групи компонентів:

а) макронутрієнти – речовини, що містяться у сировини та продуктах в достатньо великій кількості (десятки і сотні грамів). До цієї групи відносяться білки, вуглеводи, жири та макроелементи (деякі мінеральні речовини);

б) мікронутрієнти – речовини, що містяться у сировині та продуктах в незначній кількості (міліграмах та мікрограмах). До цієї групи відносяться вітаміни та мікроелементи;

в) неаліментарні речовини – ті, що не мають харчового значення, але обов'язково потрібні організму. До них відноситься вода, харчові волокна, попередники біологічно активних речовин, антиаліментарні речовини тощо.

Ця класифікація була запропонована акад. О.О.Покровським ще на початку ХХ сторіччя. Вона не є досконалою, але більш чіткої, науково обгрунтованої класифікації поки що не запропоновано. Більш ранні класифікації: Лібіха, Нікітинського, Церевітінова вже втратили своє значення.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Проблема продовольчого дефіциту у світі і Україні та шляхи її вирішення.
2. Сировинна база харчових виробництв та шляхи її розширення.
3. Нові та нетрадиційні види сировини для виробництва продуктів харчування.
4. Роль харчової хімії у розв'язанні проблеми продовольчого дефіциту.
5. Класифікація та стисла характеристика основних груп харчових речовин.

6. Завдання інженерів-технологів харчових виробництв в розробці та впровадженні нових харчових технологій і продуктів.

Тема 2. АЗОТОВМІСНІ ХАРЧОВІ РЕЧОВИНИ. ХАРАКТЕРИСТИКА АМІНОКИСЛОТ ТА ПЕПТИДІВ

Термінологічний словник

1. α -Амінокислоти (α -АК) – хімічні сполуки, які в структурі своєї молекули обов'язково мають карбоксильну групу і аміногрупу, приєднану до атому вуглецю в α -положенні (1-й атом після карбоксильної групи).

2. Протеїногенні амінокислоти (ПАК) – α -амінокислоти, що входять до складу білків.

3. Амфотерність амінокислот – здатність амінокислот виявляти у розчинах властивості кислот або основ, в залежності від рН середовища.

4. pK_a – константа кислотної дисоціації амінокислоти – величина, що характеризує швидкість встановлення рівноваги між іонізованою та

неіонізованою формами амінокислоти у її розчині.

5. Ізоелектричний стан амінокислоти – стан АК, коли сумарний електричний заряд її молекули у розчині дорівнює нулю.

6. Ізоелектрична точка (pI) – чисельне значення рН, при якому АК знаходиться у ізоелектричному стані.

7. Цвіттер-іон – іонізована форма АК, коли у розчині молекула АК має одночасно позитивно і негативно заряджені функціональні групи.

8. Аліфатичні амінокислоти – АК, які не мають у складі своїх молекул бензольних кілець та гетероциклів (циклічних структур, які утворені за участю атомів кисню, азоту, сірки та інших).

9. Ароматичні амінокислоти – АК, що мають у складі своїх молекул бензольне кільце.

10. Гетероциклічні амінокислоти – АК, що мають у складі своїх молекул гетероцикли.

11. Моноаміномонокарбонові амінокислоти – АК, що мають у складі своїх молекул одну аміно- і одну карбоксильну групи.

12. Моноамінодікарбонові амінокислоти – АК, що мають у складі своїх молекул одну аміно- та дві карбоксильні групи.

13. Діаміномонокарбонові амінокислоти – АК, що мають у складі своїх молекул дві аміно- та одну карбоксильну групи.

14. Гідроксіамінокислоти (або оксіамінокислоти) – АК, що мають у складі своїх молекул одну або більше гідроксильних груп.

15. Тіамінокислоти – що мають у складі своїх молекул одну або більше сульфгідрильних груп (-SH).

16. N-кінцевий залишок амінокислоти – залишок АК в складі пептидів або білків, який має вільну аміногрупу.

17. C-кінцевий залишок амінокислоти – залишок АК в складі пептидів або білків, який має вільну карбоксильну групу.

18. Пептид – хімічна сполука, що складається із невеликої кількості (до 10-ти) залишків АК, поєднаних між собою пептидним (кисотно-амідним) зв'язком..

19. Альбумози і пептони – суміш поліпептидів, що утворюються при гідролізу білку.

Методичні поради до вивчення теми

Студентам потрібно згадати або повторити матеріал цих дисциплін, що стосується класифікації, будови та хімічних властивостей азотовмісних небілкових сполук: амінокислот, амінів, амідів, пептидів та поліпептидів.

Найбільшу роль у складі харчової сировини і продуктів із названих вище азотовмісних сполук (окрім білків) відіграють амінокислоти та пептиди. Саме вони обумовлюють структуру, властивості і поведінку в ході технологічного потоку основної групи харчових речовин продуктів – білків. В свою чергу, білки безпосередньо беруть участь у формуванні структури, технологічних та фізіологічних властивостей харчових продуктів.

Вивчаючи класифікацію АК, необхідно запам'ятати до якого з класів відноситься кожна з 20-ти основних протеїногенних АК, оскільки це визначає їх вплив на просторову структуру і властивості білків. Треба добре знати їх скорочені позначення у складі пептидів і білків, а також загальні хімічні властивості АК (утворення та гідроліз пептидного зв'язку, дисульфідних містків,

окислення, фосфорелювання, меланоїдиноутворення тощо), а також характерні реакції для кожної з класифікаційних груп АК (реакція з біуретом; нінгідрином; динітробензолом; фенілізотіоціанатом; реакція Ван-Слайка; Майара).

При вивченні фізіологічної ролі протеїногенних АК важливо чітко знати поділ АК на замінні і незамінні, запам'ятати назви всіх незамінних АК, джерела їх надходження в організм та участь в обміні речовин організму людини.

Класифікацію, будову і властивості пептидів і поліпептидів треба вивчати за схемою аналогічною АК. Важливо звернути особливу увагу на здатність пептидного зв'язку існувати у двох таутомерних формах (кетонна та енольна) та виявляти різні властивості в залежності від оточуючого середовища.

Низькомолекулярні пептиди є невід'ємною складовою багатьох видів сировини і готових продуктів. Деякі з них мають чітко виражену фізіологічну активність і приймають участь в регуляції важливих функцій організму. Тому необхідно вивчити поширення і роль пептидів в харчовій сировині, продуктах та організмі людини, знати функції найбільш важливих груп пептидів:

- пептидів-буферів (карнозін, ансерін);
- пептидів-гормонів (окситоцин, вазопресін, пролактин, тіроліберин);
- нейропептидів (ендорфін, енкефалін);
- пептидів-антибіотиків (граміцидін, сурфактін);
- пептидів-токсинів (мікробіальні ентеротоксини, апамін, амантін, конотоксин);
- смакових пептидів (аспартам, тауматін, монелін, осладін);
- протекторних пептидів (глутатіон);
- вазоактивних пептидів (брадикінін, ангіотензін).

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Однією з найбільш поширених і важливих груп харчових речовин є азотовмісні сполуки. До неї відносяться амінокислоти, поліпептиди і пептиди, аміноспирти, амідні, білки. Білки будуть розглянуті у наступних темах 3 і 4.

Амінокислоти (АК) – це багатофункціональні хімічні сполуки, які мають, як мінімум, два види активних функціональних груп: аміногрупу (-NH₂) і карбоксильну групу (-COOH). Аміногрупа може знаходитися при різних атомах вуглецю, рахунок яких починається від карбоксильної групи і позначається літерами грецької абетки. Другий за карбоксилем атом вуглецю позначається літерою – α , третій – β , четвертий – γ і т.д. В природі існує біля трьох сотень різновидів амінокислот, проте найбільш важливу роль для рослинного і тваринного світу відіграють лише 20 α -амінокислот, що входять до складу білків. Їх називають протеїногенними (що утворюють білки). АК, які не входять до складу білків називають вільними.

В залежності від їх ролі в організмі людини АК поділяють на незамінні і замінні. Незамінні (есенціальні) АК не можуть синтезуватися в організмі, а тому повинні щоденно поступати в організм з їжею. До них відносяться такі АК: валін (позначається в складі пептидів і білків скорочено – вал), лейцин (лей), ізолейцин (иле), лізін (ліз), метіонін (мет), треонін (тре), триптофан (три), фенілаланін (фен). Найбільш багаті на вміст незамінних АК білки тваринного походження (м'яса, риби, молока, яєць). У рослинних білках відсутні, або є дефіцитними деякі з цих АК (найчастіше лізін, метіонін і триптофан), тому їх називають неповноцінними.

Крім аміногрупи і карбоксила в молекулах деяких АК зустрічаються інші функціональні групи:

- спиртові (або гідроксильні -OH), через що такі АК називаються оксіамінокислотами;
- тіолові (або сульфгідрильні -SH) – АК називаються тіоамінокислотами;
- іміногрупи (-NH-) АК називаються імінокислотами;

В складі молекули АК може бути різна кількість аміно- та карбоксильних груп. В зв'язку з цим АК поділяють на: моноаміномонокарбонів, моноамінодікарбонів, діаміномонокарбонів, діамінодікарбонів та інші.

Деякі функціональні групи у розчинах АК виявляють здатність відщеплювати або, навпаки, приєднувати протон (іон водню -H⁺) і обумовлювати полярність (електричний заряд) молекули. В залежності від наявності таких груп в складі амінокислотного радикалу АК поділяють на полярні: серін, треонін, цистін,

аспарагінова кислота, аспарагін, глутамінова кислота, глутамін, тірозін, лізін, гістидін і неполярні (гідрофобні): гліцин, аланін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, пролін, валін, метіонін, тріптофан.

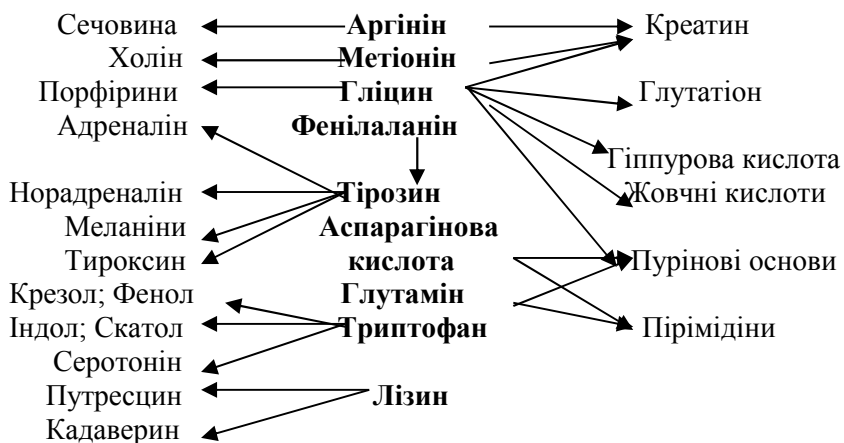
Завдяки наявності різних функціональних груп АК мають різноманітні фізичні і хімічні властивості. Так, наявність аміногрупи обумовлює основні (лужні) властивості, а карбоксилу – кислотні. Прояв АК кислотних або основних властивостей залежить як від кількості цих груп в молекулі, так і від рН середовища. В кислому середовищі (з $\text{pH} \leq 4$) дисоціація карбоксилу гальмується, а аміногрупа протонірується (приєднує протон), тому молекула АК має позитивний заряд (катіонна форма АК). У лужному середовищі (з $\text{pH} \geq 9$), навпаки, карбоксил дисоціює, а аміногрупа депротонірується (відщеплює протон), тому молекула АК має негативний заряд (аніонна форма АК). В розчинах з рН від 4 до 9 молекула АК має одночасно і позитивно заряджену аміногрупу ($-\text{N}^+ \text{H}_3$) і негативно заряджену карбоксильну ($-\text{COO}^-$), тобто молекула має вигляд біполярного іона (цвіттер-іона).

Наявність електричного заряду обумовлює рухомість молекули АК в полі постійного струму (електрофорез), здатність утворювати гідратні оболонки (гідратація), змінювати свій стан і властивості в залежності від рН. При тому значенні рН, коли сумарний заряд молекули дорівнює нулю (ізоелектрична точка) АК має мінімальну буферну ємність і розчинність.

Оскільки у атома вуглецю в α -положенні всі валентності заміщені різними групами, то всі α -амінокислоти (крім гліцину) виявляють оптичну активність – здатність обертати площину поляризованого проміню світла. В залежності від напрямку обертання їх поділяють на лівообертаючі (L-форма) і правообертаючі (D-форма). Характерно, що всі протеїногенні АК мають L-форму.

Перелічені вище особливості будови молекули пояснюють надзвичайно різноманітні хімічні властивості АК. Вони, як і всі інші кислоти, можуть утворювати солі, взаємодіяти з основами, зі спиртами, а також з іншими кислотами.

Протеїногенні АК відіграють значну роль у обмінних процесах організму людини. З них, або за їх участю синтезуються багато фізіологічно важливих речовин. Це можна ілюструвати такою схемою:

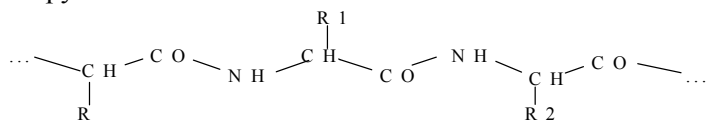


Крім цих, притаманних любим кислотам властивостей, АК мають також деякі специфічні:

1. Такими реакціями для АК є їхня взаємодія з редукуючими цукрами (сахароамінна реакція, реакція Майяра, реакція меланоїдиноутворення), в результаті якої утворюються характерні полімерні сполуки темного кольору зі специфічним смаком і ароматом. Ця реакція надзвичайно поширена у харчових виробництвах і вона буде більш детально розглянута в наступних темах.

2. Характерними реакціями для АК є також їхня взаємодія з нінгідріном, 1-фтор-2,4-дінітробензолом, формаліном та фенілізотіоціанатом. Наслідком цих реакцій є утворення забарвлених речовин, що часто використовується для виявлення виду та послідовності АК в складі пептидів і білків, а також для якісного та кількісного амінокислотного аналізу.

3. При певних умовах молекули АК можуть взаємодіяти між собою, або з іншими АК з утворенням кислотно-амідного зв'язку, коли аміногрупа



однієї молекули взаємодіє з карбоксилем іншої. Цей зв'язок отримав назву «пептидний», а сполуки, що утворюються за допомогою цього зв'язку називаються пептидами, якщо кількість залишків АК не перевищує 10-ти, поліпептидами, в разі 40-50-ти залишків АК, або білками – при більшій кількості залишків. Назви пептидів і поліпептидів утворюються із назв амінокислотних залишків шляхом їх послідовного перерахування, починаючи з NH₂-кінцевого залишку з додаванням суфіксу –іл, крім С-кінцевої АК, назва якої не змінюється. Наприклад, трипептид, що складається із залишків гліцину, аланіну і валіну буде мати назву: гліцилаланілвалін і записуватись як – Глі-Ала-Вал.

4. В складі пептидів і білків, радикали АК, що мають вільні, не задіяні у пептидному зв'язку, функціональні групи (-COOH, -NH₂, -SH, -OH та інші) можуть взаємодіяти між собою утворюючи зв'язки між різними ланками одного і того ж поліпептидного ланцюга, або між різними ланцюгами. Найбільш міцними є дісульфідні зв'язки (дісульфідні містки –S–S–). Ці зв'язки відіграють важливу роль у формуванні просторової конфігурації нативних і денатурованих білкових молекул.

Як і амінокислоти, пептиди мають важливе значення для організму людини. В харчовій сировині, продуктах і в організмі вони можуть утворюватися двома шляхами:

- хімічним або ферментативним гідролізом – з білків сировини або їжі;
- синтетичним – з вільних АК, які завжди є в клітинах рослин чи тварин, де присутні білки.

Низькомолекулярні пептиди, що входять до складу сировини і продуктів, в залежності від їх фізіологічної ролі, поділяють на вісім груп:

1. Пептиди-буфери. До цієї групи відносяться поширені в м'ясі тварин, птиці і риби дипептиди карнозін і ансерін. Характерною їх особливістю є те, що обидві сполуки складаються із залишків β-аланіна і гістидіна в різних комбінаціях. Завдяки імідазольному кільцю гістидіна вони виявляють буферну здатність, а тому приймають участь в підтриманні кислотно-лужної рівноваги організму.

В м'ясній сировині і харчових продуктах вони виконують роль екстрактивних речовин, що впливають на секрецію шлунково-

кишкового тракту. Найбільший вміст цих дипептидів в м'ясі гусей та качок.

2. Пептиди-гормони. Це більш чисельна група, до якої входять пептиди з різною кількістю залишків АК: від 3-х до 30. Найбільш вивченими є пептиди, що синтезуються в організмі людини залозами внутрішньої секреції: гіпофізом, гіпоталамусом, підшлунковою залозою. Вони є активними регуляторами функцій багатьох органів і тканин організму.

Так, оксітоцин, вазопресин і пролактин стимулюють скорочення гладкої мускулатури і секрецію молочних залоз; тіроліберин, люліберин, гонадоліберин регулюють функції щитовидної і статевих залоз; глюкагон впливає на обмін вуглеводів та жирів. В незначних кількостях ці пептиди поширені в сировині тваринного походження: молоці, м'ясі і особливо в субпродуктах (внутрішніх органах забійних тварин).

3. Нейропептиди. Велика група недостатньо вивчених низько- і високомолекулярних пептидів (поліпептидів), що синтезуються у мозку людини і тварин (ендорфіни та енкефаліни). Вони визначають поведінкові реакції організму (емоції, страх), відчуття болю, регулюють сон, пам'ять, здатність до навчання тощо.

4. Пептиди-антибіотики. Продукуються деякими бактеріями і пліснявами. Найбільш вивченими представниками цієї групи є граміцидін S і сурфактін. Їх використовують як ефективні засоби боротьби з інфекціями, що викликаються стрептококами, стафілококами, пневмококами та іншими мікроорганізмами. Вони мають циклічну або розгалужену структуру.

Антибіотики, що продукуються пліснявами роду пеніциліум, мають в своїй основі дипептид, побудований із залишків D- валіну і цистеїну.

Можуть потрапляти у харчові продукти з ураженою сировиною.

5. Пептиди-токсини. Чисельна група сполук пептидної природи, в яку входять низько- і високомолекулярні пептиди. Їх особливістю є висока токсичність для людини і багатьох тварин. Найбільш вивчені ентеротоксини – токсини, що продукуються бактеріями сальмонел, золотистого стафілокока, кластридіями та іншими. Особливу небезпеку для здоров'я людини представляють ботулінові токсини.

Ентеротоксини можуть накопичуватися в кишечнику та багатьох видах харчової сировини і продуктах (м'ясні, рибні, молочні, ячні, кондитерські, плодоовочеві) при недотриманні умов їх санітарно-гігієнічної і теплової обробки, або температурних та санітарних умов зберігання.

Пептидну природу мають також токсини деяких отруйних рослин, грибів, отрути бджіл, змій, павуків, морських риб і молюсків, скорпіонів. Найчастіше тяжкі харчові отруєння викликаються вживанням грибів і рослин.

6. Смакові пептиди (аспартам, тауматін, монелін, осладін). Значна частина природних пептидів, що синтезуються в деяких рослинах, має специфічний смак, найчастіше солодкий або гіркий. У виробництві безалкогольних напоїв, морозива, жувальних гумок, кондитерських виробів набув поширення інтенсивний підсолоджувач аспартам – дипептид, до складу якого входять залишки аспарагінової кислоти і фенілаланіну. В промислових умовах його получують хімічним синтезом в значних обсягах і використовують при виробництві біля п'яти тисяч видів харчових продуктів.

До пептидів з гірким смаком відносяться продукти ферментативного гідролізу молочних білків, що відбувається при дозріванні твердих та кисломолочних сирів.

7. Протекторні пептиди. Свою назву ця група пептидів отримала через їх захисні (протекторні, антиокисні) властивості. Вони мають здатність перехоплювати атоми кисню в окисно-відновлювальних процесах і тим самим захищати біологічно активні сполуки: білки, жири, вітаміни від окисної руйнації. Найбільш відомим представником цієї групи є глутатіон (γ -глутамілцистеїнілгліцин).

Маючи в структурі своєї молекули вільну –SH групу, глутатіон виконує в організмі функцію антиоксиданта, детоксиканта і комплексоутворювача, активно впливаючи на процеси, що відбуваються у печінці та нирках.

8. Вазоактивні пептиди (брадикінін, каллідін, ангіотензін) регулюють тонус кровоносних судин. Утворюються в організмі людини з білків та їх попередників – поліпептидів.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Класифікація азотовмісних сполук харчової сировини і продуктів.
2. Поширення та роль азотовмісних сполук в харчовій технології і харчуванні.
3. Будова, властивості та фізіологічна роль основних класів протеїногенних амінокислот.
4. Біологічні та хімічні властивості амінокислот. Незамінні (ессенціальні) та замінні амінокислоти.
5. Хімічні властивості амінокислот та їх вплив на зміни сировини під час технологічної обробки.
6. Будова та властивості пептидного зв'язку.
7. Характеристика основних груп природних пептидів відповідно їх функцій в організмі та в складі харчових продуктів.

Тема 3. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БІЛКОВИХ РЕЧОВИН. БІЛКИ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ТА ЇХ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТА ЗБЕРІГАННІ СИРОВИНИ І ПРОДУКТІВ

Термінологічний словник

1. **Біологічна функція білків** – специфічна здатність білків цілеспрямовано впливати на основні процеси, що відбуваються в організмі.
2. **Нативна конфігурація білкової молекули** – унікальна просторова структура білкової молекули, яку вона набуває під час її синтезу під впливом різних факторів.
3. **Первинна структура білку** – унікальний набір та послідовність поєднання в поліпептидному ланцюгу залишків α -АК.
4. **Вторинна структура** – спосіб укладки поліпептидного ланцюга у впорядковану просторову структуру у вигляді α -спіралі, β -складчастих шарів або їх комбінації.
5. **Третинна структура** – спосіб укладки поліпептидного ланцюга у вигляді спіралі або шарів у компактну просторову форму: клубка, нитки, сітки ниток тощо.

6. Четвертинна структура – спосіб поєднання декількох субодиниць простих білків у просторову форму молекули складних білків.

7. Фракціонування білків – розділення складної суміші білків і виділення з неї окремих, близьких за властивостями більш менш однорідних груп білків.

8. Гідрофобне ядро молекули – внутрішня частина просторової структури (глобули) білка, що уявляє сукупність взаємодіючих між собою неполярних (гідрофобних) радикалів АК, яка утворюється під час синтезу.

9. Гідрофільна оболонка молекули – зовнішня частина просторової структури (глобули) білка, що містить полярні функціональні групи, які активно взаємодіють з іншими молекулами, розчинником та між собою.

10. Гідратація – здатність полярних функціональних груп білків орієнтувати навколо себе полярні молекули води у вигляді багатоярусних шарів з різною міцністю зв'язку.

11. Набухання – здатність білкових молекул поглинати вологу за рахунок гідратації та часткового проникнення її у внутрішні порожнини, що утворюються під впливом води між ланками поліпептидного ланцюга.

12. Висолювання – здатність білків осаджуватися із розчинів під дією нейтральних солей, які руйнують гідратні оболонки і сприяють асоціації молекул білків.

13. Денатурація – руйнація нативної просторової структури під впливом жорстких зовнішніх впливів. При денатурації змінюються четвертинна, третинна та частково вторинна структури.

14. Коагуляція – здатність денатурованого білка осаджуватись із розчинів внаслідок асоціації його молекул та втратою стабільності.

Методичні поради до вивчення теми

Дана тема має завданням сформуванню чіткого розуміння студентами причин специфічної поведінки білків в складі сировини при її переробці та під час зберігання готової продукції, їх ролі в формуванні структури (консистенції), технологічних і споживчих властивостей сировини і продуктів.

Тому використовуючи попередні знання про білки студентам необхідно пригадати їх класифікацію, поширення, біологічні функції, фізичні та хімічні властивості. Далі, спираючись на ці знання, необхідно детально розібратися в тонкощах просторової структури білкових молекул, у ролі амінокислотних радикалів та вільних функціональних груп в формуванні різних типів внутрімолекулярних та міжмолекулярних зв'язків, у особливостях складу білкових фракцій різних видів сировини тваринного походження, способах їх фракціонування та виділення, їх ролі у харчуванні людини.

Детальні знання загальних властивостей білкових систем дадуть можливість студентам у подальшому розібратися із сутністю складних процесів ферментативного каталізу, формуванням колоїдних структур, білок-білкових, білок-ліпідних та білок-вуглеводних взаємодій, які є важливими для розуміння технологічної та фізіологічної ролі білків.

Особливе значення у харчових технологіях мають функціональні властивості білків, до яких відносяться: розчинність і гідратація, водо- та жирозв'язуюча, стабілізуюча, геле- та структуроутворююча здатності, в'язкість, еластичність та інші.

У білків з різних джерел функціональні властивості мають різну ступінь прояву. Крім того, на них суттєво впливають методи виділення та фактори технологічної обробки сировини. Важливим є і той факт, що ці властивості можуть бути змінені шляхом певної цілеспрямованої обробки (модифікації) білків. Тому, необхідно також приділити увагу методам виділення білків, їх фракціонування, очищення, модифікації та аналізу.

Ця тема є достатньо складною і об'ємною. Значною її частиною є матеріал, що стосується каталітичної (ферментативної) функції білків. Багатьом глобулярним і деяким фібрлярним білкам продовольчої сировини притаманні ферментативні властивості, які проявляються як під час її зберігання, так і при переробці. Процеси дозрівання плодоовочевої сировини після збирання, потемніння її при очищенні або травмуванні, процеси автолізу м'яса і м'ясних продуктів при посолі та зберіганні, все це є результатом ферментативних перетворень. Крім цих, власних для сировини, ендферментів на її стан впливають ферменти мікрофлори, а

також ферменти, що вносяться до її складу під час переробки як технологічні добавки (екзоферменти).

Широке використання ферментів і ферментних препаратів, а також мікроорганізмів, що продукують ферменти, в харчових технологіях є основою сучасних біотехнологій виробництва харчових і кормових продуктів. В зв'язку з цим необхідно уважно повторити, а при необхідності, вивчити матеріал про класифікацію та номенклатуру ферментів, їх будову, загальні та специфічні властивості, механізм ферментативної дії, способи стабілізації та іммобілізації ферментів, про фактори, що посилюють та уповільнюють каталітичну функцію білків (активатори та інгібітори).

Найбільш цінною для виробництва харчових продуктів є білкова сировина тваринного походження: м'ясо ВРХ та ДРХ, птиці, риба та морепродукти, молоко, яйця. При вивченні джерел такої сировини необхідно з'ясувати причини її дефіциту, шляхи скорочення втрат та раціонального її використання. До основних шляхів вирішення проблеми дефіциту тваринного білку відносяться: комплексна глибока переробка сировини, використання ресурсозберігаючих технологій, залучення нетрадиційної сировини тваринного походження, підвищення ступеню біодоступності та засвоюваності білків.

Вивчаючи матеріал цієї теми необхідно також звернути увагу на різноманітні та складні перетворення тваринних білків під час технологічної обробки: процеси гідратації та дегідратації, утворення колоїдних розчинів, гелів та інших просторових структур, денатурації та коагуляції, комплексоутворення з іншими білками, з ліпідами та вуглеводами, гідролізу, полімеризації, меланоїдиноутворення тощо. Всі ці перетворення безпосередньо впливають як на структуру, так і на споживчі та фізіологічні властивості харчових продуктів, на їхню харчову, біологічну цінність та безпечність.

Для допомоги студентам нижче наведений стислий огляд теоретичного матеріалу з найбільш важливих питань теми.

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Білки є високомолекулярними органічними сполуками, які надзвичайно поширені у живій природі. Серед природних біополімерів вони вважаються найскладнішими та найважливішими речовинами для життя всіх видів тварин, рослин і мікроорганізмів. За влучним виразом філософа Ф. Енгельса, «...життя є формою існування білкових тіл...». Наукою доведено, що в організмах всіх представників живих істот обов'язковим компонентом є білкові сполуки.

В живому організмі білки виконують декілька важливих біологічних функцій:

1. Каталітична функція. Всі процеси обміну речовин і енергії, синтезу і гідролізу, окислення і відновлення, засвоєння і виділення в організмі відбуваються за безпосередньою участю біокаталізаторів – ферментів. Ця багаточисельна група білків має високу селективність (вибірковість) дії. Для кожного типу процесів, як правило, існує складна саморегулююча ферментна система, в якій кожен фермент виконує свою специфічну роль.

Каталітична дія ферментів широко застосовується у багатьох харчових технологіях: виробництві хліба, молочних, м'ясних, рибних продуктів, пива, вина, консервів. На їх використанні ґрунтуються харчові біотехнології, які набувають зараз значного поширення через їх високу продуктивність, м'які технологічні режими, ресурсо- та енергозаощадливість.

Вся органічна харчова сировина має у своєму складі різноманітні групи ферментів. І хоча містяться вони у дуже малих кількостях, їхній вплив на властивості сировини, її поведінку під час переробки та зберігання, є відчутним. Під дією власних ферментів сировина може набувати як позитивних, так, на жаль, частіше всього, негативних властивостей.

2. Резервна функція. Ця функція полягає в тому, що організм людини синтезує свої власні білки з амінокислот, які утворюються при гідролізу білків їжі у шлунково-кишковому тракті. На відміну від рослин в організмі людини немає резервних (запасних) білків, тому вони повинні щоденно поступати з їжею, щоб не порушувався процес їх обміну.

Щоденно в організмі дорослої людини відбувається обмін біля 400 грамів білків. Білки крові, тканин і органів, що витратили свій ресурс, розщеплюються, а на їх заміну з амінокислот їжі і продуктів гідролізу «відпрацьованих» білків синтезуються нові молекули власних білків. В екстремальних випадках, коли людина не отримує, або суттєво обмежена у білковій їжі, організм витрачає білки власних м'язів на покриття амінокислотного дефіциту.

3. Структурна (пластична) і скорочувальна функції. Біля половини сухої маси тваринних клітин приходить на частку білків. Вони входять до складу клітинних оболонок і мембран, протоплазми, ядер, міофібрил та інших органел. Через це вони не тільки формують структуру, а й обумовлюють функції переважної кількості тканин і органів. М'язи, сполучна і кісткова тканини, шкіра, волосся складаються переважно з білків. Завдяки білкам у м'язах відбувається перетворення хімічної енергії, накопиченої у молекулах АТФ, в кінетичну енергію рухів, виконання фізичної та розумової праці.

4. Транспортна функція. За допомогою білків крові, лімфи, сечі, слизу (гемоглобіну і міоглобіну, ліпопротеїнів, альбумінів, перміаз, муцинів) відбувається транспорт кисню, продуктів засвоєння їжі до клітин і тканин організму, а також виділення з клітин і виведення з організму продуктів його життєдіяльності.

5. Захисна функція. Здатність організмів чинити опір інфекціям, протистояти шкідливим діям токсинів, отрут, несприятливих умов оточення забезпечується наявністю певних груп специфічних білків (антитіл, інтерферонів, захисних, антистресових тощо).

6. Регуляторна функція. Вона полягає в тому, що більшість гормонів має білкову або пептидну природу. Гормони – це сполуки, що регулюють всі біологічні процеси: росту, мислення, дихання, засвоєння їжі, виділення та інші.

Враховуючи сказане вище, під час опрацювання літературних джерел до даної теми слід уважно розібратися у наступних теоретичних питаннях:

- амінокислотний склад білків, їхня будова і просторові структури (первинна, вторинна, третинна та четвертинна);
- фізико-хімічні та функціонально-технологічні властивості білків;
- роль білків у харчуванні людини та процес їх засвоєння;

- проблема білкового дефіциту та шляхи її вирішення;
- особливості складу і властивостей білків різного походження (рослинного, тваринного, мікробного);
- використання рослинних білків для виробництва комбінованих і аналогових продуктів та білкових збагачувачів.

Основою їх будови є поліпептидний ланцюг, що налічує від декількох десятків до сотень і тисяч залишків α -амінокислот, сполучених між собою пептидним зв'язком. Кожен вид білку має свою унікальну послідовність амінокислот в поліпептидному ланцюзі (так звана, первинна структура білків).

Через жорсткість ковалентних зв'язків і певні кути між атомами у первинній структурі поліпептидний ланцюг не може мати лінійну форму. Тому всі білки під час їх синтезу набувають певну просторову конфігурацію поліпептидних ланцюгів (нативна конфігурація). Ця конфігурація може приймати самі різноманітні форми: клубка (глобули); еліпсу; ниток, сплєтених з декількох ланцюгів; декількох глобул, поєднаних між собою тощо.

Сформована при синтезі нативна конфігурація фіксується різноманітними зв'язками, що утворюються між радикалами амінокислот: водневими, іонними, ковалентними та гідروفобними. У просторовій конфігурації крім первинної розрізняють ще три види структур: вторинну (порядок укладки поліпептидного ланцюгу у спіраль або площину), третинну (порядок укладки спіралі в глобулу або нитковидну структуру) і четвертинну (порядок сполучення декількох білкових субодиниць).

За хімічним складом білки поділяються на прості (протеїни), які складаються тільки із залишків α -амінокислот, і складні (протеїди), в яких крім залишків амінокислот присутні залишки фосфорної, сірчаної та нуклеїнових кислот, вуглеводів (глюкози, манози, галактози та інших), ліпідів, вітамінів, іони металів тощо. Такі небілкові компоненти молекули протеїдів мають загальну назву – простетична група.

За походженням білки поділяють на рослинні, тваринні і мікробні. За складом амінокислот – на повноцінні, що мають в складі всі незамінні амінокислоти, та неповноцінні – в яких відсутня хоча б одна незамінна амінокислота.

Прості білки (протеїни) розділяють за здатністю розчинятися у різних розчинах на альбуміни, глобуліни, протаміни, гістони,

глутеліни, проламіни і протеноїди. До найбільш простих за будовою протеїнів відносяться протаміни і гістони. Маючи найменшу молекулярну масу вони не розчиняються у чистій воді, а лише у слабких розчинах кислот.

Протаміни володіють чітко вираженими основними властивостями через те, що містять до 80 % амінокислот основної природи (лізин, гістидин, аргінін). У гістонів основні властивості виражені менше ніж у протамінів (вміст амінокислот основної природи складає до 30 %), вони виконують стабілізуючу функцію при формуванні третинної структури ДНК у еукариот.

Білки, розчинні у воді і розчинах нейтральних солей мають більш високу молекулярну масу, ніж гістони і протаміни. В організмі вони часто виконують каталітичну функцію. Альбуміни добре розчиняються у воді і висаджуються з насичених розчинів нейтральних солей. Глобуліни розчиняються в слабких розчинах нейтральних солей, висаджуються при високих концентраціях нейтральних солей і виконують захисні функції в організмі.

Білки, розчинні в спиртах і розчинах лугів – це високомолекулярні білки, нерозчинні у воді, зустрічаються в насінні рослин, виконують функції запасних речовин:

- проламіни-білки нерозчинні у воді і солях, розчинні у 70 % спирті, містять багато амінокислоти проліну (звідси і назва цієї групи білків);

- глутеліни – білки нерозчинні у воді і розбавлених розчинах нейтральних солей, розчиняються лише у розбавлених лужних розчинах (0,2...2 % розчинах їдконого натру) і виконують не тільки запасну функцію, але й володіють і біологічною активністю.

Останню групу простих білків – протеноїдів, складають білки які при звичайних умовах не розчиняють у воді, розчинах солей, кислот, лугів та спиртів. Через особливості своєї структури вони не піддаються дії травних соків шлунково-кишкового тракту, а тому є незасвоюваними, хоча складаються з тих же амінокислот, що й інші білки. Представниками цієї групи є колаген та еластин м'яса, фіброїн шовку, кератини вовни, волосся, пір'я, рогів, ратиць тощо. Маючи у своєму складі майже усі незамінні амінокислоти, ці білки є цінною харчовою та кормовою сировиною. Останнім часом їх харчовому використанню приділяється значна увага.

Складні білки (протеїди) класифікують за природою простетичної групи на: фосфопротеїни, глікопротеїни, ліпопротеїни, хромопротеїни, нуклеопротеїни. Фосфопротеїни отримали свою назву через те, що до їх складу входить фосфорна кислота. Вони є запасними речовинами, а також виконують важливі біологічні функції у нервовій та кістковій тканинах.

Глікопротеїни в якості простетичної групи мають залишки моно-, ди-, і аміносахаридів, уронових кислот та інших похідних вуглеводів. Вони дуже поширені у тканинах тварин, в рослинах та мікроорганізмах і мають різноманітні функції: запасних речовин, ферментів, токсинів.

Простетичною групою хромопротеїнів є барвні речовини: гем, хлорофіл, іони металів. Переважною їх функцією є біологічна: каталітична, транспортна, захисна. Ліпопротеїни є комплексними сполуками білків і ліпідів. Вони мають міцелярну структуру, в якій функцію оболонки відіграють білки, а ядра – ліпіди. Їх основною функцією є транспортна. Саме у вигляді ліпопротеїнів відбувається перенос ліпідних сполук в організмах людини і тварин.

В нуклеопротеїнах простетичною групою є рибо- або дезоксирибонуклеїнові кислоти (РНК, ДНК), які утворюють комплекси з протамінами і гістонами. Білки цієї групи виконують переважно функцію носіїв генетичної інформації і беруть активну участь в біосинтезі білків.

Білки харчових продуктів засвоюються в організмі людини шляхом їх послідовного гідролізу і всмоктування амінокислот в шлунково-кишковому тракті. З кров'ю амінокислоти транспортуються до тканин і органів, де з них утворюються власні білки організму або інші сполуки: органічні та жирні кислоти, вуглеводи, ліпіди. При певних умовах білки можуть витрачатися як енергетичні сполуки.

Білки тваринного походження. Найбільшу цінність для харчування людини представляють білки тваринного походження (м'яса тварин, птиці, риби, молока, яєць) тому, що вони є основним джерелом повноцінних білків. За будовою і властивостями білки м'яса тварин, птиці, риби мають багато спільного. В цьому відношенні білки молока і яєць суттєво відрізняються від м'ясних.

За своїм хімічним складом, структурою і властивостями всі білки тваринного походження найбільше задовольняють потреби організму людини у протеїногенних амінокислотах.. Фракційний склад білків м'яса, риби, молока надзвичайно багатий. Число фракцій може сягати десятків, а компонентів – декількох сотень.

Треба відзначити, що визначення фракційного і компонентного складу білків суттєво залежить від методів їх дослідження. Білки є дуже лабільними (нестійкими) сполуками. Маючи значні розміри молекули, складну її просторову конфігурацію і велику кількість активних функціональних груп на поверхні, вони стають надзвичайно чутливими до змін оточуючого середовища: температури, рН, іонної сили розчину, присутності в розчині іонів, особливо полівалентних металів тощо. Завдяки цьому вони можуть легко вступати у різноманітні реакції асоціювання, комплексоутворення, денатурації і т.п.

Білки м'яса. М'ясо тварин, птиці, риби є природною сукупністю різних тканин організму – м'язових, сполучних, жирових, кісткових тощо, серед яких найбільш цінною для харчування людини є м'язова тканина. Основним компонентом м'язової тканини є білки (18...22 %). Вони входять до складу всіх структурних частин клітини (саркоплазми, міофібрил, сарколеми) і представлені різними групами, а саме:

- білки сарколеми – колаген, еластин, муцин, ретикулін є нерозчинними, через що їх називають білками строми;
- білки саркоплазми – глобулін X, міоглобін, міоген, міоальбумін є водорозчинними;
- білки міофібрил – міозин, актин, та їх комплекс актоміозин, тропоміозин і тропонін – солерозчинні. Їх частка у загальній кількості білків м'язів є найбільшою.

Глобулін X є псевдоглобуліном. В чистій воді він не розчиняється. Але вміст солей в м'язі (1-2 %) достатній для його розчинення, тому при екстрагуванні водою гомогенізованного м'язу він переходить у розчин. Він виконує ферментативні функції в організмі. На його долю приходить до 20 % всіх білків м'язової тканини.

Міоглобін є хромопротеїном – має забарвлення, оскільки містить у своєму складі гемову групу з іоном заліза. Саме він обумовлює притаманний м'ясу і м'ясним виробам червоний колір.

В організмі міоглобін разом з гемоглобіном крові виконує функцію транспорту кисню із легень до тканин і органів. Приєднуючи кисень, він утворює оксиміоглобін, який визначає червоний колір м'яса після забою. Якщо кисень тривалий час не відщеплюється оксиміоглобін поступово перетворюється у метміоглобін, а червоний колір змінюється на коричневий. Цим пояснюється характерна зміна кольору м'яса з червоного на коричневий при тривалому його зберіганні на повітрі. При температурі вище 60 °С міоглобін денатурує і втрачає червоний колір, тому за переходом від червоного до сірого кольору м'яса при термічній обробці можна судити про його кулінарну готовність.

Міоальбумін добре розчиняється у воді, не осаджується хлоридом натрію при насиченні, але осаджується сульфатом амонію. В організмі виконує ферментативні функції. Вміст міоальбуміну і міоглобіну в м'язовій тканині складає 1...2 %.

Міоген є представником альбумінової фракції, легко екстрагується водою і утворює піну на поверхні бульйону в результаті денатурації під час варки м'яса. Його вміст не перевищує 1...2 %. Він є гетерогенним білком, випадає в осад з насиченого розчину сульфату амонію. В організмі виконує, головним чином, ферментативні функції.

Міозин – основний солерозчинний фібрилярний білок м'язової тканини. Його частка складає близько 40 % всіх м'язових білків. Він розчиняється у слабких розчинах нейтральних солей, осаджується з насиченого розчину хлоридом натрію. Чистий міозин розчинний у воді. В організмі він разом з іншими білками міофібрил: актином, тропоміозином і тропоніном в присутності АТФ виконує функцію скорочення м'язів, тобто перетворення хімічної енергії АТФ у фізичну дію. Це відбувається завдяки ферментативної здатності міозину гідролізувати АТФ (функція АТФ-ази).

Характерною особливістю його складу є високий (біля 70 %) вміст дикарбонових амінокислот з гідрофільними карбоксилатами. Тому він володіє високою водопоглинаючою і водоутримуючою здатністю, що широко використовується в м'ясопереробній галузі.

На долю іншого білку міофібрил актину приходить до 15 % м'язових білків. При взаємодії з міозином він утворює

комплексну сполуку – актоміозин. Формування такого комплексу супроводжується зростанням в'язкості розчинів.

Тропоміозин і тропонін є солерозчинними білками і складають 2...3 % від загального вмісту м'язових білків. Вони беруть участь в скороченні м'язів. Білки саркоплазми і міофібрил є повноцінними білками і містять всі необхідні для організму людини незамінні амінокислоти.

Білки строми – нерозчинні білки м'язової тканини, основними представниками яких є колаген і еластин, які відносяться до неповноцінних білків через те, що в них відсутня незамінна амінокислота триптофан. Відмітною особливістю цих білків є високий вміст амінокислот проліну і 4-гідроксіпроліну, які обумовлюють специфічну просторову конфігурацію білкової молекули та її здатність до полімеризації з утворенням довгих міцних фібрил.

Колаген, як і міозин, має високу гідратаційну здатність, яка обумовлена підвищеним вмістом моноаміно- і діамінодикарбонових амінокислот. Основна кількість колагену і еластину знаходиться переважно в сполучних тканинах. Хоча колаген і відноситься до неповноцінних білків, після теплової обробки він може частково засвоюватися, покращуючи загальний амінокислотний склад продуктів. Крім того, він у харчуванні виконує функцію харчових волокон. Тому колагеномістка сировина набула останнім часом значного використання у виробництві комбінованих і функціональних м'ясних продуктів.

Фракціонування білків двох фракцій м'язової тканини (водо- і солерозчинних) ведуть методом висолювання. Решта білків залишається при цьому в нерозчинній частині м'язової тканини (фракція строми). З неї лужними розчинами можна виділити білки саркоплазми (колаген, еластин, ретикулін та інші).

Білки молока. Вміст білків в молоці складає 2,9...3,5 %. Вони забезпечують нормальний розвиток організму дитини, що росте, і харчування дорослої людини. Молочні білки представлені також декількома фракціями, що відрізняються між собою за будовою, фізико-хімічними властивостями і біологічними функціями. Їх поділяють на три групи:

- казеїнові білки (біля 80 % всіх білків молока) представлені α_1 -казеїном, α_2 -казеїном, β -казеїном і γ -казеїном;

- сироваткові білки (19 %) – α -лактальбумін, β -лактоглобулін, γ -імуноглобуліни, лактоферін;
- білки оболонки жирових кульок (1 %).

Найбільший інтерес серед молочних білків представляють казеїни. Вони містять всі незамінні амінокислоти, а також є джерелом легкозасвоюваних мінералів: кальцію і фосфору. Це складні білки, що відносяться до групи фосфогліко- та фосфопротеїнів. Відмітною їх особливістю є здатність самоасоціюватися в присутності іонів кальцію, фосфатів і цитратів з утворенням великих агрегатів – казеїнових міцел. У такому асоційованому вигляді знаходиться переважно більша їх частина (біля 95 %). Завдяки значному електричному заряду і високому ступеню гідратації міцели знаходяться в завислому (псевдорозчинному) стані у водній фазі молока.

Під дією кислот і сичугового ферменту гідратна оболонка міцели руйнується і казеїн утворює гель – відбувається згортання молока.

Сироваткові білки є також цінною фракцією білків молока за вмістом незамінних амінокислот. По біологічній цінності вони перевершують казеїнові білки і мають амінокислотний склад, близький до складу м'язової тканини. Це глобулярні білки і на відміну від казеїну не здатні асоціюватися та осаджуватися в ізоелектричній точці. Вони гетерогенні, володіють важливими біологічними функціями.

β -лактоглобулін – найбільш важливий білок в кількісному відношенні (біля половини всіх сироваткових білків), має високу чутливість до нагрівання. Існує одночасно в декількох різновидах, тобто є гетерогенним. Його основною біологічною функцією є транспортна. Вважається, що він переносить в кишечник макро- і мікроелементи, вітаміни і ліпіди, бере участь в транспорті вітаміну А.

При підвищенні температури молока понад 30 °С спочатку відбувається теплова денатурація, а потім агрегація і коагуляція агрегованого білка (він коагулює майже повністю при 85 °С). В агрегованому стані β -лактоглобулін може полімеризуватися, а також утворювати комплекси з казеїнами.

α -Лактальбумін також є гетерогенним білком, бере участь в синтезі лактози (є частиною лактозосинтезуючої системи). Так само,

як і імуноглобуліни, потрапляє в молоко з кровоносною системою тварин. Він є найбільш термостабільним зі всіх сироваткових білків із-за присутності в структурі його молекули дисульфідних зв'язків. При охолодженні і в присутності іонів кальцію α -лактальбумін здатний відновлювати нативну структуру на 80...90 %.

Імуноглобуліни – є також складними білками глікопротеїнами. До складу їх молекул входять олігосахариди, які складаються із залишків гексоз (манози, галактози, фруктози), гексозамінів і сілової кислоти. Їх вміст в молоці незначний всього 2...3,3 %. В організмі вони володіють властивостями антитіл і виконують захисні функції. Це термолабільні білки, які при температурі вище 70 °С повністю коагулюють.

Лактоферин – також відноситься до групи глікопротеїнів. Він має характерний червоний колір, тому що є залізовв'язуючим білком. Його головна функція в організмі – транспорт заліза. Крім того, він виявляє бактеріостатичну дію на кишкову мікрофлору, зв'язуючи в кишечнику залізо і роблячи його недоступним для засвоєння мікроорганізмами.

Молочні альбуміни і глобуліни володіють всіма властивостями білків відповідних груп: вони згортаються при кип'ятінні і висолюються насиченим (альбуміни) і напівнасиченим (глобуліни) розчинами сульфату амонію.

Фракціонування молочних білків проводять у такий послідовності: спочатку шляхом кислотного згортання осаджують казеїнову фракцію, потім з сироватки висолюють глобулінову фракцію (при напівнасиченні сульфату амонію), а при повному насиченні осаджуються альбуміни.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Класифікація білків, поширення їх у сировини та харчових продуктах, джерела отримання та напрями використання.
2. Біологічна роль та процес засвоєння білків в організмі. Обмін білків. Харчова алергія.
3. Просторова структура та фізико-хімічні властивості білків.
4. Функціонально-технологічні властивості білків та їх роль в процесі виробництва харчових продуктів.

5. Каталітичні властивості білків. Ендо- та екзогенні ферменти харчової сировини і продуктів: класифікація, будова та властивості.

6. Використання ферментів та ферментних препаратів у харчових виробництвах.

7. Джерела отримання та характеристика білків тваринного походження.

8. Проблема дефіциту тваринних білків та шляхи її вирішення.

9. Перетворення білків під час технологічної переробки сировини.

10. Методи виділення, фракціонування та очищення білків.

11. Критерії оцінювання харчової цінності та ступеня утилізації білків в організмі людини.

Тема 4. БІЛКИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ТА ЇХ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Термінологічний словник

1. Гомогенні білки – природна суміш білків однакового походження, зі схожою будовою, просторовою конфігурацією, фізико-хімічними та біологічними властивостями і близьких за молекулярною масою.

2. Гетерогенні білки – природна суміш білків однакового походження, зі схожою будовою, просторовою конфігурацією, фізико-хімічними та біологічними властивостями, але різних за молекулярною масою.

3. 11S фракція глобулінів – нативна форма білків злакових і бобових культур, що уявляє собою агрегат з декількох субодиниць гомогенних білків.

4. 9S-, 7S-, 5S-, 3S-, 2S- фракції глобулінів – проміжні форми білків злакових і бобових культур, що утворюються шляхом дисоціації 11S фракції під впливом зміни рН, іонної сили, денатуруючих агентів тощо.

5. Клейковина – гідратована суміш основних білкових фракцій злакових культур (глютелінової та проламінової).

6. Функціональні властивості білків – основні фізико-хімічні характеристики білків, що виявляються під час переробки сировини та впливають на структуру, технологічні і споживчі властивості харчових продуктів. До них відносяться: *розчинність, набухання, дегідратація, водо- та жирозв'язуюча здатність, драглеутворення, меланоїдиноутворення, в'язкість, пружність, еластичність.*

7. Водозв'язуюча здатність – здатність білків адсорбувати воду на поверхні молекули, а при надлишку води, і в її середину за рахунок утворення гідратних оболонок навколо гідрофільних груп радикалів АК.

8. Жирозв'язуюча здатність – здатність білків зв'язувати жир на поверхні молекули, а при надлишку жиру, і в її середину за рахунок гідрофобних взаємодій з неполярними радикалами АК.

9. Інгібітори протеаз – фракції білків злакових і бобових культур, що мають здатність блокувати каталітичну дію протеаз шлунково-кишкового тракту (трипсину, хімотрипсину, пептидаз).

10. Лектини – білки рослинного походження, що мають здатність викликати агглютінацію (агрегацію, склеювання) еритроцитів крові, клітин і бактерій.

Методичні поради до вивчення теми

Білки рослинного походження більш поширені в природі, мають більшу видову різноманітність і специфічність. Способи їх виділення з рослин і очищення достатньо прості, промислове виробництво економічно ефективне, а тому швидко розвивається. Запропоновано багато технологій їх використання у різних галузях харчової промисловості. Проте, на відміну від тваринних, рослинні білки є неповноцінними і важче засвоюються організмом людини.

При вивченні даної теми треба звернути увагу на традиційні джерела отримання рослинних білків для промислового виробництва: зернові, бобові та олійні сільськогосподарські культури і нові: відходи переробки плодів та овочів, листя та стебла культивованих і дикорослих трав, морські водорості і трави.

Найбільш вивченими і поширеними є білки зернових і бобових: пшениці та сої.

Необхідно вивчити фракційний та амінокислотний склад білків зернових і бобових, специфіку їх розчинності, пружно-пластичні властивості, здатність до утворення білок-білкових, білок-ліпідних та білок-вуглеводних комплексів, комплексоутворюючу здатність з полівалентними металами та інші. Від цих функціональних властивостей залежить поведінка білків в ході технологічного процесу переробки сировини, а в кінцевому рахунку, якість і цінність харчових продуктів.

Розглядаючи способи виділення, очищення і концентрування рослинних білків треба визначати вплив технологічних режимів цих операцій на властивості білкових препаратів. Необхідно також знати основні форми білкових продуктів: борошно, концентрати, ізоляти, їхні властивості та сфери використання.

Для інженера-технолога харчового виробництва є обов'язковим знання основних шляхів використання рослинних білків в сучасних технологіях: для збагачення продуктів білками, для формування або стабілізації структури, для часткової заміни дефіцитних тваринних білків, для розробки аналогових і штучних харчових продуктів тощо. Знання властивостей білкових препаратів, принципів і правил комбінування харчових компонентів дає можливість отримувати продукти з потрібними характеристиками і заданого рівня якості.

Щоб мати можливість управляти технологічним процесом інженер-технолог повинен досконало знати методи виявлення та ідентифікації білків, критерії оцінювання їхньої харчової цінності і ступеню засвоюваності. Для цього необхідно володіти знаннями про специфічні реакції на білки, методи їх кількісного визначення, ступеню біологічної утилізації, розрахунку інтегрального та амінокислотного скорів.

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Переважну частину білків їжі складають саме рослинні білки. Це білки зернових культур (пшениці, жита, ячменю, вівса, рису, кукурудзи, проса та ін.), бобових (сої, гороху, квасолі, бобів,

сочевиці), овочів (картоплі, баклажанів, капусти), горіхів, насіння, трав, водоростей та інших.

Рослинні білки, в переважній більшості, відносяться до неповноцінних, тому що в них відсутні або є лімітованими (містяться в меншій від потреби кількості) деякі незамінні амінокислоти (найчастіше це лізин, метіонін і триптофан). До того ж їх засвоюваність організмом поступається білкам тваринного походження. Однак, на відміну від тваринних, ресурси рослинних білків майже необмежені. Вони поширені у всіх кліматичних зонах, є доступними, дешевими, мають короткий термін відтворення, а для багатьох джерел ще й здатність до самовідтворення. Саме завдяки цим особливостям вони є основним джерелом біогенного азоту для людини.

Поки що основним джерелом рослинних білків, що традиційно і активно використовується є зернові і бобові сільськогосподарські культури: пшениця, рис, соя і горох. Перспективними, але поки мало поширеними джерелами є: жито, кукурудза, ячмінь, овес, гречка, арахіс, квасоля, відходи переробки насіння олійних культур (соняшника, рапсу, бавовни, льону та інших), кормові боби, сочевиця, люпин, клівер, люцерна, морські водорості і трави, мохи та лишайники.

Білки зернових нерівномірно розподілені між морфологічними частинами зерна. Основна кількість білка міститься в ендоспермі (65...75 %), на алейроновий шар доводиться 15 % білка, на долю зародка – 20...22 %. Білки ендосперму і алейронового шару представлені різними фракціями, серед яких переважають глобуліни, проламіни і глютеліни. На їх частку припадає біля 80 % загального білка. У кількісному відношенні головними білками пшениці є представники двох фракцій: проламінів (гліадин) і глютелінів (глютенін). Обидва білка є гетерогенними, включають від 20 до 50 компонентів, що відрізняються молекулярною масою і мають специфічні видові властивості. Головними білковими продуктами із зернових культур є клейковина і білкові концентрати. Переважна сфера їх використання – виробництво хлібобулочних, кондитерських, м'ясних і рибних продуктів.

Білки зародка зернових представлені, в основному, каталітичними білками (альбумінами і глобулінами). Альбумінові і

глобулінові фракції білків пшениці різноманітні і проявляють або каталітичну активність, або властивості інгібіторів ферментів.

Основну частину білків бобових культур складає глобулінова фракція (60...90 %). Вона є групою запасних білків і екстрагується 5... 10 % розчином хлориду натрію із знежиреного борошна. Білки бобових містять лізину в 2...2,5 рази більше, ніж злакові, а розчинність і перетравлюваність їх вище, ніж у інших видів рослинних білків. На відміну від злакових, у бобових глютеліни не виявляються як самостійна фракція. Частина глобулярних білків знаходиться у вигляді комплексів з полісахаридами. Екстрагуються такі комплекси лужними, а не соляними розчинами.

На частку альбумінової фракції припадає 10...20 % білків бобових. Вони не є запасними, основна роль цієї фракції фізіологічна, вони є групою біологічно активних речовин. Це, головним чином, ферменти та інгібітори ферментів. У альбуміновій фракції зустрічаються інгібітори трипсину, цитохромів, β -амілази, ліпооксидази. Відмітною особливістю білкового комплексу бобових є високий вміст інгібіторів протеаз і токсичних білків глікопротеїдної природи – лектинів.

На даний час переважним джерелом рослинних білків є соя. Соевий білок за своїм амінокислотним складом найбільш близький до тваринного. На відміну від пшеничного білка в ньому у 2...2,5 рази більше лізину, він краще засвоюється організмом людини, має високі функціональні властивості. Саме завдяки цьому соєві білки найчастіше за інших використовуються для часткової заміни м'ясної сировини при виробництві різноманітних м'ясних виробів, для створення комбінованих та аналогових продуктів.

Недоліком соєвих білкових продуктів є присутність в них інгібіторів протеаз (інгібітори Кунітца і Баумана-Бірк) та токсичних лектинів. Для зниження інгібіторної активності і токсичності соєві продукти піддають спеціальній термічній обробці.

Для виявлення і визначення тваринних і рослинних білків застосовують якісні і кількісні методи. Виявлення присутності білків здійснюється за допомогою специфічних якісних реакцій, які поділяють на дві групи: кольорові реакції і реакції осадження.

До кольорових реакцій на присутність білків відносяться наступні:

- «біуретова реакція», що виявляє присутність пептидного зв'язку;

- «ксантопротейінова реакція» є показовою на присутність ароматичних амінокислот (тирозин, фенілаланін);
- «реакція Паулі» – на присутність гістидину і тирозину;
- «реакція Адамкевича і Вуазене – на присутність триптофану;
- «нітропрусідна реакція» і «реакція Фоля» – на присутність сірковмісних амінокислот (цистину та метіоніну);
- «реакція Сакагуччі» – на присутність аргініну;
- «реакція Міллона» – на присутність тирозіну;
- «нінгідрінова реакція» – на наявність аміногруп α -амінокислот.

До другої групи якісних реакцій відносять реакції специфічного осадження білків під дією солей, органічних розчинників, концентрованих кислот і лугів, денатуруючих факторів тощо.

Кількісний вміст білків можна визначати також декількома методами: методом Кьельдаля, Лоурі, Бредфорда, біуретовим, формольним, спектрофотометричним, нефелометричним. Серед них найбільш точним і відтворюваним є метод Кьельдаля. Для масових аналізів найбільш зручним і достатньо точним є фотоколориметричний метод Лоурі.

Для виділення білків із сировини і очищення від супутніх речовин застосовують екстрагування водою, сольовими та спиртовими розчинами різної концентрації, розбавленими розчинами кислот і лугів. З отриманих розчинів білки осаджують та очищують.

В залежності від мети, з якою проводиться виділення розрізняють «жорсткі» і «м'які» методи (режими) осадження. При застосуванні «жорстких» режимів білки денатурують, втрачають розчинність і випадають у осад. До таких методів осадження відноситься тепла обробка білкового розчину та обробка трихлороцтовою кислотою. Але при цих методах осадження білки незворотно втрачають нативну структуру і властивості.

Цього недоліку позбавлені «м'які» методи: висолювання (осадження насиченими сольовими розчинами) і осадження в ізоелектричній точці (розбавленими розчинами кислот і лугів).

Фракціонування і очищення білків здійснюють, методами солюбілізації, електрофорезу, хроматографії та іншими.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Основні джерела та особливості структури рослинних білків.
2. Класифікація, структура та властивості рослинних білків.
3. Білки зернових культур, особливості їх структури та властивостей.
4. Основні функціональні властивості рослинних білків
5. Білки сої та інших бобових культур. Властивості соєвих білків, види білкових продуктів із сої та сфера їх використання.
6. Основні види перетворень рослинних білків при переробці та зберіганні сировини і продуктів.
7. Використання рослинних білків для виробництва комбінованих та аналогових харчових продуктів.
8. Специфічні реакції на білки. Методи виділення, фракціонування та очищення білків.
9. Критерії оцінювання харчової цінності та ступеня утилізації білків в організмі.
10. Поняття та основи харчової комбінаторики – галузі харчової хімії з розробки та виробництва харчових продуктів заданого складу і властивостей.

Тема 5. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВУГЛЕВОДІВ ТА ЇХ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Термінологічний словник

1. **Аміносахари** – похідні моносахаридів, у яких одна або декілька гідроксильних груп заміщені аміногрупою.
2. **Аномерний атом** – асиметричний атом вуглецю карбонільної групи моносахаридів при утворенні ними циклічних (напівацетальних) структур.
3. **Аномери** – стереоізомери моносахаридів, які розрізняються положенням гідроксильної групи у аномерного атому вуглецю. При лінійному зображенні структури молекули (за Фішером) положення гідроксилу справа від вуглецевого скелету

позначається як **α -аномер**, а зліва – **β -аномер**. При циклічному зображенні структури молекули (за Хеуорсом) положення гідроксиду під площиною циклу позначається як **α -аномер**, а над площиною – **β -аномер**.

4. Мутаротація – явище спонтанного переходу в розчині молекули моносахариду з однієї аномерної форми в другу.

5. Асиметричний атом – атом вуглецю в молекулі, всі чотири валентності якого заміщені різними атомами або групами атомів.

6. Напівацетальний гідроксил – гідроксильна група, що утворюється при першому атому вуглецю (вуглець карбонільної групи) з переходом молекули моносахариду від лінійної форми до циклічної. Його також називають **глікозидним гідроксидом**.

7. Глікозиди – ефіри утворені моно- і дисахаридами за допомогою глікозидного (напівацетального) гідроксиду. Невуглеводну частину молекули глікозиду, яка поєднана ефірним зв'язком з моно- або дисахаридом називають **агліконом**.

8. Гомооліго- та гомополісахариди – оліго- або полісахариди, що утворюються із залишків моносахаридів одного виду (наприклад: мальтоза, амілоза, целюлоза).

9. Гетерооліго- та гетерополісахариди – оліго- або полісахариди, що утворюються із залишків моносахаридів різних видів (наприклад: сахароза, лактоза, галактоманнан).

10. Харчові волокна вуглеводної природи – полісахариди та їх похідні, що не засвоюються у шлунково-кишковому тракті людини, але виконують фізіологічні функції (целюлоза, геміцелюлози, пектини, лігнін).

11. Поліуроніди – полісахариди, що утворюються уроновими кислотами – продуктами окислення моносахаридів. Прикладом поліуронідів є пектини – похідні полігалактуронової кислоти.

12. Редуруючі (відновлюючі) цукри – моно- і олігосахариди, в молекулі яких є вільний глікозидний (напівацетальний) гідроксил здатний легко окислюватися.

13. Сахарати – похідні моно- або олігосахаридів, у яких атом водню в гідроксильній групі заміщений атомом металу.

14. Сахароспирти (або поліоли) – поліспирти, що утворюються з моносахаридів при відновленні їх карбонільної групи.

15. Епімери – стереоізомери, які відрізняються конфігурацією асиметричних атомів (наприклад: глюкоза, маноза і галактоза).

Методичні поради до вивчення теми

Матеріал цієї теми, як і двох попередніх, вже частково відомий студентам, але він переважно зорієнтований не на хімічні, а на технологічні властивості вуглеводів, на ті перетворення, що відбуваються з ними під час зберігання та переробки сировини. Головна увага при розгляді теми приділяється полісахаридам через їх суттєвий вплив на формування фізіологічних та споживчих характеристик харчових продуктів.

Для успішного засвоєння матеріалу даної теми студентам необхідно повторити, або заново вивчити класифікацію вуглеводів, їх поширення в природі, біологічну роль та функції в організмі людини, основні фізичні та хімічні властивості. Тільки на підґрунті цих знань можливе розуміння різноманітних і складних перетворень, що відбуваються з ними під час технологічного процесу.

При вивченні фізіологічних функцій вуглеводів необхідно звернути увагу на шляхи та процес їх засвоєння у ШКТ людини, на ферментні та гормональні системи, які регулюють ці процеси, на зв'язок процесів обміну вуглеводів з білковим та ліпідним обмінами. Це важливо для розуміння необхідності комбінування вуглеводної сировини з білковою та жирною при розробці нових продуктів та раціонів харчування.

Вивчаючи характеристику основних груп та видів вуглеводів продовольчої сировини слід надати перевагу функціональним властивостям, особливо структуроутворюючим: гідратації, поверхнево-активним, в'язкості, гелеутворенню, ретроградації тощо. Саме завдяки цим властивостям полісахариди набули значного поширення в сучасних харчових технологіях при виробництві функціональних, лікувально-профілактичних та спеціальних продуктів.

Маючи в структурі своїх молекул велику кількість активних функціональних груп (гідроксильних, карбонільних, карбоксильних), а також асиметричні атоми вуглецю, вуглеводи виявляють надзвичайно різноманітні хімічні властивості. В ході технологічного процесу ці властивості обумовлюють значний спектр перетворень, що відбуваються з ними: ізомеризація, гідроліз, окислення, відновлення, етерифікація, карамелізація, меланоїдиноутворення, полімеризація, бродіння та інші. Тому вивчаючи цю тему треба досконало засвоїти ці властивості. Це дасть змогу

інженеру-технологу впевнено прогнозувати поведінку вуглеводної сировини під час її переробки і зберігання.

Для отримання можливості контролювати перетворення сировини фахівцям харчових виробництв необхідно бути добре обізнаними про якісні методи виявлення та кількісні методи визначення вмісту вуглеводів, методи ідентифікації їх групового та видового складу, методи спостереження за ходом перебігу багатостадійних процесів гідролізу, бродіння, меланоїдиноутворення, вміти вибрати з них найбільш прийнятні для конкретних цілей та умов виробництва.

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Вуглеводи – надзвичайно різноманітний і поширений клас органічних сполук. Вони є обов'язковим компонентом будь-якої живої клітини, але найбільша частка на них припадає у сировині рослинного походження (до 80 % на суху речовину).

Для людини їх значення обумовлене тим, що вони займають домінуюче частку у раціоні харчування і є головними постачальниками енергії (60...80 % калорійності раціону). Організм людини не може створювати значних запасів вуглеводів, тому добова потреба у вуглеводах у 3...5 разів перевищує потребу у білках і жирах. Вона складає від 350 до 550 г. В печінці та м'язах людини і тварин можуть створюватися невеликі тимчасові запаси вуглеводів у вигляді глікогену (до 500 г), але цього запасу людині вистачає всього на 12...18 годин.

Крім енергетичної, вуглеводи виконують в організмі багато інших важливих біологічних функцій: структурну, регуляторну, детоксичну. У вигляді комплексів з білками вони входять до складу сполучної тканини, слини, слизу. У складі нуклеїнових кислот вони беруть участь у зберіганні та передачі генетичної інформації, у складі АТФ і НАД – регулюють більшість біохімічних процесів, в якості харчових волокон – регулюють процеси діяльності ШКТ та виведення з організму надлишків жирів, холестерину, жовчних кислот, іонів важких металів, радіонуклідів тощо.

За будовою молекул вуглеводи поділяють на три групи: моносахариди, олігосахариди та полісахариди. Моносахариди в

природі представлені найчастіше пентозами (арабіноза, ксілоза, рибоза і дезоксирибоза) і гексозами (глюкоза, фруктоза, маноза, галактоза). З олігосахаридів найбільш поширеними є дисахариди (сахароза, лактоза, мальтоза). Полісахариди представлені пентозанами (арабан, ксілан) і гексозанами (глюкани, фруктани, манани, галактани).

Оліго- і полісахариди можуть утворюватися як з одного виду моносахаридів (гомооліго- і гомополісахариди), так і з декількох видів (гетерооліго- і гетерополісахариди). В структурі молекул вуглеводів, як правило, є декілька асиметричних атомів вуглецю, а у розчинах молекули вуглеводів можуть знаходитися як у лінійній, так і циклічній формі. Через це вуглеводам притаманні різні види ізомерії: структурна, оптична, конфірмаційна, таутомерна.

Крім того, в структурі вуглеводів є активні функціональні групи: гідроксильні, карбоксильні, карбонільні, аміногрупи, тому вони можуть вступати у різноманітні реакції: заміщення, відновлення, окислення, етерифікації тощо. В додаток до цього треба відзначити, що вуглеводи, або їх похідні, мають виражений смак, аромат, впливають на колір і структуру продукту. Тому, природно, що в умовах технологічного процесу вуглеводи виявляють значну активність і піддаються різноманітним перетворенням, що впливає як на перебіг процесів, так і на властивості проміжних і кінцевих продуктів.

За харчовою цінністю вуглеводи поділяються на засвоювані та незасвоювані. Засвоювані вуглеводи перетравлюються у ШКТ людини, продукти гідролізу всмоктуються в тонкому кишечнику і беруть участь в метаболічних процесах. До засвоюваних вуглеводів відноситься більшість моносахаридів, олігосахаридів, та деякі полісахариди. Незасвоювані або частково засвоювані вуглеводи (пентози, целюлоза, геміцелюлози, пектини) виконують в організмі функції харчових волокон. Вони є живильним середовищем для кишкової мікрофлори (пребіотична функція), стимулюють перистальтику ШКТ (моторна функція), адсорбують та виводять з організму шкідливі речовини (детоксична функція).

Найбільше значення для формування споживчих якостей харчових продуктів мають гексози (глюкоза і фруктоза),

дисахариди (сахароза і лактоза) та полісахариди (глікоген, крохмаль, геміцелюлози, пектини).

Глюкоза (виноградний цукор) міститься у сировині рослинного походження (зернові, плоди та овочі) і лише в невеликій кількості в м'язовій тканині і кров'яних ковбасах. Найбільш багаті глюкозою натуральний мед (близько 30 %) і виноград (10...15 %). Крім того, глюкоза входить до складу інвертного цукру (продукт гідролізу сахарози). Залишки молекул глюкози входять до складу багатьох оліго- та полісахаридів (сахарози, мальтози, лактози, крохмалю, глікогену, клітковини тощо), їх похідних, а також речовин неуглеводної природи (глікозидів, гліколіпідів, глікопротеїдів, барвних, ароматичних та інших). Засвоюваність глюкози вище багатьох інших цукрів. Однак при недостатнім утворенні в організмі інсуліну (гормону підшлункової залози) використання глюкози сповільнюється і виникає важке захворювання – цукровий діабет.

Фруктоза (фруктовий цукор) є присутньою у багатьох продуктах рослинного походження разом із глюкозою, а в продуктах тваринного походження – відсутня. Найбільш багатий фруктозою натуральний мед (до 35 %). Фруктоза – переважний цукор зерняткових плодів, кавунів.

Фруктоза і глюкоза використовуються також у чистому вигляді для виробництва діабетичних продуктів, тому що не оказують такого шкідливого впливу на організм діабетиків, як сахароза. Залишки молекул фруктози входять до складу полісахариду інуліну, що міститься в топінамбурі, цикорії, часнику і кульбабі. Фруктоза відрізняється підвищеною солодкістю (у 1,8 рази солодше за сахарозу) і гігроскопічністю, добре засвоюється організмом людини. Встановлено, що фруктоза в меншій мірі провокує карієс зубів, ніж сахароза і глюкоза.

Сахароза (буряковий або тростинний цукор) складається із залишків молекул глюкози і фруктози. У харчових продуктах зустрічається як у чистому вигляді (цукор), а також разом із глюкозою і фруктозою у різних співвідношеннях (більшість плодів і овочів, зерноборошняні продукти). Сахароза є переважним цукром у динях, бананах, кісточкових плодах, а також у всіх продуктах, виготовлених з використанням цукру. Сахароза засвоюється організмом людини тільки після її гідролізу до

моносахаридів. Мікроорганізми зброджують цей дисахарид також після гідролізу. Гігроскопічність її в чистому вигляді незначна, але істотно зростає в присутності фруктози. Надлишкове споживання сахарози сприяє розвитку діабету, ожирінню й карієсу зубів.

Лактоза (молочний цукор) складається із залишків молекул глюкози і галактози. Засвоюється організмом людини і зброджується мікроорганізмами тільки після гідролізу. Володіє самим низьким ступенем солодкості (у 2,5 рази менше у порівнянні із сахарозою). Лактоза – основний цукор багатьох видів молочних продуктів, за винятком морозива, окремих видів кисломолочних продуктів (йогуртів, сирків і т.п.) і згущених молочних консервів, у які додається цукор. При виробництві кисломолочних продуктів і сирів лактоза частково або цілком зброджується.

Глікоген відкладається у вигляді запасного енергетичного матеріалу, в основному, в печінці і м'язах. З глікогену поступово утворюється і надходить у кров глюкоза, яка служить джерелом енергії для всіх тканин і органів.

Глікоген розчинний у теплій воді з утворенням колоїдного розчину; з йодом дає червоно-буре забарвлення; гідролізується аналогічно крохмалю; добре засвоюється організмом людини.

Крохмаль є найбільш важливим вуглеводом для людини. У денному раціоні він звичайно складає 80...85 % від загальної кількості вуглеводів. Джерелом крохмалю є зернові, бобові, картопля. У продуктах тваринного походження крохмаль зустрічається в якості добавки (варені ковбаси, паштети, консерви окремих видів).

Крохмаль має здатність до гідролізу, високу гігроскопічність, нерозчинність у холодній воді та утворення колоїдного розчину в гарячій, утворює з йодом забарвлення синього кольору;

У хімічному відношенні крохмаль складається з двох фракцій – амілози й амілопектину. Їх співвідношення деякою мірою позначається на фізико-хімічних властивостях крохмалю, а отже, і на якості готової продукції. Хоча амілоза складає звичайно меншу частину крохмалю, саме вона визначає характерні його властивості. Вона розчиняється в гарячій воді. В процесі зберігання розчинів амілоза ретроградує (утворює кристалічні агрегати і випадає в осад. Це явище вважається однією з причин черствіння хліба і старіння виробів із круп.

Використання крохмалю в харчовій промисловості пов'язано, головним чином, з його здатністю утворювати клейстер. При нагріванні у воді крохмальні зерна набрякають, причому ступінь набрякання значною мірою залежить від температури і властивостей даного виду крохмалю.

При більш високих температурах крохмальні зерна зазнають ряд змін. При нагріванні з водою в кислому середовищі або в присутності ферментів-амілаз відбувається його гідроліз (кислотний або ферментативний). Нагрівання сухого крохмалю вище 120 °С приводить до його декстринізації, котра полягає у розщепленні до розчинних у воді високомолекулярних сполук – піродекстринів та ряду летких речовин.

Продукти перетворень крохмалю у подальшому можуть гідролізуватися, карамелізуватися, вступати в реакції меланоїдиноутворення. В результаті карамелізації утворюються різні речовини, в тому числі і спирти, альдегіди кетони, альдо- і кетокислоти та інші. Вони, в свою чергу, можуть полімеризуватися, конденсуватися з утворенням темнозбарвлених сполук – карамелана, карамеліна та ін.

Редукуючі цукри через наявність карбонільної групи при нагріванні легко вступають в реакції з амінокислотами, а також білками та пептидами, які містять вільні аміногрупи. Кінцевими продуктами цих реакцій є меланоїдини – речовини змінного складу і будови, що мають колір від жовтого до темно-коричневого. Активність цукрів в реакціях з амінокислотами та інтенсивність потемніння залежить від температури, рН середовища, концентрації сухих речовин у розчині, природи компонентів, що реагують, наявності кисню повітря, іонів металів змінної валентності, карбонільних сполук (продуктів окислення жирів), вологості середовища та інших факторів.

Утворення меланоїдинів є бажаним при жарінні м'яса, риби й овочів: утворюється шкірочка з характерним золотавим забарвленням, формується специфічний аромат і смак смажених продуктів. Зниження харчової цінності обмежується лише поверхнею продукту. Потемніння й зміна аромату та смаку є небажаним у виробництві плодкових соків, джемів, желе, сушених плодів, овочів, грибів, м'яса, м'ясних, рибних і овочевих консервів у герметичній тарі, томатопродуктів.

Таким чином, термічна обробка крохмальновмісних продуктів (варіння у воді, на парі, випічка, сушіння при атмосферному і підвищеному тиску, смаження у фритюрі та ін.) дає можливість одержання виробів різної консистенції (супи, соуси, пасти, студені), утворювати специфічні пористі структури (м'якуш хліба, повітряні продукти типу зерен, паличок, крекерів тощо) та надавати кінцевим продуктам характерних смакоароматичних властивостей.

Для потреб різних галузей промисловості крім звичайного (нативного) крохмалю випускають біля тридцяти видів крохмалів зі зміненими властивостями (модифіковані). Такі крохмалі отримують за рахунок фізичних та хімічних перетворень і, в залежності від характеру змін, їх поділяють на клейстеризовані, етерифіковані, окислені, поперечно-зшиті та інші.

Модифікати крохмалю мають вищу здатність до загущення, добре розчиняються, термостабільні, тому сфера їх застосування більш широка, а дозування менше, ніж у нативних. Вони використовуються для загущення та стабілізації овочевих, грибних та м'ясних консервів, ковбасних виробів, майонезів, соусів, кетчупів, молочних продуктів, продуктів швидкого приготування (супи, пюре, соуси), кондитерських виробів.

Клітковина (целюлоза) – зустрічається у всіх продуктах рослинного походження. При переробці продовольчої сировини оболонки і покривні тканини, що багаті клітковиною, частково або цілком видаляються, тому в рафінованих готових продуктах вміст клітковини знижується. При переробці сировини методом екстракції, коли вилучаються тільки розчинні речовини (цукри, жири), клітковина цілком іде у відходи. При пресуванні у відходи переходить значна частина клітковини, тому у готовому продукті (наприклад, соках) вміст її невеликий. Клітковина відсутня в рослинних оліях, маргариновій продукції, а також у всіх продуктах тваринного походження. Серед харчових продуктів клітковиною багате борошно нижчих сортів, горіхи, плоди й овочі.

Клітковина майже не засвоюється організмом людини (частково тільки ніжна клітковина плодів і овочів). Але у складі харчових волокон вона сприяє перистальтиці кишечника, а також виведенню солей важких металів, холестерину й інших шкідливих

речовин. Клітковина не піддається впливові слабких розчинів кислот, лугів, солей, органічних розчинників. Вона гідролізується до глюкози тільки ферментами і сильними кислотами; володіє високою механічною міцністю і твердістю завдяки з'єднанню молекул у пучки або волокна, скріплених ще водневими зв'язками. На відміну від глікогену і крохмалю клітковина не розчиняється ні в холодній, ні в гарячій воді.

В останні роки значного поширення набувають модифікати целюлози. Вони добре розчинні, стійкі, технологічні, а тому є основними загущувачами для низькокалорійних продуктів. Основною сферою їх використання є виробництво хліба та хлібобулочних і кондитерських виробів, морозива, десертів, желе, майонезів, соусів, кремів, м'ясних, рибних продуктів, напоїв. Завдяки здатності стабілізувати емульсії і суспензії, утримувати вологу, запобігати злежуванню та грудкуванню сипких продуктів модифікати целюлози все більше замінюють модифікати крохмалю.

Геміцелюлози (ГМЦ) є надзвичайно поширеними у рослинній сировині. На відміну від крохмалю і клітковини в побудові молекул ГМЦ беруть участь не тільки залишки глюкози, а й галактози, манози, арабінози, рамнози і ксілози. Причому, ГМЦ частіше бувають гетерополімерами. В залежності від виду переважного мономера їх поділяють на гексозани (глюкоманани, галактоманани), пентозани (ксілани, арабани, ксілоарабани, рамноксілани) і змішані ГМЦ (ксілоглюкани, арабіногалактани, рамноманани). В рослинній сировині ГМЦ завжди є складними сумішами, які разом з клітковиною та лігніном формують структуру клітин і тканин.

Деякі ГМЦ мають здатність повністю або частково розчинятися у воді з утворенням дуже в'язких розчинів. Ця група ГМЦ отримала назву «камеді» або гідроколоїди. Вони широко використовуються як структуроутворювачі: загущувачі, емульгатори, стабілізатори, гелеутворювачі. Найбільш відомими є камедь ріжкового дерева, тари, карайі, гуміарабік, арабіногалактан, трагакант, вівсяна камедь.

За хімічною природою гідроколоїди є полімерами з лінійною або розгалуженою структурою і великою кількістю гідрофільних груп (частіше за все гідроксильних). В середовищі, де є вільна

вода, вони набухають і сольвтуються – утворюють гідратні оболонки з діполей молекул води навколо своїх полярних груп. Знижуючи рухомість молекул води, вони суттєво збільшують в'язкість продукту. У випадку драглеутворювачів, окрім сольватації відбувається ще й утворення трьохмірної просторової сітки з молекул полімеру. Вода в такій сітці зовсім втрачає рухомість, а консистенція продукту стає замість рідкої – пружною.

Завдяки обмеженню рухливості води загусники і драглеутворювачі підвищують стійкість дисперсних систем (суспензій, емульсій, пін) тим самим виявляють властивості стабілізаторів, емульгаторів, водоутримуючих агентів, регуляторів активності води. Вони є поліфункціональними добавками. Причому, в різних умовах і продуктах вони можуть по-різному проявляти свої властивості, тому їх неможливо чітко розмежувати. В одних умовах вони є стабілізаторами, в других загусниками або емульгаторами, в третіх – гелеутворювачами тощо.

Гідроколоїди полісахаридів за будовою їх молекул поділяють на три групи: нейтральні, кислі з залишками уронових кислот та кислі з залишками сірчаної кислоти. Перші дві групи більше виявляють властивості загусників, стабілізаторів та емульгаторів, а остання – стабілізаторів і гелеутворювачів (желюючих агентів). На ефективність прояву їхніх властивостей впливає велика кількість факторів: особливості молекул, склад харчового продукту, технологічний режим, умови зберігання.

Шляхом фізичної або хімічної обробки гідроколоїди легко модифікуються і змінюють свої властивості. При сумісному використанні загусники і драглеутворювачі можуть виявляти синергізм або іншим чином змінювати властивості, тому їх часто використовують саме у вигляді сумішей. В залежності від того, які властивості більше виявляють суміші їх називають стабілізаторами, стабілізаційними системами, стабілізаторами – загущувачами, стабілізаторами – емульгаторами тощо. Такі комплексні добавки часто отримують фірмові назви (торгові марки Grindsted, Palsgard, Cremodan, Стабілан та ін.).

Камеді (гідроколоїди) отримують зі смоли або з насіння окремих рослин. До смол відносяться камеді: арабіногалактан, трагакант, гуміарабік, карайї, гхатті. Ці камеді утворюються при пошкодженнях рослин і уявляють собою захисні колоїдні

виділення (ексудати, випоти). До їх складу входять переважно полісахариди, мономерами яких є як D-, так і L- форми пентоз і гексоз та їх похідних. Найбільш поширеною з камедей-смола є смола акацій – гуміарабік. Її розчини мають незначну в'язкість, тому вона використовується як стабілізатор емульсій при виробництві напоїв з застосуванням жиророзчинних ароматизаторів, як загущувач і стабілізатор для кондитерських виробів, як стабілізатор піни при виробництві харчових ароматизаторів і фруктових порошоків методом розпорощувального та вакуумного сушіння. Подібними за властивостями до гуміарабіку є камеді гхатті і листяниці (арабіногалактан). Через це їх використовують замість нього або разом з ним в якості стабілізатора емульсій і дисперсій.

На відміну від них, камеді трагаканта і карайї у воді утворюють дуже в'язкі колоїдні розчини, які не змінюють свої властивості при нагріванні та в присутності кислот і солей. Завдяки цим особливостям вони знаходять застосування як загущувачі і стабілізатори в дуже кислих соусах, заливках, маринадах, фруктових і овочевих консервах, кисломолочних продуктах, сирній продукції.

До камедей з насіння відносять камедь ріжкового дерева, вівсяна камедь, гуарова і тара камедь. Їх отримують розмелюванням насіння, бобів, зерна відповідних рослин. Борошно містить до 70...85 % галактоманнанів – полісахаридів, що утворюються переважно з D- галактози і маннози в різних співвідношеннях. Водні розчини цих камедей, навіть при дуже малих концентраціях (від 0,02 до 0,5 %), мають високу в'язкість або виявляють псевдопластичні та драглеутворюючі властивості. Тому основною сферою їх застосування є виробництво продуктів з пластичними властивостями: плавлених сирів, сиркових і творожних мас, майонезів, маргаринів, консервів тощо. Найбільш поширеними з них є камедь ріжкового дерева, гуарова та тара камедь. Вони добре розчиняються у воді, не засвоюються організмом, а тому не дають калорій, недорогі, стійкі до впливу технологічних факторів, виявляють синергізм в сумішах з іншими структуроутворюючими добавками.

Велику групу водорозчинних ГМЦ складають полісахариди морських водоростей (червоних, бурих, сине-зелених). Вони

переважно представлені галактанами, мананами, галактомананами та їх похідними. Такі відомі гелеутворювачі як агар-агар, карагінани, фуцелерани, альгінова кислота та її солі є саме природними сумішами ГМЦ водоростей. Більш детальний опис цієї групи ГМЦ наведено у посібнику [15].

Крім добре відомих і вивчених рослинних ГМЦ останнім часом набувають поширення бактеріальні полісахариди, до яких відносяться декстрини, ксантан і гелан. Відмінною їх особливістю є здатність утворювати надзвичайно в'язкі розчини і гелі. В лабораторній практиці, у тому числі і харчових виробництвах, набули популярності методи гель-хроматографії (гель-фільтрації), у яких використовують сорбенти, що отримують з декстранів (сефадекси, сефакрили, молселекти).

Ці сорбенти стійкі до розчинів кислот і лугів та органічних розчинників. Завдяки здатності під дією епіхлоргідрину утворювати поперечні зшивки вони набувають властивостей «молекулярних сит», тобто утворюють гелі, у яких шпарини мають регульований розмір. Тому вони набули значного поширення в аналітичній практиці для знесолювання (діалізу), визначення молекулярних мас високомолекулярних сполук (ВМС), фракціонування ВМС (білків, вуглеводів) за їх молекулярними масами, для концентрування розчинів ВМС тощо.

Деякі види бактерій в процесі бродіння можуть синтезувати декстрини у розчинах сахарози. Це може створювати певні проблеми для інженерів-технологів.

Ксантанову і геланову камеді також отримують шляхом мікробіологічного синтезу. Вони є полімерами D- глюкози, D- глюкуронової кислоти і D- манози (ксантан) або D- рамнози (гелан). В залежності від умов, можуть виявляти властивості як загусників, так і драглеутворювачів. На їх властивості не впливає присутність кислот, солей, механічна та термічна обробка. При використанні разом з іншими структуроутворюючими добавками (камеді, модифікатори крохмалю) підсилюють їхню дію. Ксантанова камедь, завдяки її хімічній стабільності і незалежності від зовнішніх впливів, є незамінним загущувачем і драглеутворювачем для сильно кислих і солоних продуктів. Вона також є прекрасним стабілізатором емульсій, суспензій і пін, а

тому знайшла використання у виробництві майонезів, соусів, фруктових і овочевих консервів, молочних продуктів.

Водні розчини ксантана мають здатність під дією механічних впливів (перемішування, перекачування насосом, вібрації) втрачати в'язкість, яка повністю поновлюється після припинення механічної дії.

Желюючі властивості геланової камеді, міцність і твердість драглів з неї залежать від ступеню етерифікації і присутності іонів кальцію. Природна камедь містить велику кількість ацетильних груп, погано розчиняється в холодній воді, слабо желює. Деацетильована – краще розчиняється і добре желює. Використовують її переважно в комбінації з іншими драглеутворювачами (ксантаном, камеддю ріжкового дерева, модифікатами крохмалю).

Однак більша частина рослинних ГМЦ розчиняється не у воді, а у лужних розчинах. В значних кількостях вони містяться у деревині, соломі, стеблах і листях трав, кукурузних початках, шкаралупі горіхів. В незначній кількості вони присутні разом з клітковиною у висівках, борошні, крупах, овочах і фруктах.

ГМЦ, як і клітковина, не засвоюються організмом людини і не мають негативного впливу, але їхня роль і харчуванні досить важлива, оскільки вони виконують функцію харчових волокон. Останніми дослідженнями доведена їх активна участь у обміні ліпідів, холестерину і жовчних кислот, у гальмуванні запальних процесів та онкологічних захворювань.

Пектинові речовини (ПР)- це полімерні сполуки, які складаються із залишків α -D-галактуранової кислоти. Просторова структура ПР може бути чітко впорядкованою у вигляді спіралі або неупорядкованою (зигзагоподібною), аморфною в залежності від молекулярного складу.

У більшості ПР частина карбоксильних груп в залишках галактуранової кислоти етерифікована метиловим спиртом, тобто вони є складними ефірами. Крім залишків галактуранової кислоти і метильних груп до складу ПР можуть входити залишки α -L-рамнози, α -L-арабінози, β -D-ксилози, β -D-глюкуронової кислоти, етилового спирту та інших речовин.

В залежності від молекулярного складу, здатності до розчинення і ступеню метоксильовання галактуронової кислоти ПР поділяються на:

- пектову кислоту – це повністю вільна від метильних груп (деметоксильована) полігалактуронова кислота. Вона має упорядковану спіральну структуру з щільною укладкою ланцюгу, а тому погано розчиняється у воді, здатна утворювати солі з металами (пектати);
- пектинову кислоту – це частково метоксильована полігалактуронова кислота. Число метильних груп і порядок їх розміщення можуть бути різними але завжди в молекулі є частина вільних карбоксильних груп. Вона добре розчиняється у воді і також легко утворює солі (пектинати);
- пектин (або гідропектин) – водорозчинні природні суміші пектинової кислоти та її кальцієвих і магнієвих солей;
- пектинові речовини – це також природні суміші пектинів із супутніми полісахаридами (пентозанами і гексозанами). Як правило, ПР знаходяться в рослинній сировині у сумішах або у комплексах з геміцелюлозами та клітковиною;
- протопектин – це нерозчинні комплекси пектину з геміцелюлозами та клітковиною.

ПР є обов'язковим компонентом рослинної клітини, тому дуже поширені в природі. Разом з клітковиною вони утворюють серединні пластинки та клітинні оболонки і регулюють транспорт речовин в клітину і назовні. У вигляді пектинів, пектинової кислоти та її солей вони разом з білками обумовлюють структуру протоплазми клітин. Завдяки їх водоутримуючій здатності підтримується тургор клітин і гальмується випаровування вологи. Їхній склад і вміст обумовлює консистенцію плодів і овочів і впливає на обмін речовин. В недозрілих плодах і овочах ПР представлені переважно протопектином.

Процес гідролізу пектинових речовин має велике значення для переробки плодів, ягід і овочів. Нерозчинні ПР міжклітинників та клітинних стінок обумовлюють значну міцність рослинних тканин, утруднюють їх подрібнення та зменшують клітинну проникність. В протоплазмі розчинні ПР утворюють в'язкі колоїдні розчини, підвищують водоутримуючу здатність клітин і тканин і тим самим перешкоджають повному відділенню соку.

При підвищеному вмісті у соках вони приводять до утворення стійкої не осідаючої муті, надають сокам значну в'язкість, що перешкоджає їх освітленню і фільтруванню. Тому обробка плодів і ягід пектолітичними ферментами веде до значного розщеплення пектинових речовин, що збільшує і прискорює соковіддачу, знижує в'язкість соку, полегшує процес його фільтрування і освітлення.

В організмі людини вони не засвоюються, або засвоюються лише частково, однак відіграють важливу роль водорозчинних харчових волокон, ентеросорбентів та пребіотиків. Як харчові волокна, ПР посилюють виділення жовчі, перистальтику ШКТ, нормалізують його функцію і попереджають застій їжі. Як полімери з великою кількістю функціональних груп на поверхні макромолекули, вони є активними сорбентами і комплексоутворювачами, а тому виводять з організму надлишок холестерину і жовчних кислот, важкі метали, радіонукліди, токсичні речовини. Як пребіотики, вони є живильним середовищем для мікрофлори кишечника, яка їх засвоює з утворенням низькомолекулярних речовин (моно- та дисахаридів, органічних кислот, спиртів тощо). Продукти їх метаболізму частково всмоктуються у кишечнику і тим самим підвищується ступінь засвоєння їжі.

Завдяки цим властивостям добавки ПР набули популярності при виготовленні низькокалорійних дієтичних, лікувально-профілактичних та спеціальних харчових продуктів.

Джерелами надходження пектинових речовин в організм людини служать, в основному, свіжі плоди й овочі, фруктово-ягідні кондитерські вироби. Найбільш багаті ними буряк, морква, чорна смородина. Середнім вмістом відрізняються яблука, айва, кісточкові плоди, картопля, фруктово-ягідні кондитерські вироби і зернові продукти, низьким – листові овочі.

В залежності від молекулярної маси ПР поділяють на низькомолекулярні (до 50...70 кДа) і високомолекулярні (вище 70 кДа). За ступенем етерифікації їх умовно поділяють на дві групи: низькоетерифіковані (до 50 % карбоксильних груп метоксиловані) і високоетерифіковані (більше 50 %). Іноді виділяють третю групу – нормальні пектини (ступінь етерифікації біля 50 %).

За видом радикалів, що утворюють ефірні зв'язки, розрізняють метоксильні (- OCH₃), етоксильні (- OC₂H₅) та амідовані (- ONH₂) пектини.

Важливою технологічною властивістю розчинних ПР є їхня здатність до драглеутворення (желююча здатність). Вона обумовлена самоасоціацією ланцюгів полігалактуронової кислоти у трьохмірну просторову сітчасту структуру, в якій втрачають рухливість розчинені речовини.

На желюючу здатність ПР впливають такі фактори як молекулярна маса, ступінь етерифікації, рН середовища, присутність іонів полівалентних металів та дегідратуючих речовин, температура, наявність в полімерному ланцюзі «чужорідних» включень (залишків арабінози, рамнози, ксілози та ацетильних груп).

Асоціація молекул ПР з формуванням трьохмірної просторової структури може відбуватися двома шляхами:

а) за рахунок зменшення сил електростатичного відштовхування між молекулами ПР в присутності кислот і дегідратуючих речовин („сахаро-кислотне гелеутворення»);

б) за рахунок утворення міжмолекулярних зв'язків іонами полівалентних металів.

Тип асоціації визначається переважно ступенем етерифікації ПР. Так, високоетерифіковані пектини в кислих розчинах (рН < 4,0) з вмістом цукру від 55 % і вище і температурою нижче 60...90 °С при повільному охолодженні утворюють прозорі неплавкі гелі зі скловидним зламом. В залежності від швидкості і температури початку желювання високоетерифіковані пектини поділяють на швидко і повільно желюючі. До перших відносяться пектини з більш високим ступенем етерифікації (60...70 %). Середній час желювання для них складає 20...60 хв. оптимальною областю рН є 3,0...3,4. Пектини з меншим ступенем етерифікації (50...60 %) потребують більш низький інтервал рН (2,8...3,2) і желюють більш повільно (до 120 хв.).

Шляхом зміни концентрації цукру і кислоти можна прискорювати процес желювання. Цукор, як дегідратуюча речовина, руйнує гідратні оболонки навколо полярних груп пектину, а кислота зв'язує метали, які блокують ці групи. Завдяки цьому полярні групи взаємодіють між собою і швидше утворюють

просторову структуру гелю. Крім того, зростає його міцність і якість.

Для попередження передчасного желювання у виробництві часто буває необхідним навпаки знизити швидкість желювання. В цьому випадку в пектиновий розчин додають буферні солі – ретардатори. Ними, як правило, є солі одновалентних катіонів з молочною, лимонною, фосфорною або винною кислотами, які блокують полярні групи і уповільнюють процес утворення гелю, а також знижують температуру початку желювання.

Високоетерифіковані пектини знайшли широке використання у виробництві фруктових консервів, особливо варення з температурою розливу вище 85 °С. Завдяки швидкому желюванню фрукти і ягоди рівномірно розподіляються в обсязі ємності, продукт має однорідну «ніжну» консистенцію.

Ці пектини також є обов'язковим компонентом термостійких фруктових начинок, які не розтікаються під час випікання борошняних кондитерських та хлібобулочних виробів. Вони є основою кондитерських желейних та пастильних виробів (желе, зефір, пастила, мармелад, креми тощо). Крім того, з їх допомогою стабілізують структуру ароматизованих вершків, йогуртів та інших кисломолочних продуктів і напоїв.

Низькоетерифіковані пектини, на відміну від попередніх, можуть утворювати драглі як в присутності цукру, так і без нього, але для цього потрібна наявність іонів кальцію (або інших полівалентних катіонів). При охолодженні їх розчини утворюють напівпрозорі плавкі драглі. Швидкість желювання та міцність гелю залежить від рН, вмісту цукру і складу комплексів, які містять катіони металів. Ці пектини використовують для виготовлення солодких драглі з обмеженим вмістом цукру або без нього. З їх допомогою виробляють дієтичні та низькокалорійні вироби. Низькоетерифіковані та амідовані пектини знайшли також застосування в якості загусників і стабілізаторів консистенції кисломолочних продуктів; овочевих, фруктових, грибних та рибних консервів, плавлених сирів, майонезів, маргаринів, бульйонів та супів швидкого приготування, салатів, десертів, напоїв та продуктів дитячого харчування (тільки не амідовані пектини).

Для промислового використання ПР отримують з відходів переробки плодів і овочів, цукрових буряків, соняшнику. Найбільш популярними у харчовиків є яблучний, цитрусовий і буряковий пектини. Менш поширені абрикосовий, чорносмородиновий, морквяний пектини. Останнім часом значна увага приділяється виробництву соняшникового пектину через те, що він більш дешевий, високомолекулярний, низькоетерифікований, має низьку зольність і добре очищується. Соняшниковий пектин може утворювати міцні еластичні гелі при значно менших концентраціях цукру і більш високих значеннях рН (5,5-6,0), що дає можливість використовувати його для виробництва низькокалорійних продуктів з нейтральним (не кислим) присмаком.

Присутність вуглеводів у сировині і харчових продуктах виявляється якісними і кількісними методами. Загальними якісними реакціями на вуглеводи є реакції з α -нафтолом та з антроновим реактивом. Якісний аналіз низькомолекулярних вуглеводів здійснюється за допомогою специфічних реакцій на функціональні групи:

- гідроксильні – реакція з гідроксидом міді;
- карбонільні – реакція «срібного дзеркала» і реакція з 2,4-динітрофенілгідразином;
- карбоксильні – реакція нейтралізації (з харчовою содою).

До кількісних методів відносяться:

- метод Бертрана, Шомады-Нельсона і колориметричний – на редуруючи цукри;
- метод Селіванова, метод Мак-Рері і Слаттері – на кетози;
- метод Попова і Шаненко – на декстрини;
- поляриметричний (Еверса) і йодометричний (Починка) методи – на крохмаль;
- гравіметричний метод (за Кюшнером і Ганаком) – на клітковину;
- ферментативний метод – на присутність харчових волокон;
- поляриметричний та хроматографічні методи на окремі види вуглеводів.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Біологічна роль, джерела отримання та використання вуглеводів у виробництві продуктів харчування.
2. Класифікація та характеристика моно-, ди- і олігосахаридів сировини і харчових продуктів.
3. Класифікація та характеристика полісахаридів і похідних вуглеводів.
4. Процес засвоєння вуглеводів у шлунково-кишковому тракті людини.
5. Фізіологічні та технологічні функції вуглеводів.
6. Перетворення вуглеводів при переробці та зберіганні сировини і продуктів: утворення розчинів, гідроліз, ізомеризація, бродіння, меланоїдиноутворення, карамелізація.
7. Структурно-функціональна роль полісахаридів в харчових технологіях.
8. Модифіковані полісахариди: види, властивості та використання у харчових виробництвах.
9. Пектинові речовини: класифікація, властивості та використання у харчових виробництвах.
10. Харчові волокна вуглеводної природи, їх роль у фізіології харчування.

Тема 6. ХАРЧОВІ ЛІПІДИ, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ, ЗМІНИ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТА ЗБЕРІГАННІ СИРОВИНИ І ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Термінологічний словник

1. **Алкильні ліпіди** – група нейтральних ліпідів, в складі яких крім залишків високомолекулярних жирних кислот (ВЖК), з'єднаних з гліцерином складноефірним зв'язком, є залишки високомолекулярних жирних альдегідів, з'єднаних з гліцерином простим ефірним зв'язком.
2. **Алкоголіз** – реакція заміни в складі ліпідів залишку гліцерину на залишки інших спиртів (сфінгозину, діолів, поліолів).
3. **Амфінатичні (амфіфільні, біфільні) сполуки** – сполуки, які в структурі своєї молекули мають полярні і неполярні

функціональні групи або ділянки, завдяки чому ці сполуки одночасно виявляють як гідрофільні, так і гідрофобні властивості.

4. Ацилгліцерини (ацилгліцероли, гліцериди, жири, нейтральні жири) – це складні ефіри вищих (високомолекулярних) жирних кислот (ВЖК) і трьохатомного спирту гліцерину.

5. «Вільні» ліпіди – та частина ліпідів сировини, яка легко вилучається за допомогою неполярних розчинників. На відміну від них, незначна частина ліпідів сировини зв'язана у комплекси з білками, вуглеводами та іншими речовинами і не вилучається розчинниками без попереднього руйнування комплексів. Цю частину ліпідів називають «зв'язаними» та «міцнозв'язаними».

6. Воски – жироподібні сполуки, що є складними ефірами ВЖК і вищих жирних одноатомних спиртів (цетиловий, церіловий, міріциловий тощо).

7. Гангліозиди – різновид сфінголіпідів, до складу яких крім залишків сфінгозину і ВЖК входить залишок олігосахариду – сіалової кислоти.

8. Гідрофільність – здатність взаємодіяти з водою та іншими полярними розчинниками.

9. Гідрофобність – здатність взаємодіяти з неполярними розчинниками.

10. Гліцерофосфоліпіди (фосфоацилгліцерини, фосфогліцерини, фосфатиди, фосфоліпіди) – група ліпідів, у складі молекул яких крім залишків гліцерину та ВЖК є залишок фосфорної кислоти, етерифікований азотистою основою.

11. Діолові ліпіди – сполуки, що утворені не гліцерином, а двоатомними спиртами (діолами).

12. Жири (ацилгліцерини, ацилгліцероли, гліцериди, нейтральні жири) – найбільш поширена група ліпідів, що уявляє собою складні ефіри гліцерину і ВЖК.

13. Змішані жири – ацилгліцерини, до складу яких входять залишки різних ВЖК (двох або трьох).

14. Конститутивні (протоплазматичні) жири – жири, що входять до складу мембран, протоплазми та органел клітини. Являють собою, як правило, жири зв'язані у комплекси з іншими сполуками (білками, вуглеводами, поліфенолами тощо).

15. Ламелли – сферичні утворення, які в центрі мають рідиннокристалічне жирове ядро, оточене переміжними біомолекулярними (білки, фосфоліпіди) і водними шарами.

16. Ліпіди – складна природна суміш ефіроподібних органічних сполук, що міститься в клітинах рослин, тварин і мікроорганізмів, нерозчинних у воді, але розчинних в органічних розчинниках.

17. Ліпопротеїни (ліпопротеїди, хіломікрони) – багатокомпонентні агрегати, які складаються з гідрофобного ядра і гідрофільної оболонки. До ядра входять триацілгліцерини, гідрофобні ділянки молекул білків, холестерину, фосфоліпідів. Гідрофільну оболонку складають полярні ділянки молекул білків і фосфоліпідів. У складі таких агрегатів ліпіди транспортуються кровоносною системою до органів, тканин і клітин.

18. ЛВП, ЛНП, ЛОНП – ліпопротеїни високої, низької та особливо низької щільності – різні стани ліпопротеїнів в залежності від вмісту в них триацілгліцеринів і холестерину.

19. Мембранні ліпіди – складна суміш ліпідів, що входять до складу клітинних мембран. Вона складається з фосфоліпідів, гліколіпідів, холестерину та його ефірів.

20. Міцели – агрегати біфільних ліпідів, що утворюються у оточуючому середовищі. У полярному середовищі (прямі міцели) біфільні ліпіди орієнтуються полярними ділянками молекул („головками») назовні, а гідрофобними („хвостами») всередину міцели. У неполярному середовищі (обернені міцели) орієнтація біфільних молекул є протилежною.

21. Моно- і полієнові ВЖК (поліненасичені жирні кислоти, ПНЖК) – ВЖК, які мають в структурі своїх молекул один або більше ненасичених (подвійних) зв'язків.

22. ω -3 та ω -6 родини ВЖК – ПНЖК, у яких перший подвійний зв'язок знаходиться біля третього (ω -3), або шостого (ω -6) атому вуглецю (рахуючи від кінцевої метильної групи $-\text{CH}_3$). Родину ω -3 складають α -ліноленова, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова ВЖК. Родину ω -6 –лінолева, γ -ліноленова та арахідонова ВЖК.

23. Переетерифікація – реакція обміну радикалами ВЖК всередині молекули (внутрішньомолекулярна), або між молекулами (міжмолекулярна) ацилгліцеридів.

24. Прості ацилгліцерини – ацилгліцерини, до складу яких входять залишки ВЖК одного виду.

25. Прості ліпіди – ліпіди, молекули яких не містять у своєму складі атомів азоту, фосфору або сірки. До їх складу входять лише вуглець, водень і кисень. Це ефіри ВЖК і гліцерину, або інших вищих спиртів.

26. Складні ліпіди – ліпіди, молекули яких крім атомів вуглецю, водню і кисню, містять у своєму складі також атоми азоту, фосфору або сірки.

27. Саломас – суміш ацилгліцеринів, що утворюється при гідруванні в присутності каталізаторів рослинних олій. Є проміжним продуктом при виробництві маргаринів.

28. Стерини (стероли) – високомолекулярні поліциклічні спирти, що є похідними стерану (циклопентанпергідрофенантрону).

29. Стериди – складні ефіри стеринів і ВЖК.

30. Стероїди – продукти окислення стеринів.

31. Сфінголіпіди – сполуки ліпідної природи, що утворені ВЖК та вищим жирним ненасиченим двохатомним аміноспиртом сфінгозіном.

32. Терпени – сполуки ліпідної природи, що є похідними від ізопрену (поліізопреноїди). В цю групу входять складові ефірних олій, смоли хвойних дерев, пігменти та жиророзчинні вітаміни.

33. Терпеноїди – продукти окислення терпенів (спирти, альдегіди, кетони).

Методичні поради до вивчення теми

Особливістю даної теми є несталість номенклатури ліпідів, а також відсутність чіткої, науково обґрунтованої класифікації цього класу органічних сполук. Це помітно навіть при перегляді невеликого термінологічного словника, наведеного вище. Одна й та ж група сполук «фосфатиди» в різних навчальних посібниках називається по різному: «гліцерофосфоліпіди», «фосфоацилгліцерини», «фосфогліцерини», «фосфоліпіди». Або «ацилгліцерини», «ацилгліцероли», «гліцериди», «жири», «нейтральні жири».

До класу ліпідів входить біля 600 видів сполук. Багато з них мають близьку за будовою структуру молекул, а тому одні автори об'єднують їх в одну групу, а інші – виділяють в окремі групи. Так, у більшості навчальних посібників гліколіпіди віднесені до групи простих ліпідів (нейтральних жирів), а в підручнику Й.О. Рогова і

співавторів [9] вони включені як до групи простих, так й складних ліпідів. Сфінголіпіди виокремлюються з фосфатидів в окрему групу. Цереброзиди і гангліозиди віднесені до групи гліколіпідів, тоді як інші автори розглядають їх як сфінголіпіди, або фосфатиди.

Така плутанина в назвах і класифікації суттєво ускладнює засвоєння студентами навчального матеріалу і формування чіткої системи знань про цей надзвичайно важливий клас сполук, які поширені у всіх видах сировини і мають велике значення у харчових технологіях.

Ще однією особливістю цієї теми є складність запам'ятовування структурних формул речовин цього класу. Вони є високомолекулярними, у більшості своїй, багатокомпонентними – містять в складі молекул залишки 3...5 різних за природою речовин, мають асиметричні атоми, подвійні зв'язки, а тому їм притаманні різні види ізомерії: структурна, оптична, цис-транс-ізомерія, конфірмаційна тощо.

Маючи у своєму складі різні функціональні групи ліпіди виявляють різноманітні властивості, що впливає на їх поведінку у складних харчових системах. Тому при вивченні цієї теми необхідно спочатку ретельно розібратися з будовою молекул різних груп ліпідів, визначити їх локалізацію та роль в сировині, добре запам'ятати їх властивості і функції, що обумовлені саме їх будовою, а вже після того приступати до вивчення їхньої поведінки в ході технологічного процесу обробки сировини і зберігання проміжних та готових продуктів.

Найбільшу увагу необхідно приділити нейтральним жирам (гліцеридам), які складають переважну частину всієї ліпідної фракції сировини („сирій» жир). Вони мають найбільше харчове значення і саме вони, головним чином, обумовлюють поведінку цієї фракції під час переробки. Вони відносно прості за будовою і властивостями, тому, як правило, вивчення цієї групи ліпідів не викликає труднощів у студентів. У технологічному відношенні важливо звернути увагу на моно- та диацилгліцерини ВЖК, ефіри гліцерину, ВЖК і органічних кислот, що набули використання у якості емульгаторів, стабілізаторів, пластифікаторів, синергістів антиоксидантів та водоутримуючих агентів у виробництві кулінарних жирів, маргаринів, майонезів, кондитерських кремів, глазурей тощо.

Другою за впливом на поведінку сировини є група фосфатидів. Хоча їх вміст у сировині не перевищує 1...2 %, вони, через особливості їхньої структури, мають дуже значний вплив на функціональні властивості сировини. Треба досконало розібратися у поверхнево-активних властивостях фосфатидів, у механізмі утворення ними моно- та бімолекулярних шарів, комплексів з білками, нейтральними жирами, холестерином. Саме ці властивості мають найбільше технологічне значення.

Розглядаючи групу стеринів слід звернути особливу увагу на джерела надходження у харчові продукти холестерину (холестеролу), його властивості, механізм засвоєння та виведення надлишків, оскільки він відіграє надзвичайно важливу роль в організмі людини і здатний створювати суттєві ризики для її здоров'я.

При вивченні технологічних властивостей ліпідів необхідно засвоїти механізм процесів їх гідролізу, омилення, переетерифікації, гідрирування, і особливо, процесу окислення та способів їх стабілізації до окисного псування. Важливо знати константи (числа) жирів, які властивості жирів вони характеризують, знати методи їх визначення.

Щоб мати можливість управляти технологічним процесом переробки та зберігання жирової сировини або жировмісних харчових продуктів інженер-технолог повинен досконало знати методи виявлення, фракціонування та ідентифікації ліпідів, критерії оцінювання їхньої біологічної цінності та ступеню окиснення. Для цього необхідно володіти знаннями про специфічні реакції на ліпіди, методи визначення їх кількісного вмісту та характеристичних констант (кислотного, йодного, перекісного, тіобарбітурового, ефірного чисел та числа омилення).

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Ліпіди – це група органічних речовин з різною хімічною будовою, що не розчиняються у воді, а мають розчинність у органічних розчинниках (спирті, ефірі, хлороформі, ацетоні, бензолі та ін.). Представники цієї групи, у більшості, є похідними високомолекулярних жирних кислот, спиртів та альдегідів побудованими за допомогою ефірного (простого, складного і

фосфоефірного) та глікозидного зв'язків. Їх назва походить від грецького слова *lipos* – ефір.

Ліпіди широко представлені як у рослинній, так і тваринній сировині та продуктах. Їх вміст коливається в дуже широких межах (від десятих часток до десятків відсотків) і залежить від виду, сорту (породи), сезону, віку тощо. В живих організмах ліпіди виконують різноманітні функції: структурну (складова клітинних мембран, сполучної, нервової та кісткової тканин), енергетичну (запасні жири), захисну (тепловий та механічний захист важливих внутрішніх органів).

За хімічним складом та фізико-хімічними властивостями ліпіди поділяють на дві групи: прості та складні ліпіди. До простих ліпідів відносять ліпіди, які побудовані із залишків спиртів та вищих жирних кислот: нейтральні жири (ацилгліцерини, гліцериди), ефіри холестерину і воски. До складних ліпідів (ліпоїдів) відносять речовини, в молекулах яких крім спиртів і вищих кислот містяться залишки фосфорної або сірчаної кислоти, азотистих речовин, вуглеводів та деяких інших компонентів. Основними представниками цієї групи є фосфоліпіди, гліколіпіди та стерини.

Близькими до ліпідів за будовою і властивостями (жироподібними) є жиророзчинні вітаміни (ретиноли, токо- і кальціфероли, філохінони) та пігменти (каротини, хлорофіли), вільні жирні кислоти, вищі спирти.

За здатністю гідролізуватися при обробці лугами ліпіди поділяють на дві групи: здатні до омилення і не здатні до омилення. Другу групу складають вільні ВЖК та спирти, стерини, стероїди, жиророзчинні вітаміни, терпени, вищі гомологи вуглеводнів та інші.

Враховуючи їх функції в сировині та організмі ліпіди поділяють на структурні (протоплазматичні, конститутивні), запасні та захисні.

Найбільш поширеною групою **простих ліпідів** (до 95 % від загальної маси ліпідів) є нейтральні жири (жири, гліцериди, ацилгліцерини, ацилгліцероли). За походженням розрізняють тваринні жири та рослинні олії. Джерелом тваринних жирів для організму людини є сало свиней і жирна свинина, жирові тканини великої та дрібної худоби, вершкове масло, ковбаси, сметана, тверді

сири та ін. Молочні та рослинні жири зазвичай називають маслами. Інші, за виключенням жирів риб та морських тварин, називають салом. Олії, за здатністю висихати з утворенням плівок, поділяють на ті, що висихають (льняна, конопляна), напіввисихають (соняшна, кукурудзяна, соєва, бавовняна, арахісова) і не висихають (оливкова, мигдальна, касторова).

Властивості жирів обумовлює склад жирних кислот, які поділяються на дві групи: насичені (граничні) та ненасичені (неграничні), що містять подвійні зв'язки. Від кількості та місця розміщення у молекулі подвійних зв'язків залежать всі основні властивості ненасичених кислот.

Насичені кислоти зустрічаються переважно в складі тваринних жирів (до 50 % баранячого та яловичого). Ненасичені – входять до складу рослинних олій, жирів морепродуктів, вівсяної та гречаної круп, горіхів та ін. У багатьох оліях їх вміст сягає до 80...90 % (соняшникова, кукурудзяна, льняна, оливкова). Лінолева та ліноленова кислоти не синтезуються в організмі людини, а тому відносяться до незамінних.

Жири і масла, в залежності від виду кислот, що входять до їх складу, при звичайній температурі бувають тверді, мазеподібні або рідкі, тому як мають різну температуру плавлення. Так, у яловичому жирі насичені кислоти (пальмітинова, стеаринова, міристинова) складають 54 % загальної маси кислот, тому цей жир має високу температуру плавлення (42...52 °С). В свинячому жирі більше ненасичених кислот, його температура плавлення нижче (28...48 °С).

В жирах рослин і риб також переважають ненасичені кислоти. Соняшникова олія, яка має температуру плавлення – мінус 16 °С, містить 91 % ненасичених кислот. У риб'ячому жирі вони складають 62...82 % (в тому числі 15...20 % кислоти з 4-6 подвійними зв'язками), тому риб'ячий жир при кімнатній температурі є рідким.

До групи нейтральних жирів відносяться також алкільні, діолові ліпіди та плазмалогени. На відміну від ацилгліцеридів, до складу молекул алкільних ліпідів входять вищі жирні альдегіди, що утворюють простий ефірний зв'язок з гліцирином. У плазмалогенів такий зв'язок утворює ненасичений спирт. В молекулах діолових ліпідів ефірні зв'язки з ВЖК замість

гліцерину утворюють двохатомні спирти (діоли). Ці ліпіди містяться у тваринних і мікробних організмах у невеликих кількостях і не мають впливу на властивості сировини.

Стероли (стерини). В залежності від походження розрізняють зоостероли, які знаходяться в тваринних тканинах, і фітостероли – в рослинних тканинах. Найважливішим представником першої групи є холестерол (більш поширена назва цієї сполуки – холестерин). В організмі людини він є присутнім в мембранах, нервових тканинах, приймає участь в утворенні жовчних (холових) кислот, гормонів наднирок та інших фізіологічно активних речовин.

Холестерин та його похідні в організмі виконують функцію емульгаторів жиру і стабілізаторів жирової емульсії, що сприяє нормальному стану клітини і обміну речовин. Крім того, холестерин виконує важливу функцію в структурі ліпопротеїнів і хіломікронів при транспортуванні жирів з тонкого кишечника до органів і тканин організму людини. Він також приймає участь у знешкодженні в організмі бактеріальних токсинів. Але при надлишку його в крові, або порушенні обміну він відкладається на стінках артеріальних судин, що приводить до атеросклерозу, а в жовчному міхурі – до жовчнокам'яної хвороби.

Представниками фітостеролів є сітостерол і стігмастерол. У невеликих кількостях вони містяться у рослинних оліях, маслах зародків злакових культур і насіння рослин. У бурих морських водоростях виявлено фукостерол, а у грибах – ергостерол.

Стериди – це складні ефіри поліциклічних спиртів (стеролів, стеринів) з ВЖК. Крім ефірів холестерину інші стериди мало вивчені.

Воски – жироподібні речовини, що складаються із залишків молекул вищих одноатомних спиртів і жирних кислот. Воски бувають рослинні і тваринні. Перші покривають плоди, листя, стебла рослин і захищають їх від змочування, випаровування вологи, проникнення мікроорганізмів. До тваринних відносяться бджолиний віск, спермацет китів, ланолін овечої вовни та ін. Вони не засвоюються організмом людини. Широко використовуються в медицині та косметичній промисловості.

Складні ліпіди (ліпоїди) – за кількісним вмістом в харчових продуктах суттєво поступаються жирам. Однак їх роль в

харчуванні і забезпеченні якості продуктів досить істотна, особливо фосфатидів (фосфоліпідів).

Фосфати́ди – складаються із залишків гліцерину, жирних кислот, фосфорної кислоти і азотистих основ. В залежності від хімічного складу поділяються на гліцерофосфоліпіди (фосфати́ди), інозитфосфоліпіди (фосфатиділінозита́ми) і сфінголіпіди. Найбільш поширеними і вивченими фосфатидами є лецитини (фосфатидилхолі́ни) і кефалі́ни (фосфатидилетаноламі́ни). Молекули цих сполук у розчинах виявляють біфільні властивості (гідрофільні і гідрофобні одночасно) через те, що мають полярну гідрофільну групу („головку») із залишку гліцерину, фосфорної кислоти і азотистої основи та гідрофобний «хвіст»- залишки ВЖК.

Завдяки своїй полярності і біфільності вони мають здатність утворювати біполярні шари і тому входять до складу клітинних оболонок і мембран. Особливо їх багато в зародках рослин, нервовій тканині, серці і печінці тварин, жовтках яєць. Фосфати́ди володіють емульгуючими властивостями, завдяки чому широко використовуються як емульгатори і стабілізатори харчових емульсій, як біологічно активні добавки і компоненти функціональних продуктів при виробництві маргаринів, шоколаду, майонезу і морозива та інших продуктів.

Інші групи складних ліпідів – інозитфосфоліпіди (фосфатиділінозита́ми), сфінголіпіди і гліколіпіди мають важливі фізіологічні функції, але в харчовій сировині мало поширені, а тому не приймають участі в її технологічних перетвореннях.

Ліпіди легше води (щільність їх складає 0,91...0,97), не леткі. При нагріванні вище 200 °С вони киплять, а при температурі 240...250 °С – розкладаються з утворенням летких продуктів. У воді вони можуть утворювати емульсії у присутності слабких лугів, білків та інших поверхнево-активних речовин.

Жири добре розчиняються в бензині, гексані, діетиловому ефірі, хлороформі та інших органічних розчинниках. Ця властивість використовується в харчовій промисловості для вилучення їх з насіння олійних рослин.

В харчових жирах і жиромісних продуктах при їх виробництві та подальшому зберіганні можуть відбуватися різноманітні процеси: відновлення (гідрогенізація), перетерифікація, окислення, гідроліз та інші.

Для виробництва таких продуктів, як маргарин, кондитерські і кулінарні жири, мила, стеарин, технологічні мастила різного призначення, необхідні пластичні, високоплавкі і тверді (або пластичні) жири. Вони можуть бути отримані з рідких рослинних олій або напіврідких жирів морських тварин шляхом гідрогенізації. Задачею гідрогенізації є цілеспрямована зміна жирнокислотного складу вихідного жиру в результаті приєднання водню в присутності каталізатора до ненасичених зв'язків у залишках жирних кислот.

Процес йде вибірково (селективно): у першу чергу гідрируються залишки жирних кислот, що містять більшу кількість подвійних зв'язків, а також кислоти з меншим числом атомів вуглецю.

Гідрування жирів супроводжується зниженням вмісту вітамінів А і D, але практично не впливає на вміст вітаміну Е. З підвищенням температури гідрування, вологості водню, збільшенням тривалості процесу зростає вміст у гідрированому жирі вільних жирних кислот і продуктів їхньої взаємодії з каталізатором (сполуки нікелю).

Переетерифікація – один з основних методів модифікації складу жирової сировини. Під час цього процесу відбувається як внутрімолекулярний так і міжмолекулярний перерозподіл жирнокислотних радикалів, що приводить до зміни фізико-хімічних властивостей жирових сумішей. Переетерифікація високоплавких тваринних жирів з рідкими рослинними оліями дозволяє одержати харчові пластичні жири з високим вмістом лінолевої кислоти. В якості каталізаторів використовують метілат і етилат натрію.

Гідроліз жирів є найбільш поширеним процесом, що відбувається при виготовленні і зберіганні жирів. Жири при певних умовах реагують з водою, утворюючи гліцерин і жирні кислоти. Ступінь (глибина) гідролізу характеризується вмістом вільних жирних кислот. При їх накопиченні погіршуються смак і запах продукту. В тваринних жирах (яловичому, баранячому, свинячому) гідроліз протікає при витопленні їх у відкритих котлах. В копчених ковбасах, беконі, солоному шпикі спостерігається гідроліз жирів при виготовленні і, особливо, при зберіганні.

Швидкість гідролітичного розпаду жиру зростає при підвищенні температури і особливо при тривалому нагріванні до 100 °С і вище.

Значно прискорюється гідролітичний розпад жиру під впливом ліполітичних ферментів (ліпаз), які містяться в жировій тканині. В жирах при нагріванні, внаслідок гідролізу, накопичуються жирні кислоти, які в подальшому піддаються окисленню, що приводить до псування продукту.

Окислення жирів (або окисне прогоркнення) – це взаємодія кисню повітря і залишків жирних кислот: найбільш розповсюджений вид псування жирів і жировмісних продуктів під час зберігання. Особливо чутливі до дії кисню поліненасичені жирні кислоти. Тому жири, що містять їх велику кількість (риб'ячий жир, рослинні олії), при зберіганні в присутності повітря, на світлі і при підвищених температурах швидко окислюються, набуваючи неприємного смаку і запаху прогірклості. Для попередження цього жири зберігають в темному приміщенні, або у герметичному пакуванні (без доступу повітря), або додають до їх складу антиоксиданти.

Характер і ступінь змін жирів під час технологічних процесів залежать від впливу на них повітря і води, температури і тривалості нагріву, а також від присутності речовин, здатних вступати з жиром у хімічну взаємодію. Природний склад жирів може зазнавати суттєвих змін – від інактивації біологічно активних речовин, що містяться в них, до утворення токсичних сполук.

Так, при варінні жировмісної сировини жир плавиться, причому основна маса його збирається на поверхні води, і лише невелика частина емульгується. Наявність емульсованого жиру робить бульйон мутним, а взаємодія його з киплячою водою створює сприятливі умови для розщеплення. В цих умовах утворюються вільні жирні кислоти, які надають бульйону неприємний салічний присмак.

Як правило, процеси жаріння проводяться при температурах 160...190 °С. При більш високих температурах жири починають розкладатися і диміти. Цей процес пов'язаний з перетворенням вільних жирних кислот. Найбільш сильний руйнівний вплив оказує жаріння у фритюрі, тому що жир піддається тривалому

нагріванню при 160...190 °С, при цьому з продуктів в нього надходить вода з розчиненими в ній речовинами, а також часточки продукту, які, обуглюючись, забруднюють жир. В результаті він здобуває темний колір і через деякий час становиться гірким.

В цих умовах у жирі інтенсивно протікають гідролітичні, окислювальні процеси і полімеризація. Внаслідок полімеризації жиру підвищується його в'язкість. Каталітичну дію на окислювальні процеси оказує метал обладнання (чавун діє активніше, ніж нержавіюча сталь).

Окрім температури, на швидкість окислення жирів впливають зовнішнє світло та речовини, котрі відіграють роль каталізаторів (гемові пігменти, деякі метали та їх солі).

Процеси, що відбуваються при переробці і зберіганні жирів характеризуються так званими константами (числами): кислотне число, число омилення, ефірне, йодне і перекисне число. Визначення цих констант дозволяє технологу не тільки контролювати, а й регулювати перебіг виробничих процесів та їх вплив на якість продукції.

Кислотне число – це кількість міліграм їдкою калію, яке необхідне для нейтралізації вільних жирних кислот, що містяться у 1 грамі жиру. Воно характеризує глибину гідролітичних процесів і тому використовується як нормативний показник якості жирів у стандартах та технічних умовах.

При порушенні умов і термінів зберігання жирів кислотне число збільшується як внаслідок гідролітичних, так і окислювальних процесів, хоча не завжди є ознакою псування жирів. В залежності від виду, сорту і характеру обробки свіжовиготовлених жирів кислотне число може коливатися в певних межах (від 0,1 до 6...8 мг КОН/г).

Число омилення – це кількість міліграм їдкою калію, яке необхідне для омилення і подальшої нейтралізації вільних і зв'язаних жирних кислот, що містяться у 1 грамі жиру. Воно характеризує вміст як вільних, так і зв'язаних жирних кислот і залежить від їх молекулярної маси, від вмісту ліпідів, що не обмилюються, вмісту моно- і диацилгліцеринів та деяких інших факторів.

Разом із кислотним числом воно є показником окислювального псування жирів, що супроводжується накопиченням низькомолекулярних кислот.

Ефірне число – характеризує кількість складноєфірних зв'язків в молекулі жиру і визначається як різниця між числом омилення та кислотним числом. Воно також виражається кількістю міліграм КОН, необхідних для нейтралізації зв'язаних жирних кислот у 1 грамі жиру. В процесі зберігання жирів ефірне число поступово знижується.

Йодне число (коефіцієнт ненасиченості) – це кількість грамів йоду, яке необхідне для повного насичення жирних кислот у 100 грамах жиру. Воно характеризує ступінь ненасиченості жиру і залежить від вмісту ненасичених кислот. Опосередковано воно може свідчити про присутність в складі жиру або продукту рослинних олій, тому його часто визначають при підозрі домішок олії в складі вершкового масла.

Найбільш характерним показником окисного псування жирів є **перекісне число** – кількість грамів йоду, що виділяється перекісними сполуками зі 100 грамів жиру. Воно послуговує кількісним показником присутності у жирах первинних продуктів окислення – перекисів та гідроперекисів, які утворюються на початкових стадіях окислення, коли органолептичні ознаки псування жирів ще не виявляються.

Первинні продукти окислення є нестабільними речовинами і швидко руйнуються з утворенням низькомолекулярних насичених і ненасичених альдегідів, кетонів і кислот (карбонільні сполуки). Ці, так звані, вторинні продукти окислення жирів мають чітко виражений смак і запах прогірклості, а крім того є токсичними для організму людини. По зростанню перекісного числа можна робити висновки про ступінь свіжості та початок псування жиру ще задовго до появи органолептичних ознак.

При значенні перекісного числа до 0,06 г I_2 /100 г – жир вважається свіжим, 0,06...0,1 – сумнівної свіжості, більше 0,1 – несвіжий.

Аналіз ліпідів у харчовій сировині і продуктах проводять за традиційною класичною схемою: спочатку з висушеної наважки екстрагують всю суміш ліпідів („сирий» жир), а потім її

фракціонують і визначають груповий та видовий склад ліпідів, а насамкінець в окремих фракціях визначають кількісний вміст.

До складу «сирого» жиру входять як ацилгліцерини (моно-, ди- і триацилгліцерини), так і супутні їм речовини, що вилучаються даними розчинниками, або їх сумішшю. Це вільні ВЖК і спирти, фосфоліпіди, стерини і стериди, жиророзчинні барвники і вітаміни, воски, вищі гомологи вуглеводнів та інші.

Для забезпечення повноти вилучення «сирого» жиру проводять вичерпну екстракції – багаторазову обробку однієї і тієї ж наважки розчинником із наступним поєднанням екстрактів. Однак це не завжди гарантує ефективність екстракції, оскільки вона значною мірою залежить від хімічної природи складових ліпідної суміші, від характеру і міцності комплексів, які утворюють ліпіди з іншими компонентами сировини: білками, вуглеводами, органічними кислотами тощо.

Як вказувалось вище у цьому розділі, ліпіди, за здатністю до комплексоутворення умовно поділяють на «вільні», «зв'язані» та «міцнозв'язані». При екстрагуванні наважки звичайними неполярними органічними розчинниками (бензином, бензолом, діетиловим ефіром, гексаном) із неї вилучаються лише «вільні» ліпіди, а ті що входять до складу комплексів не вилучаються. «Зв'язані» ліпіди найчастіше представлені їх комплексами з білками та вуглеводами, які відносно легко руйнуються полярними розчинниками (метанолом або етанолом). Тому при екстрагуванні наважки сумішшю неполярних розчинників зі спиртами вилучаються як «вільні», так і «зв'язані» ліпіди („загальний», «сирий» жир).

Щоб виокремити «зв'язані» ліпіди наважку спочатку екстрагують неполярними розчинниками для видалення «вільних» жирів, обробляють її киплячим етанолом для руйнування білкових і вуглеводних комплексів, а вже потім шляхом вичерпної екстракції вилучають та аналізують «зв'язані» ліпіди. «Міцнозв'язані» ліпіди вилучають після спеціальної попередньої обробки знежиреної наважки лугами або мінеральними кислотами.

Для визначення вмісту «загальних» жирів їх екстрагують найчастіше сумішшю Фолча (2 об'ємних частини хлороформу : 1 частина метанолу), або за методом Блайя-Дайера (наважка послідовно обробляється сумішами етанол-хлороформ-вода різного співвідношення).

Вміст «вільних» жирів, як правило, визначають за методом Сокслета (вичерпна екстракція гексаном, бензолом, діетиловим ефіром та іншими неполярними розчинниками). Для проведення групового та видового аналізу ліпідів найчастіше використовують хроматографічні методи: тонкошарову, паперову, рідинну, газорідинну та інші.

Кількісний вміст ліпідів, зазвичай, визначають гравіметричним методом після видалення розчинників.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Будова, біологічна роль та функціональні властивості харчових ліпідів.
2. Класифікація та характеристика основних груп ліпідів.
3. Процеси засвоєння та обміну ліпідів в організмі людини.
4. Харчова та біологічна цінність ліпідів рослинного та тваринного походження; насичені та ненасичені жирні кислоти, ω -3 та ω -6 есенціальні поліненасичені кислоти.
5. Джерела отримання, технологічні властивості та використання триацилгліцеринів у виробництві продуктів харчування.
6. Фосфоліпіди і фосфопротеїди: класифікація, будова, властивості, застосування в харчових технологіях.
7. Стерини, стериди і стероїди: класифікація, будова, властивості, застосування в харчових технологіях.
8. Гліко- та сфінголіпіди: класифікація, будова, властивості, застосування в харчових технологіях.
9. Перетворення ліпідів харчової сировини під час технологічного процесу.
10. Фізико-хімічні константи (числа) жирів та методи їх визначення.
11. Способи виділення, очищення та стабілізації ліпідів.
12. Природні та синтетичні антиоксиданти, їх характеристика.

Тема 7. ВОДА, МІНЕРАЛЬНІ ТА ІНШІ НЕАЛІМЕНТАРНІ РЕЧОВИНИ ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИРОВИНИ І ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Термінологічний словник

- 1. Активність води** – відношення тиску водяної пари над продуктом до тиску насиченої водяної пари над чистою водою при однаковій температурі.
- 2. Антиаліментарні речовини** – речовини, що входять до складу сировини і продуктів та вибірково заважають засвоєнню окремих харчових (аліментарних) речовин.
- 3. Біогенні (есенціальні, життєво необхідні) мікроелементи** – елементи, відсутність яких в організмі викликає порушення важливих життєвих функцій (зараз такими визнаються: Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Se, Sn, Mo, Ni, Si, V, Cr, F і J).
- 4. Біомікроелементи** – мікроелементи, які засвоюються мікроорганізмами з живильного середовища і знаходяться у біотрансформованому (нетоксичному) стані.
- 5. Вода «вільна»** – вода харчової сировини і продуктів, яка не зв'язана з іншими компонентами і доступна для перебігу біохімічних, хімічних та мікробіологічних процесів.
- 6. Вода «зв'язана»** – вода сировини і продуктів, яка асоційована з іншими компонентами (низько- та високомолекулярними) і утримується ними із різною міцністю, в залежності від форми зв'язку.
- 7. Хімічно зв'язана вода (органічно зв'язана)** – найбільш міцно зв'язана вода, яка входить до складу кристалогідратів або утримується у порожнинах та шпаринах макромолекул.
- 8. Адсорбційно зв'язана вода (ближча вода, вода мономолекулярного шару)** – вода, яка утворює перший, найбільш міцно зв'язаний шар молекул води навколо іонізованих або полярних груп неводних компонентів сировини і продуктів.
- 9. Осмотично зв'язана вода (мультишарова вода, вода макромолекулярної матриці)** – вода, яка утворює наступні за мономолекулярним шаром шари молекул води навколо іонізованих і полярних груп неводних компонентів, а також вода, що захоплена трьохмірними структурами полімерів у клітинах або гелях.

- 10. Капілярно зв'язана вода (мікрокапілярна вода)** – вода, що утримується у мікрокапілярах (10^{-7} м).
- 11. Гідратація (зв'язування води)** – асоціація молекул води із гідрофільними компонентами сировини і продуктів, що супроводжується зменшенням об'єму та зміною властивостей води.
- 12. Гомеостаз** – відносна сталість основних параметрів внутрішнього середовища організму людини, що забезпечується регуляцією основних біологічних процесів.
- 13. Дубильні речовини** – група полімерних фенольних речовин, що є похідними галлових (оксibenзойних) кислот, надають продуктам характерного в'язучого смаку.
- 14. Ізотерми сорбції і десорбції** – криві на графіку, що ілюструють залежність між вмістом вологи у продукті та активністю води при постійній температурі.
- 15. Інгібітори травних ферментів** – речовини білкової природи, що входять до складу сировини і продуктів і блокують (знижують) активність ферментів шлунково-кишкового тракту (трипсину, хімотрипсину, амілазу).
- 16. Меланіни** – група природних барвних речовин, що надають темне забарвлення плодовим оболонкам насіння (гречки, соняшника, кавуна тощо).
- 17. Мінеральні речовини** – це незамінні фактори харчування, що включають макро- та мікроелементи, які необхідні для життєдіяльності любого живого організму.
- 18. Макроелементи** – елементи, що містяться в організмі та продуктах харчування у кількостях понад 10^{-2} %.
- 19. Мікроелементи** – елементи, що містяться в організмі та продуктах харчування у кількостях від 10^{-2} до 10^{-5} %.
- 20. Ультрамикроелементи** – елементи, що містяться в організмі та продуктах харчування у кількостях менше ніж 10^{-5} %.
- 21. Микроелементози** – патологічні стани або специфічні захворювання, що обумовлені нестачею або надлишком деяких мікроелементів в організмі людини.
- 22. Неаліментарні речовини** – речовини, що входять до складу сировини і продуктів, відіграють важливу роль в організмі, але не мають харчового значення (не є джерелом енергії та пластичних сполук для організму людини).

23. Харчові волокна – група високомолекулярних сполук, що мають ниткоподібну структуру макромолекул, які не засвоюються організмом людини, але виконують важливі фізіологічні функції.

Методичні поради до вивчення теми

Дана тема не виявляє складності для засвоєння за своїм змістом, але вона велика за обсягом матеріалу, тому що в ній розглядається відразу декілька груп речовин, що не мають харчового значення, проте вони активно впливають на перебіг фізіологічних і технологічних процесів. Крім того групи мінеральних і неаліментарних речовин багаточисельні, включають десятки речовин та елементів, які виявляють різноманітний вплив на організм, а тому цей матеріал важко систематизується і запам'ятовується. Це треба враховувати при вивченні теми, наполегливо, декілька разів переглянути її матеріал і ретельно розібратися у закономірностях поведінки кожної групи і виду речовин.

При вивченні розділу «Вода харчових продуктів» важливо засвоїти роль води у формуванні структури сировини і продуктів, теплофізичних властивостей, стійкості при зберіганні та у регуляції біохімічних і мікробіологічних процесів. Це, в першу чергу, залежить від складу неводних компонентів, їх структури, ступеню гідрофільності, від форми та міцності зв'язку молекул води з цими компонентами. Доречи, існує декілька класифікацій форм зв'язку води. Найбільш поширеною у вітчизняній літературі є класифікація акад. П.О. Ребіндера.

Для розуміння впливу води на перебіг біохімічних і мікробіологічних процесів необхідно уважно розібратися з поняттям «активність води». Аналогічно, як для характеристики кислотності середовища, крім загального вмісту кислот вводиться поняття активної кислотності (рН), так і для характеристики поведінки води крім її вмісту дається поняття «активність води», яка показує ступінь рухливості (свободи) молекул води в продукті у порівнянні з чистою водою.

В розділі «Мінеральні речовини» потрібно звернути увагу не тільки на джерела отримання організмом тих чи інших елементів, їх біологічну роль, а й на фактори, що обмежують засвоєння та

асиміляцію цих нутриєнтів, на вплив технологічних факторів щодо біодоступності елементів.

Органічні кислоти в даному посібнику також віднесені до неаліментарних речовин, хоча вони мають певну енергетичну цінність. Але, враховуючи обмежений вміст у продуктах, більш вагомую є їхня роль у формуванні не поживних, а смако-ароматичних властивостей та рН середовища. Вивчаючи їх, треба звернути увагу на роль рН у стабілізації структури ВМС, на стійкість мікрофлори до впливу технологічних факторів при різних рН тощо.

Надзвичайно важливою є роль «харчових волокон» (ХВ) у структурі та функціональних властивостях сировини і продуктів. Найбільш поширена частина ХВ – ХВ білкової та вуглеводної природи були розглянуті в темах 3-5. В даній темі, головним чином, акцентується увага на їх біологічних та функціональних властивостях, на порівняльних характеристиках ХВ з різних джерел надходження, методах виділення та шляхах використання у харчових технологіях.

Групи барвних та ароматичних речовин налічують велику кількість підгруп та видів. За хімічною природою ці сполуки відносяться до різних хімічних класів, а тому мають різну будову, властивості, різний вплив на організм, від позитивного до негативного, мають різну стійкість до технологічних факторів, суттєво впливають на формування споживчих характеристик готового продукту і часто є індикаторами його якості, а тому, природно, потребують належної уваги з боку інженерів-технологів харчових виробництв.

Антиаліментарні речовини, хоча й менш чисельна група у порівнянні з попередніми, але ж дуже різноманітна за характером дії. До неї відносяться антивітаміни, інгібітори ферментів (антиферменти), речовини, що блокують засвоєння мінеральних елементів (демінералізатори). Антиаліментарну дію, в певних умовах, крім розглянутих у розділі, можуть виявляти і деякі амінокислоти, білки, редукуючи цукри, ферменти, ПНЖК, харчові волокна, органічні кислоти, алкалоїди, дубильні речовини, біофлавоноїди та інші.

Розглядаючи цю тему важливо з'ясувати умови, при яких виявляються антиаліментарні властивості тих чи інших речовин, які

фактори цьому сприяють, яким чином можна запобігти прояву таких властивостей.

І на завершення вивчення цієї теми слід розібратися з методами виявлення та кількісного визначення в сировині і продуктах води, мінеральних та неаліментарних речовин.

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Вода є самою розповсюдженою сполукою в живих організмах: вона складає основну масу тіла людини, тварин, рослин і мікроорганізмів. В організмі дорослої людини її вміст складає 55...65 %, щоденна потреба у воді досягає 2...2,5 л. І хоча вона не має харчової цінності, вода є життєво необхідною як учасник багатьох біохімічних процесів, як розчинник і дисперсійне середовище, як переносник нутрієнтів і продуктів їх метаболізму, як стабілізатор температури тіла і конформації біополімерів.

Володіючи здатністю взаємодії із майже всіма компонентами живої клітини (білками, вуглеводами, ліпідами, кислотами, солями) вода обумовлює транспорт речовин через мембрани, структуру, властивості і функції клітин і тканин організму. Через це втрата більш 10 % води є смертельно небезпечною для людини.

Вода є важливою складовою продовольчої сировини і продуктів, де її вміст коливається від частин до десятків відсотків (цукор, олія – 0,1; жири топлені – 0,3; чай, кава – 7...9; крупи, борошно – 12...14; сири тверді – 39...41; м'ясо, риба – 50...75; овочі, плоди свіжі – 80...92; молоко – 88...90; оцет – 97 %. Саме вміст і стан води, багато в чому, обумовлює властивості харчових продуктів під час їх виробництва і подальшого зберігання. На регулюванні вмісту і стану води засновано низку традиційних методів консервування: висушування, в'ялення, соління, заморожування, зацукрювання тощо.

Вода – унікальна природна сполука, яка значно відрізняється від більшості інших рідин своїми властивостями. Вона володіє високими температурами плавлення, кипіння, випару і більшим поверхневим натягом. В рідкому стані вода представляє собою своєрідний полімер, який утворює просторову «сітку» з 20...74 молекул, що з'єднані між собою за допомогою водневого зв'язку (внаслідок їх дипольного характеру). Кожна молекула утворює по

чотири водневих зв'язка, які мають достатню міцність (біля 25 кДж/моль), тому така «сітка» має стабільну структуру і саме цим пояснюються її унікальні властивості.

Так, при нагріванні від 0 до 4 °С її об'єм не збільшується, а зменшується, і максимальної щільності вона досягає при 3,98 °С. При замерзанні об'єм води збільшується, а не зменшується, як об'єми всіх інших тіл. Об'єм льоду на 9 % більше об'єму води, із якої він утворився. Щільність льоду 0,92 г/см³, він легше води. Температура замерзання води знижується при збільшенні тиску. Крім того, вода відрізняється високою діелектричною постійною. При 0 °С діелектрична постійна дорівнює 88,3, а при 18 °С – 81,0. Після ртуті вода володіє самим великим поверхневим натягом. Вона відрізняється високою ступінню змочування, здатна підніматися високо вгору по тонких капілярах і прилипати до поверхонь багатьох тіл, є універсальним розчинником дуже багатьох речовин, володіє надмірно великою питомою теплоємністю.

Організми тварин і рослин здійснюють свої функції тільки при достатньому вмісті води в тканинах. Плоди й овочі при втраті води в кількості 5...7 % в'януть і втрачають свіжість. Втрата води тваринами в межах 15...20 % приводить до їхньої загибелі. Вода бере участь у багатьох біохімічних реакціях при житті організму й у біохімічних посмертних змінах. Вона необхідна для хімічних і колоїдних процесів, що протікають у тваринних і рослинних тканинах під час їхньої переробки.

За властивостями і станом у складі продуктів воду умовно поділяють на вільну і зв'язану. Обидва різновиди існують в декількох формах, чітку межу між якими важко провести. Так вільну воду поділяють на вільну і воду у макромолекулярній матриці.

Вільна вода служить розчинником і середовищем для хімічних, фізико-хімічних та мікробіологічних процесів, кипить при температурі 100 °С, а замерзає при 0 °С. Вона знаходиться на поверхні продуктів (вода змочування), у міжклітинниках та макрокапілярах ($d > 0,1 \mu\text{m}$), легко видаляється з продукту пресуванням, висушуванням або центрифугуванням та ін.. Її вміст у продуктах з високою вологістю складає 95-96 %. Вода у макромолекулярній матриці (її ще називають іммобілізаційною)

відрізняється тим, що має обмежену рухливість (оскільки включена у матрицю гелю, клітини або тканини), важче видаляється висушуванням і майже не видаляється пресуванням. Всі інші властивості у неї такі ж, як у вільної. Вона є необхідним компонентом для забезпечення життєдіяльності всіх біологічних організмів. Добова потреба людини у воді майже на 90 % задовольняється за рахунок харчових продуктів: рідких і твердих, а на 10 % – за рахунок води, що утворюються в організмі при окислюванні жирів, білків і вуглеводів (біля 0,4 л).

Вміст води в харчових продуктах відіграє важливу роль при формуванні і збереженні їхньої якості. Так, вода впливає на консистенцію продуктів, на стан поверхні і внутрішню текстуру ряду продуктів. Багато процесів, що відбуваються при зберіганні, протікають за участю води. Серед них найважливішими є випаровування води, гідролітичні і мікробіологічні процеси.

Велике значення для властивостей харчових продуктів має не тільки загальна кількість води, але і співвідношення вільної і зв'язаної, яке характеризується показником «активність води» (a_w). Активність води – це відношення тиску парів води над продуктом до тиску парів над чистою водою при одній і тій же температурі. Цей показник означає ступінь «вільності» води (її доступність) для фізичних, хімічних, фізико-хімічних і мікробіологічних процесів. Активність води збільшується зі зростанням вмісту вільної води. Чим нижче активність води в харчових продуктах, тим краще вони зберігаються.

За величиною a_w виділяють: продукти із високою вологістю (соковиті, рідкі), у яких a_w складає 0,9...1,0, проміжною вологістю $a_w = 0,6...0,9$ і продукти з низькою вологістю (сухі) $a_w = 0...0,6$. Величина a_w має виключне значення для розвитку мікроорганізмів. Так, більшість бактерій не можуть розвиватися у середовищі з $a_w \leq 0,9$; дріжджі, плісняви і деякі бактерії з $a_w \leq 0,6$. При $a_w < 0,6$ мікроорганізми не розвиваються, тому сухі продукти є стійкими до мікробіального псування.

Незначна частина загальної кількості води (від 1...5 % до 10...15%) знаходиться у асоційованому стані з неводними компонентами продуктів (булками, вуглеводами, ліпідами, іонами солей). Це – зв'язана вода. На відміну від вільної, вона не може бути розчинником, не слугує середовищем для біохімічних і мікробіологічних процесів, не може бути ніяким чином видалена з

продукту, не замерзає при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче, не має свободи руху, а переміщується разом із асоційованою макромолекулою неводного компоненту, тобто вона є складовою частиною макромолекули. Існує декілька підходів до класифікації форм зв'язку води, а тому вони мають різні назви.

Найбільш міцно зв'язаною є вода, що утворює хімічні або кристалічні зв'язки з неводним компонентом. Це хімічно зв'язана, або органічно зв'язана вода. Її ще називають кристалізаційною водою. Вона складає менше 0,1 % від загальної кількості води продукту.

Другою, за міцністю зв'язку, є вода що утворює перший мономолекулярний шар на поверхні макромолекули, або навколо іону чи полярної групи. Це вода мономолекулярного шару (вода моношару). До неї відносять адсорбційно-зв'язану і гідратаційно-зв'язану воду моношару, а також воду у мікрокапілярах ($d < 0,1\text{ }\mu\text{m}$). Вона також не видаляється з продуктів звичайними способами, не є розчинником, середовищем хімічних, біохімічних і мікробіологічних процесів, не має молекулярної рухливості, не замерзає при $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Її вміст складає від 0,1 до 1,0 % загальної вологи продукту. Насіння рослин і спори мікроорганізмів переносять низькі температури, тому що вода в них гідратаційна, не утворює кристалів льоду, здатних зашкодити клітинам тканин.

Вода, що примикає до моношару, тобто утворює другий і наступні шари на поверхні або навколо іонів і груп неводного компоненту називається мультишаровою (вода мультишару), або адсорбційною, або осмотичною (вода набрякання). Ця вода має зменшену молекулярну рухливість у порівнянні з вільною, є поганим розчинником, замерзає при понижених температурах (від мінус 20 до мінус $40\text{ }^{\circ}\text{C}$), вилучається з матеріалу випарюванням, десорбцією (адсорбційна) або внаслідок різниці концентрацій (осмотична). Адсорбційна волога властива звичайно структурам коагуляційного типу, хоча може існувати і в структурах інших типів. Осмотична волога викликає набрякання продукту і властива нативним і дисперсним клітинним структурам.

Вода набрякання знаходиться у мікропорожнинах, утворених мембранами клітин, фібрилярними білками та іншими волокнистими структурами. Вона утримується осмотичними силами. Осмотична волога знаходиться в соку клітин, обумовлюючи їх тургор, роблячи вплив на пластичні властивості

тваринних тканин. Волога набрякання зв'язана із сухими речовинами продукту неміцно, а тому видаляється під час сушіння. По суті вона є водою у макромолекулярній матриці, яка виявляє певні взаємодії із макромолекулою, а не є пасивним змістом, захопленим просторовою сіткою. Вміст води мультишару складає від 1 до 5 %.

Як вже зазначалось вище, між вільною і зв'язаною водою продуктів не спостерігається різкої межі. Молекули води полярні, тому найбільше міцно зв'язані ті молекули води, що утворюють моношар, орієнтований в залежності від знаку і величини заряду колоїдної частки або функціональної групи. Молекули, розташовані ближче до міцели, міцніше утримуються електростатичними силами притягання. Чим далі молекули води від колоїдної частки, тим слабкіше зв'язок. Молекули води крайнього шару є найменш зв'язаними з міцелами і можуть обмінюватися з молекулами вільної води.

У рослинній і тваринній тканинах переважає вільна вода. Так, у м'язах тварин і риб основна частина води зв'язана з гідрофільними білками за рахунок осмотичних (45...55 %), капілярних (40...45 %) сил, води змочування (0,8...2,5 %), а на долю зв'язаної води приходится тільки 6,5...7,5 %. У свіжих плодах і овочах знаходиться до 95 % вільної води. Тому ці продукти сушать до вмісту залишкової вологості 8...20 %, поки вільна вода з них легко видаляється.

Вода в харчових продуктах при переробці і зберіганні може переходити з вільної у зв'язану, і навпаки, що викликає зміну властивостей продуктів. Наприклад, при замішуванні тіста вода зв'язується з крохмалем, геміцелюлозами і білками борошна переходячи із вільної до води змочування, потім набрякання, макрокапілярної та адсорбційної. Під час випічки хліба відбувається подальше перетворення вільної води в адсорбційно зв'язану з колоїдними частками білків, крохмалю й інших речовин, а також зростає кількість осмотично утримуваної вологи.

При зберіганні хліба відбувається його черствіння (руйнація колоїдних структур), внаслідок чого вода поступово вивільняється з цих структур і знову стає вільною. Аналогічно, при виробництві соків із плодів, ягід, овочів міняються форми зв'язку води в порівнянні з вихідною сировиною. При відмочанні карамелі,

зефіру, мармеладу, при відтаванні замороженого м'яса і картоплі також спостерігається перехід частини зв'язаної води у вільну.

Вологість продуктів – це виражене у відсотках відношення вільної й адсорбційно-зв'язаної води до їхньої первісної маси. Вона завжди є динамічно рівноважною, оскільки обумовлюється, з одного боку, вологістю і температурою оточуючого середовища, а, з другого, динамічними змінами у формах зв'язку води з неводними компонентами продуктів.

Для визначення вмісту вологи в продуктах використовують кілька методів. Їх поділяють на прямі і опосередковані. До прямих відносяться: метод відгонки і метод титрування за К. Фішером. Найбільш часто застосовуються опосередковані методи: висушування наважки продукту при температурах 105 °С (висушування до постійної маси), 130 °С (прискорений метод), або 160 °С (експрес-метод). По різниці між початковою масою наважки і масою зневодненого залишку розраховують масову частку вологи в даному продукті. Менш поширеними опосередкованими методами є метод скануючої диференціальної калориметрії, термогравіметричний, діелектричний, метод ядерно-магнітного резонансу та інші.

Підвищена вологість харчових продуктів, що містять вуглеводи, азотисті речовини і жири, утворює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, тому такі продукти є швидкопсувними і вимагають особливих умов зберігання та реалізації. Це відноситься, в першу чергу, до м'яса, риби, молока, свіжих плодів і овочів, що містять 70...95 % води. М'ясо і риба легко уражаються гнилісними бактеріями, плоди і овочі пліснявими грибами.

Продукти, що містять незначну кількість води, або активність води в яких знижена добавками водоутримуючих речовин (солі, цукру, спирту харчових волокон тощо) є більш стійкими до зберігання. Так, борошно, крохмаль, сушені плоди і овочі, засолені, заспиртовані або зацукрені продукти зберігаються при нормальних умовах протягом тривалого часу, якщо вміст води в них не перевищує норми.

Мінеральними (або зольними) називають речовини, що складають залишок (зола) після спалювання і прожарювання зневодненої наважки продукту. Це незамінні фактори харчування,

оскільки вони не синтезуються в організмі і повинні обов'язково надходити з їжею. З 92 природних елементів в організмі людини постійно присутні біля 50. Залежність функціонування організму від наявності 26 з них науково доведена.

Життєво необхідними (біогенними) вважаються 15 елементів: К, Са, Р, Na, Cl, Mg, S, Fe, Co, Cu, Zn, Mn, J, Br, F. Умовно (вірогідно) необхідними, обов'язковість потреби яких ще повністю не доведена, вважаються Al, Sr, Mo, Se, Si, V та деякі інші.

Біологічна роль мінеральних речовин в організмі людини надзвичайно різноманітна. Вони є обов'язковим компонентом протоплазми кожної клітини і усіх біологічних рідин, входять до складу ферментів, вітамінів, гормонів, або впливають на їхню активність. Вони підтримують колоїдний стан білків, забезпечують постійність осмотичного тиску і реакції середовища у клітинах і тканинах організму, беруть активну участь у регулюванні обміну речовин, передачі нервових імпульсів, згортанні крові та інших фізіологічних процесах. Як пластичний матеріал, мінеральні речовини беруть участь у побудові кісткової, хрящової і зубної тканин.

Крім цих загальних функцій, кожен з елементів має свої специфічні. Треба зауважити, що функції мінеральних речовин в організмі надзвичайно тісно пов'язані, переплетені, взаємообумовлені. В одних випадках вони можуть виступати синергістами, а у інших – антагоністами.

В залежності від кількості, в який вони знаходяться в організмі і продуктах харчування їх умовно поділяють на три групи:

- макроелементи, якщо їх вміст перевищує 10^{-2} %. Таких елементів є 7: К, Са, Р, Na, Cl, Mg, S. Їх вміст в організмі може сягати сотні грамів;
- мікроелементи, якщо їх вміст складає 10^{-3} ... 10^{-5} %. До них відносять Fe, Co, Cu, Zn, Mn, J, Br, F, Al, Sr, Mo, Se, Si, V та інші;
- ультрамикроелементи, якщо їх вміст складає менше 10^{-5} %. До них відносять решту елементів: В, As, Li, Rb, Ti, Ag, Au, Hg, Pt тощо.

Са, К, Р, Na, Cl, Mg, Si, Mn, Mo, В – необхідні для утворення зубів, кісток, хрящів і тканин внутрішніх органів людини, регулюють енергетичний та основний обмін речовин у клітинах, тканинах і органах. Са, Mg, S, Co, Cu, Zn, Mn, Cr, Mo, J, Se, Si – є

структурними елементами вітамінів, ферментів, гормонів та інших біологічно активних речовин організму, завдяки чому регулюють водно-сольовий обмін, кислотно-лужний баланс, беруть участь у кровотворенні, сприяють функціонуванню нервовій, серцево-судинній та м'язовій систем, підсилюють захисні функції організму.

Ca, K, Na, Mg зсувають кислотно-лужну рівновагу в організмі у лужний бік, а P, S і Cl викликають протилежну дію, оскільки є кислотоутворюючими елементами.

Кальцій (Ca) є основним складовим елементом кісток, хрящів і зубів, біологічних рідин, формує структуру клітинних мембран, тим самим регулює їх проникність, бере участь у процесі м'язового скорочення, згортання крові, передачі нервових імпульсів, контролює активність низки ферментів.

Його добова потреба складає 0,8...1,0 г. Звичайний раціон, що включає молочні, м'ясні, круп'яні та овочеві продукти, містить достатню кількість кальцію. Але він є найбільш важко засвоюваним елементом. У лужному середовищі кишечника він утворює нерозчинні у воді солі, більша частина яких проходить транзитом через ШКТ і виводиться з організму. Вважається, що засвоюваність Ca з рослинних джерел не перевищує 10...15 %, а з тваринних – 40 %.

Засвоєння Ca регулюється гормонами парашитовидних залоз і наднирок. Крім того, ступінь асиміляції цього елемента залежить від вмісту жирів і білків у раціоні, від співвідношення кальцію з магнієм, фосфором і калієм, від секреції жовчних кислот та інших факторів. Оптимальним співвідношенням Ca : P : Mg : жир вважається 1 : 1,5 : 0,5 : 12...25. Найбільш наближеним до такого співвідношення є комбінація цих факторів у молочних продуктах (молоко, сир, тверді сири), м'ясних (м'ясо, субпродукти, ковбаси), рибних, плодово-овочевих.

Незабезпеченість організму кальцієм призводить до затримки розвитку кістяка у дітей, розм'якшення і руйнації кісток у людей похилого віку (остеопороз), гальмування нервового збудження та виникнення судом, підвищення рівня холестерину у крові, розвитку атеросклерозу та гіпертензії. Тривалий надлишок спричиняє сечокам'яну хворобу.

Калій (К) регулює скорочення серцевого м'язу та його збудливість, відіграє важливу роль у метаболізмі клітини. Разом з натрієм утворює, так званий, «калієво-натрієвий насос», що регулює внутрішньоклітинний осмотичний тиск та водний обмін, сприяє виведенню з організму надлишку води і натрію. Відіграє важливу роль у створенні буферних систем, забезпечуючи кислотно-лужний баланс, бере участь в утворенні основного нейромедіатора – ацетилхоліну та передачі нервових імпульсів, активує низку ферментів і гормонів.

Добова потреба К досягає 3...5 г, в залежності від стану організму. Вона цілком забезпечується звичайним раціоном. Калій легко засвоюється. Головним його постачальником є картопля та інші овочі, зернові і м'ясні продукти. Найбільш багаті калієм сушені абрикоси (курага, урюк, кайса) і вишні, родзинки, чорнослив. Дефіцит К негативно впливає на функцію нервової та серцево-судинної систем.

Фосфор (Р) разом з кальцієм формує кістяк. На ці потреби витрачається 80...90 % всього засвоєного елемента, решта бере участь у обмінних процесах. Він регулює білково-жировий, енергетичний обмін і трансмембранний транспорт речовин (у складі аденозін- та креатинфосфатів, фосфатидів та фосфопротеїдів), кислотно-лужний баланс (фосфати), бере участь в кодуванні, збереженні та передачі генетичної інформації (РНК і ДНК), у вигляді залишків фосфорної кислоти він входить до складу багатьох ферментів та біологічно активних речовин.

Добова потреба у фосфорі складає 1...1,2 г. Фосфор швидко і відносно легко засвоюється із молочних, рибних та м'ясних продуктів. З рослинних продуктів (бобові, зернові, овочі) його засвоєнню заважає фітинова кислота та її солі – фітати через утворення нерозчинних комплексів. При дефіциті фосфору він мобілізується із кістяка (остеопороз), а тривалий надлишок призводить до відкладання фосфорних солей у сечовивідних шляхах і порушує засвоєння кальцію (кальціноз).

Натрій (Na) у сукупності з іншими макроелементами (К, Сl, Р) є відповідальним за водно-сольовий обмін, сталість осмотичного тиску в біологічних рідинах, за гідратацію і набрякання міжклітинних колоїдних систем. Дві третини запасів натрію в організмі знаходяться у вигляді іонів у міжклітинних рідинах.

Чітко врегульовані зміни концентрацій Na і K обумовлюють циркуляцію рідини між клітинами і міжклітинними рідинами (K-Na – насос). Важлива роль натрію в активації травних ферментів, регуляції функціонування нервової та м'язової систем.

Na легко і майже повністю всмоктується у кишечнику. Основним його джерелом є кухонна сіль. Добова потреба – 4...5 г, що відповідає 10...15 г солі, хоча ця потреба цілком може бути задоволена тією кількістю Na, що міститься у повсякденному раціоні людини. Тривале споживання надлишкової кількості солі спричиняє звикання до неї, але загрожує затримкою води в організмі, підвищенням артеріального тиску (гіпертензія), провокує запальні процеси.

Хлор (Cl) одночасно з K, Na, P регулює осмотичний тиск, водно-сольовий обмін, кислотно-лужний баланс, сталість рН крові. Як один з найактивніших елементів, Cl приймає активну участь у процесах синтезу, переносу і трансформації біогенних груп і речовин в організмі, активує ряд ферментів.

Але найбільш важлива його роль у процесах травлення, оскільки без нього не можливий синтез соляної кислоти, активація пепсиногену і нормальне функціонування ШКТ. При порушеннях його обміну відбувається зниження секреції шлункового соку, набряк м'язів, утворення піску і камінців у нирках, аритмія та інші розлади серцевої діяльності. Добова потреба і джерела її покриття ті ж самі, що й для Na. У вигляді сполучень з натрієм, калієм і магнієм він переважає в тих продуктах, до складу яких входять ці елементи. При надлишку він швидко виводиться із потом і сечею.

Магній (Mg) разом із Ca і P формує кістяк і тканини зубів, де його зосереджено більше 70 %. Решта, у вигляді органічних сполук (близько 300 ферментів), бере активну участь у всіх видах обміну речовин в організмі: білковому, вуглеводному, холестериновому, енергетичному, фосфорно-кальцієвому та інших, сприяє засвоєнню Ca і K. Важливим є його вплив на центральну нервову та серцево-судинну системи.

Дефіцит магнію характеризується дратівливістю, судомами м'язів, порушеннями травлення і серцевої діяльності, затримкою росту, випадінням волосся, метеочутливістю, безсонням тощо. Хоча його засвоюваність з продуктів харчування не перевищує 40

%, аліментарна недостатність Mg майже не зустрічається, тому що він дуже поширений у природі.

В складі хлорофілу він міститься у всіх зелених рослинах. Біля половини добової потреби, яка дорівнює приблизно 0,4 г, поступає в організм із водою (особливо мінеральною), хлібом та іншими продуктами переробки зерна. Особливо багаті магнієм горіхи, морська капуста, морська риба, кавуни, вівсяна крупа та бобові. Засвоєння Mg відбувається за участю жовчних кислот і порушується при одночасному надлишку у раціоні жирів і Ca, оскільки вони є конкурентами за жовчні кислоти.

Сірка (S) дуже важлива для організму вже через те, що входить до складу незамінних АК (метіонін + цистин), гормонів (інсулін) і вітамінів (В₁, Н, S-метилметионін, ліпоева кислота), жовчних кислот, глутатіону, гепарину, ацетилкоензіму А тощо. Перелік тільки цих речовин достатній для ілюстрації її ролі у фізіологічних процесах організму. Вона є активним учасником формування і стабілізації просторової структури білків і пептидів, енергетичного обміну у клітинах і тканинах, виявляє антиоксидантні властивості.

Добова потреба сірки орієнтовно складає біля 1 г (рекомендовані норми в літературних джерелах коливаються від 0,4 до 5 г). Основними постачальниками сірки є продукти тваринного походження, багаті на білки: яєчні, м'ясні, молочні, рибні. З рослинних джерел заслуговують на увагу бобові та зернові культури, тому потреби організму в цьому елементі цілком задовольняються звичайним раціоном.

Мікроелементи, хоча й у малих дозах, також необхідні організмові людини. Вони активізують різні ферментативні процеси, впливають на тканинне дихання, внутрішньоклітинний обмін речовин, процеси кровотворення, росту, розмноження та ін.

Так, залізо є складовою частиною гемоглобіну крові, міоглобіну м'язів і ферментів оксидаз, через що бере участь у транспорті та забезпеченні тканин і органів киснем. Має здатність до накопичення «про запас». Головними депо заліза є печінка і селезінка. Залізом багаті м'ясо і, особливо, субпродукти (селезінка, печінка, нирки), яйця, вівсяна і гречана крупи, горох, персики, айва, горіхи.

Кремній входить до складу мукополісахаридів, тому його вміст у шкірі, нігтях, хрящах і зв'язках тіла людини, слизу досягає

близько 0,01 %. Він разом із Са, Р, Mg і мікроелементами формує кістяк, але не залежить від обміну вітаміну D. Крім того, він благотворно діє на роботу серця, стан зубів, волосся, шкіри і нігтів. У рослинних продуктах є супутником целюлози. На кремній багаті крупи, борошно, висівки. Але найбільше він міститься у деяких травах: хвощі, пирію, кропиві, мати-мачухі, споришу та інших.

Мідь, марганець, цинк, молібден і кобальт стимулюють ріст кістяку й утворення крові; марганець і фтор входять до складу кісток і зубів; кобальт є складовою частиною вітаміну B₁₂; цинк, мідь, залізо, молібден і марганець приймають участь у будові багатьох ферментів, посередництво яких важливо для обмінних процесів. Нікель виявляє роль коферменту у процесах засвоєння заліза і міді.

Селен є коферментом йодпероксидази, тому його нестача породжує йодну недостатність з усіма її наслідками для росту і обмінних процесів в організмі. Крім того, він активує глутатіонпероксидазу – ключовий фермент антиоксидантного захисту, який попереджає окисне ураження клітинних мембран. Доведено його синергізм з вітаміном E у лікуванні онкологічних захворювань.

Йод входить до складу гормонів щитовидної залози, а тому впливає на більшість процесів росту і обміну в організмі, детоксикацію шкідливих речовин, на захист від інфекцій та негативних факторів довкілля, у тому числі від радіації, хімічних токсикантів тощо. Дефіцит йоду спричиняє зоб, розумову відсталість, атеросклероз судин, зашлакованість організму.

У харчових продуктах мінеральні елементи містяться у вигляді солей, а також у складі високомолекулярних органічних речовин. Вміст мінеральних елементів (золи) у харчових продуктах складає, %: 0,03 – у цукрі, 0,5...1,9 – у борошні, 0,3...1,8 – у плодах і овочах, 0,7...1,9 – у рибі і м'ясі.

Природний вміст мікроелементів у продуктах мізерно малий і виражається в міліграмах і мікрограмах на 100 г або 1 кг продукту. Наприклад, у 1 кг продукту може знаходитися, у мг: йоду – до 0,05, кобальту 0,05...0,06, миш'яку – до 1, міді – 1...10, цинку – 10...50.

Мікроелементами багаті плодові й овочеві соки. Кобальт, мідь, цинк у відносно великих кількостях знаходяться в жовтку яйця, яловичій печінці, м'ясі, рибі, картоплі, буряку, моркві; мідь – у раках, рибі; йод – у морських рибках, водоростях, крабах, моллюсках, яйцях, цибулі, хурмі, салаті, шпинаті.

У багатьох продуктах (м'ясних, рибних, яйцях, сирі, хлібі, крупі, макаронних виробках, бобових, горіхах) переважають кислотні мінеральні речовини (хлор, сірка, фосфор). Лужну реакцію середовища дають, в основному, мінеральні речовини плодів, овочів, молока і кисломолочних продуктів (кальцій, магній, калій, натрій). Для підтримки лужно-кислотної рівноваги в тканинах організму людини в раціоні харчування повинно бути достатня кількість продуктів з мінеральним складом основного характеру.

Дефіцит мінеральних речовин в організмі може виникати не тільки через нестачу в раціоні. Порушення обміну виникають і при достатньому надходженні їх з їжею. Причинами цього явища можуть бути:

- незбалансоване харчування (нестача або надлишок білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та інших важливих компонентів у раціоні);
- порушення процесів всмоктування та асиміляції елементів в ШКТ;
- застосування способів кулінарної обробки, що обумовлюють високі втрати елементів;
- неадекватність раціону змінам стану організму (відсутність корекції складу раціонів при вагітності, вікових змінах, великих втратах рідини тощо).

При технологічній переробці сировини, як правило, відбувається зниження вмісту мінеральних речовин за рахунок видалення відходів (висівок – при розмелюванні зерна; кісток і хрящів – при розробці м'яса, птиці і риби; шкірочки – при очищенні плодів і овочів). Зміни мінерального складу можуть відбуватися і при тепловій обробці продуктів (варінні, бланшуванні, смаженні тощо) за рахунок їх переходу у відвар, бульйон, сік, які не використовуються у подальшому, а також за рахунок зниження засвоюваності мінеральних речовин через руйнацію їх органічних сполук.

В окремих випадках спостерігається навпаки збільшення зольності:

- при потраплянні у сировину і готові продукти піску, ґрунту, камінців та ін.;
- при зношуванні частин механізмів, що труться об сировину (ножі, шнеки, мішалки, вальці, лопаті тощо);
- при тривалому контакті продукту з тарою та пакувальними матеріалами за рахунок міграції їх складових у продукт (олово у банкових консервах, метали-каталізатори з пластикових пакувальних матеріалів).

Застосуванням певних технологічних прийомів можна зменшити ці зміни. Так, оскільки зі збільшенням тривалості обробки втрати мінеральних речовин зростають, а при варінні овочів і плодів у воді втрати ними мінеральних речовин вище, ніж при варінні на пару, тому застосовують більш ощадні методи обробки.

Наявність в продукті тієї чи іншої групи або виду елементів проводиться за допомогою характерних для них якісних, як правило, кольорових хімічних реакцій, або реакцій осадження, що вивчаються в курсі «Аналітична хімія»(якісний аналіз).

Методи кількісного визначення загального вмісту мінеральних речовин (зольності) ґрунтуються на різних способах мінералізації (озолення) відібраної проби продукту. «Сухі» методи полягають у спалюванні та прожарюванні проби, а «мокрі» – у додатковій обробці проби концентрованими неорганічними кислотами. Подальший аналіз зольного залишку для встановлення групового та видового складу може проводитися різними методами: фізичними, фізико-хімічними та хімічними.

Найбільш поширеними з фізичних є методи емісійної та атомно-абсорбційної спектроскопії, полярографії, люмінесценції. З фізико-хімічних: фотоколориметрія, спектрофотометрія, іонометрія, хроматографія.

Неаліментарні речовини представлені у харчовій сировині і продуктах декількома групами, що налічують значну кількість різноманітних речовин. Це група смакових речовин (органічні кислоти, солі, спеції), ароматичних речовин (ефірні олії, ароматизатори), барвних речовин (каротиноїди, антоціани, флавоноли, хлорофіли), антиаліментарних речовин (інгібітори

ферментів, антивітаміни та інші), біофлавоноїди, харчові волокна, попередники біологічно активних речовин (провітаміни, коферменти, алергени).

Органічні кислоти та кислотоутворювачі – це речовини, які обумовлюють кислий смак харчових продуктів. Це переважно вільні органічні кислоти та їхні солі, хоча в деяких випадках зустрічаються і неорганічні кислоти. Інтенсивність кислого смаку, тривалість його відчуття та «відтінки смаку» залежать від багатьох факторів: виду кислоти, ступеню її дисоціації, присутності в продукті буферних сполук, солодких та смакових речовин, від в'язкості, температури та інших властивостей продукту.

Лимонна, винна, яблучна, оцтова, аскорбінова, янтарна кислоти та їхні солі широко розповсюджені у сировині рослинного походження та продуктах із неї, формують їх природний смак, а також використовуються як смакові добавки, регулятори кислотності у виробництві плодово-овочевих консервів, безалкогольних напоїв, соків, сухих сумішей для напоїв, кондитерських виробів, морозива, молочних десертів та інших.

Крім надання кислого смаку більшість органічних кислот виконують у сировині і продуктах також функції комплексоутворювачів, консервантів, антиоксидантів та їх синергістів, стабілізаторів тощо. Так, оцтова кислота, її натрієва та калієва солі, молочна кислота і лактати натрію, калію, кальцію широко використовують в консервуванні плодів, овочів, грибів, м'яса, риби як консерванти і як харчові кислоти (смакові добавки).

Підсилювачі смаку і аромату – це речовини, які завдяки своїм властивостям впливати на смакові рецептори людини, можуть підсилювати, відновлювати або модифікувати сприйняття смаку і аромату харчових продуктів. Добре відомими підсилювачами є: глутамінова кислота та її натрієва сіль – глутамат натрію, що підсилює смак різних харчових продуктів, і особливо м'ясних, рибних та морепродуктів; нуклеотиди – сполуки, які входять до складу нуклеїнових кислот: 5'-рибонуклеотиди кальцію і натрію двозаміщені використовують переважно при виробництві м'ясних і рибних продуктів, консервів, соусів, приправ, кетчупів, бульйонних кубиків, харчоконцентратів, продуктів швидкого приготування разом з глутаматом натрію. Здатність підсилювати

смак деяких продуктів виявлена і у деяких інших амінокислот гліцину, лізину, лейцину.

Звичайна кухонна сіль і цукор також є модифікаторами смаку. Сіль підсилює відчуття солодкого смаку і маскує гіркий та «металевий» присмаки. Цукор нівелює присмаки та підсилює аромати фруктово-ягідних соків і напоїв. Підсолоджувачі додають в харчові продукти для надання їм солодкого смаку та як цукрозамінники. Вони будуть розглянуті у наступній темі.

Ароматичні, або пахучі (летючі), речовини, що містяться в харчових продуктах, обумовлюють їх запах (аромат). Розрізняють природні ароматичні речовини, характерні для вихідної сировини (наприклад, запах свіжих плодів і овочів, м'яса, риби); штучні аромати, що утворюються в процесі виробництва (наприклад, аромат свіжоспеченого хліба, букет вина, чаю і т.п.) та синтетичні запасні речовини.

Ароматичні речовини стимулюють виділення шлункового соку, підвищують апетит і тим самим сприяють кращому перетравлюванню їжі. Крім того, багато природних ароматичних речовин мають бактерицидну дію (наприклад, ефірні олії цибулі, часнику, цитрусових і ін.).

Загальна їхня кількість для більшості продуктів визначається декількома частками відсотка. Запах – важливий показник якості продуктів. Він утворюється від змішування безлічі летючих речовин, кожна з яких може не мати типового запаху (аромату) даного продукту. У харчових продуктах (молочних, м'ясних, плодах, хлібних і кондитерських виробках, каві, чаю й ін.) знаходиться більш чотирьохсот летючих сполучень. До них відносяться ароматичні спирти, альдегіди, кетони, лактони, органічні кислоти, ефіри, азот – і сірковмісні сполуки та ін.

Основною частиною ароматичних речовин плодів та овочів, звичайно називаємих ефірними оліями, є терпени, кисневі похідні терпенів – альдегіди, кетони, кислоти, спирти, а також їхні складні ефіри. Наприклад, ефірна олія цитрусових плодів складається з лимонена (моноциклічного терпену) і похідних терпену – спирту ліналоола, альдегіду цитралю, оцетокислого ефіру ліналоолу та ін. В ефірній олії яблук виявлено 48 летючих речовин, серед них спирти, альдегіди, кетони, складні ефіри амілового спирту й оцтової, капронової, каприлової і мурашиної

кислот. Сірковмісні речовини знаходяться в ефірних оліях цибулі (алілпропіоновий дисульфід), редьки (метілмеркаптан і рафіноль). Запах м'яса залежить від присутності азотистих, сірчистих і карбонільних сполучень: запах яєць – від ди- і триметилу, етиламіну і метантіолу.

Для надання аромату до деяких продуктів при їхньому виготовленні додають багаті ефірними оліями прянощі, різні частини рослин або вилучені з них ефірні олії. В консервному виробництві найчастіше використовують такі прянощі: лаврове листя, перець (чорний, білий, духмяний, червоний), корицю, мускатний горіх, насіння кропу, кмин, аніс, гвоздику, коріандр тощо. Через їх високу вартість, обсеменення мікроорганізмами та низку інших причин натуральні прянощі і олії з них все частіше замінюють синтетичними ароматизаторами, як правило, це складні ефіри органічних кислот: изовалеріаноетиловий (із запахом яблук), масляноетиловий (із запахом абрикосів), оцтовоаміловий (із запахом груш), маслянобутіловий (із запахом ананаса) і ін. Як зазначалось вище, широке застосування в харчовій технології в якості підсилювача аромату одержав глутамат натрію. Додавання його в невеликих кількостях (0,05...0,5 %) до ковбасних виробів, м'ясних консервів і інших продуктів підсилює їхній специфічний аромат і смак.

При псуванні харчових продуктів у результаті розкладання органічних речовин з'являються неприємні запахи, обумовлені утворенням сірководню, аміаку, індолу, скатолу й ін.

Вміст ароматичних речовин в плодах та овочах складає 10...2500 мг %. Найбільш багаті ними цитрусові (1,2...2,5 %), пряні овочі (50...500 мг %), редька, хрін (50 мг %), цибуля ріпчаста і часник (10...61 мг %).

Ароматичні речовини володіють бактерицидними властивостями. Прикладом можуть служити ефірні масла цитрусових, цибулі, часнику, моркви. У вегетаційний період кількість їх зростає, досягаючи максимуму при дозріванні плодів.

При зберіганні відбувається кількісні та якісні зміни вмісту ароматичних речовин. Загальна кількість їх зменшується за рахунок незворотного розпаду та звітрювання. Підвищенні втрати ароматичних речовин при зберіганні спостерігаються при посиленому повітрообміні, при враженні шкідниками і хворобами.

Барвні речовини – це чисельна група речовин переважно органічного походження, що потрапляють в продукти з вихідної сировини, або додаються до неї під час технологічного процесу. В залежності від розчинності їх поділяють на водо- і жиророзчинні. Але частіше використовується класифікація за ознакою їх походження: природні і синтетичні.

Природними барвниками вважаються ті, що містяться у рослинній або тваринній сировині в їх природному стані або в частково модифікованому вигляді. Сировиною для виробництва природних барвників використовують ягоди, квіти, листя, коріння, коренеплоди, особливо відходи їхньої переробки (вичавки, шкірка, листя...). Вміст природних барвників в сировині коливається в широких межах, але є відносно низьким у порівнянні з основними компонентами складу сировини. До того ж, на вміст барвників дуже впливають численні фактори: сортові, ґрунтові, кліматичні, агротехнічні тощо.

За хімічною природою вони відносяться до різних органічних класів: каротиноїди, антоціани, флаволи, флавоноїди, хлорофіли, бетаніни, карміни, халкони, рибофлавіни. До природних барвників відносять і цукровий колір – барвник, який отримують хімічною модифікацією цукру. Найбільшого поширення серед природних барвників набули: куркумін, каротини, хлорофіли та їх мідні комплекси, ксантини, бетаніни, антоціани ягід і плодів, цукровий колір та інші.

Перевагами природних барвників є їхня безпека, широкий спектр кольорів, різноманіття і доступність сировинних ресурсів, поєднання у багатьох з них фарбувальних властивостей з біологічною активністю (А, Р – вітамінна активність, антиоксидантна дія), бактерицидною дією, впливом на смак і аромат продуктів.

Синтетичними (штучними) органічними барвниками вважають сполуки, які в природних об'єктах не зустрічаються. Їх отримують методом органічного синтезу і додають у продукти в якості харчових добавок. За хімічною будовою їх поділяють на азо- та діазобарвники, триарилметанові, ксантинові, хінолінові, антрахінонові, індигоїдні та інші. На відміну від природних вони дешеві, водорозчинні, менш чутливі до факторів технологічної переробки і зберігання, легше стандартизуються за складом і

властивостями, виробляються і зберігаються у концентрованих розчинах, порошках або гранулятах (вміст основної речовини 80...85 %). Але вони є сторонніми (чужорідними) для організму людини, а тому потенційно небезпечними. Тому їх вміст в продуктах контролюється і нормується.

Серед штучних барвників набули поширення: тартразин, хіноліновий жовтий, жовтий «сонячний захід», азорубін (кармуазин), пунцовий 4R, ерітрозин, червоний 2G, синій патентований V, індигокармін, синій блискучий, зелений S, зелений міцний FCF, чорний блискучий BN, коричневий FK, коричневий HT та інші.

Природні і штучні харчові барвники застосовують переважно для надання кольору плодоовочевим консервам, напоям, молочним, м'ясним та рибним продуктам, кондитерським виробам, харчовим концентратам, продуктам швидкого приготування.

Антиаліментарні речовини – це сполуки різної природи, які заважають всмоктуванню або асиміляції харчових (аліментарних) речовин. До них відносяться інгібітори травних ферментів, антивітаміни, фітати, деякі ферменти, амінокислоти, редукуючі цукри, алкалоїди, ПНЖК та інші.

Інгібітори трипсину, хімотрипсину і α -амілази є специфічними білковими сполуками, що містяться в бобових і зернових культурах, картоплі, яєчному білку та іншій сировині. Вони утворюють міцні комплекси з ферментами і таким чином знижують їх активність, що впливає на процес травлення. Антивітамінами є також комплексоутворювачі – речовини, що блокують вітаміни, або речовини близькі за будовою до справжніх вітамінів, але не мають вітамінної активності, або речовини, що руйнують вітаміни. Так, ферменти оксидази активно руйнують вітамін С; біофлавоноїди утворюють з ним неактивні комплекси; авідін (білок яєць) блокує ніацин (вітамін РР); гідрогенізовані жири блокують ретинол (вітамін А); алкалоїди кави, чаю, шавлева і фітинова кислоти та їх солі, харчові волокна заважають всмоктуванню Са, Na, Mg і Fe через утворення нерозчинних комплексів; ПНЖК при надлишковому споживанні блокують дію токоферолів (вітамін Е).

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Роль води в організмі людини. Вода сировини і харчових продуктів: форми зв'язку, властивості, вплив на стійкість харчових продуктів.
2. Особливості структурної будови води та її фізичних властивостей.
3. Рівноважна та критична вологість продуктів, активність води та її вплив на життєдіяльність мікроорганізмів та стабільність продуктів.
4. Мінеральні речовини: класифікація, функції, потреба та основні джерела.
5. Характеристика основних макро- та мікроелементів та їх біологічної активності.
6. Фізіологічна та технологічна роль макроелементів.
7. Фізіологічна та технологічна роль мікроелементів.
8. Зміни мінеральних речовин під впливом технологічних факторів.
9. Неаліментарні речовини: класифікація, біологічна роль та технологічні властивості.
10. Характеристика основних видів неаліментарних речовин: смакових, ароматичних та барвних речовини.
11. Характеристика основних видів харчових волокон, біологічно активних речовин та їх попередників.
12. Характеристика основних видів антиаліментарних речовин: антивітамінів, інгібіторів травних ферментів, демінералізаторів.

Тема 8. ХАРЧОВІ ТА БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ ДОБАВКИ

Термінологічний словник

1. Біологічно активні добавки до їжі (БАД) – природні або ідентичні природним біологічно активні речовини (БАР), призначені для вживання разом з їжею або введення у склад харчових продуктів для профілактики чи корекції здоров'я людини.

2. Харчові добавки (ХД) – природні чи синтетичні речовини або їх комплекси, які зазвичай не є харчовими продуктами або їх складниками, але додаються до харчового продукту з технологічною метою в процесі виробництва, та які у результаті стають невід’ємною частиною продукту (термін не включає забруднюючі речовини, пестициди або речовини, додані до харчових продуктів для поліпшення їх поживних властивостей).

3. Технологічні добавки – група ХД, які вводяться до продукту з метою вдосконалення технології його виготовлення і зберігання (для інтенсифікації процесу, покращення вигляду продукту, попередження злежування і грудкування, подовження терміну зберігання тощо).

4. Технологічний допоміжний матеріал (допоміжний матеріал для переробки) – будь-який матеріал або речовина, які не споживаються в їжу самі по собі, а використовуються під час виробництва або переробки харчового продукту або його складових для досягнення певної виробничої мети, результатом чого є присутність залишків або формування похідних речовин у кінцевому продукті.

5. Функціональні добавки (інгредієнти) – природні речовини або їх комплекси, що мають здатність благотворно впливати на організм людини (функції окремих органів або організму в цілому).

6. Функціональні продукти – традиційні продукти харчування, до складу яких введені один або декілька функціональних інгредієнтів.

7. Комплексні технологічні ХД (поліфункціональні ХД) –ХД, які мають властивості одночасно виконувати в складі продукту декілька технологічних функцій (наприклад, загущувача, емульгатора і водоутримуючого агента, або барвника і антиоксиданта тощо).

8. Комплексні ХД (технологічні добавки комплексної дії або премікси) – суміші добавок, що виготовляються промисловим способом і містять декілька ХД однакового або різного технологічного призначення. Крім ХД до їх складу можуть входити і традиційні компоненти: цукор, білок, борошно, спеції тощо.

9. Стабілізаційні системи – різновид комплексних ХД, які використовуються для надання і стабілізації бажаної структури, консистенції або інших реологічних властивостей продукту. Включають, як правило, емульгатори, стабілізатори і загущувачі, широко використовуються при виробництві молочних, м'ясних і рибних продуктів.

10. Структуроутворюючі ХД (гідролоїди) – різновид технологічних ХД, за допомогою яких формують або регулюють структуру і консистенцію.

11. Технологічна функціональність ХД – ефективність впливу ХД на ті чи інші технологічні функції продукту.

12. Санітарно-гігієнічні вимоги до ХД – будь-які заходи, спрямовані на захист життя і здоров'я людини від шкідливого впливу ХД (включаючи всі відповідні закони, накази, постанови, зводи правил, вимоги та процедури, критерії безпеки кінцевого продукту, методи переробки та виробництва, процедури відбору зразків та методів оцінки, пов'язані з виробництвом та обігом харчових продуктів, підконтрольних санітарній службі).

13. Гігієнічна регламентація ХД – встановлення науково обґрунтованих санітарно-гігієнічних вимог до ХД з метою запобігти їх шкідливій дії на організм людини.

14. Нешкідливість ХД – відсутність у продуктів з ХД не тільки токсичних властивостей, а й віддалених у часі негативних наслідків від вживання таких продуктів (канцерогенної, мутагенної і тератогенної дії).

15. Токсичність ХД – негативний вплив ХД на окремі органи та системи людини, або на організм в цілому (розрізняють гостру, субхронічну та хронічну токсичність).

16. Оцінка токсикологічної безпечності ХД – послідовна процедура наукового дослідження ХД на наявність її шкідливої дії на організм дослідних тварин.

17. Канцерогенна дія – здатність ХД ініціювати або посилювати (кочанцерогенна дія) розвиток злоякісних новоутворень.

18. Мутагенна дія – здатність ХД викликати якісні або кількісні зміни у генетичному апараті клітин.

19. Тератогенна дія – здатність ХД викликати аномалії розвитку плоду, викликані структурними, функціональними та біохімічними змінами в організмі матері і плоду.

- 20.** ЛД₅₀, ЛД₁₀₀ – позначення однократно введеної дози ХД, яка викликає 50 і 100 % летальних випадків дослідних об'єктів (виражається у мг на 1 кг живої маси).
- 21.** t_{0,5} – час виведення з організму 50 % токсичної речовини та її метаболітів (продуктів перетворення речовини в організмі).
- 22.** ГДЖ – гранично допустима концентрація ХД в продуктах харчування, яка при умові щоденного вживання продукту протягом як завгодно тривалого часу, не може заподіяти шкоду організму людини (виражається у мг на 1 кг продукту).
- 23.** ДДД – допустима добова доза ХД, яка при щоденному споживанні протягом усього життя не викликає негативного впливу на організм людини (виражається у мг на 1 кг маси тіла людини).
- 24.** ДДС – допустиме добове споживання ХД, яке при щоденному споживанні протягом всього життя не створює ризиків для здоров'я людини (виражається у мг на 1 добу. Її розмір отримують множенням величини ДДД на середню масу тіла, прийняту за 60 кг).
- 25.** Дозволена ХД – ХД, яка за результатами токсикологічної оцінки визнана нешкідливою для організму людини та внесена повноважним для цього державним органом до списку ХД, дозволених до використання.

Методичні поради до вивчення теми

Дана тема, як і дві попередніх, відрізняються великим обсягом навчального матеріалу і проблемами термінології. Як можна побачити з наведеного вище термінологічного словника, існує багато визначень харчових добавок та допоміжних матеріалів дуже близьких за змістом, що ускладнює їх засвоєння. Цьому сприяє і те, що в різних країнах світу одні й ті ж добавки, через їхню поліфункціональність, відносяться до різних класифікаційних груп. Є розбіжності і в оцінці їх токсикологічної безпеки: в одних країнах вони заборонені до використання, а в інших – дозволені.

Через серйозні проблеми в останні три десятиріччя зі станом здоров'я населення, пов'язані переважно з дефіцитом есенціальних факторів харчування, розробці та промислового виробництва

ХД і БАДів приділяється велика увага. Кількість нових видів добавок стрімко зростає. Але на проведення досліджень безпечності добавок для людини необхідно багато часу і суттєві витрати. В той же час, ретельний та об'єктивний контроль за правильним використанням добавок і захист здоров'я споживачів на більшості харчових виробництв не забезпечений.

Це приводить до масових порушень виробниками рекомендованих нормативною документацією доз та умов використання добавок, що дискредитує їх у свідомості споживачів і формує суспільний рух за заборону використання добавок і бойкотування харчових продуктів, які містять добавки.

Тому вивчення даної теми для майбутніх фахівців харчових виробництв має не тільки професійне, а й соціально-політичне значення. Інженер-технолог повинен об'єктивно пересвідчитися, з одного боку, у необхідності широкого використання добавок, як засобу ефективної корекції харчового статусу населення, а, з другого боку, у значній потенційній загрозі для здоров'я споживачів недобросовісного виконання санітарно-гігієнічних вимог до поводження з добавками.

Для опанування даної теми необхідно добре розібратися в термінології, класифікації, кодуванні та процедурі токсикологічної оцінки добавок. Після цього треба уважно вивчити кожен клас і групу добавок, звертаючи особливу увагу на їх походження (природні чи штучні), функціональні властивості, на їх взаємодію із традиційними компонентами харчового продукту та іншими добавками, їх вплив на якість та безпечність продукту для споживача. Це важливо необхідне тому, що фахова помилка інженера-технолога, через його незнання властивостей добавок, може бути фатальною не тільки для споживачів, а й для фірми-виробни-ка, на якій працює фахівець.

Вміле і відповідальне використання добавок у харчовому виробництві дає надзвичайно великі можливості для вдосконалення технологій, швидкого оновлення і розширення асортименту, зменшення собівартості продукції, врахування індивідуальних споживачів тощо.

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

В сучасних харчових виробництвах значного поширення набуло використання харчових добавок (ХД). Деякі з них є природними і традиційними, що використовуються людством здавна (сіль, оцет, натуральні барвники, ароматизатори). Але, починаючи з середини минулого сторіччя активно застосовуються ХД ідентичні натуральним і синтетичні. Їх отримують шляхом хімічного синтезу. Основними цілями внесення добавок є:

- компенсація втрат корисних компонентів продукту під час його виготовлення, обігу та використання;
- адаптація до швидких змін індивідуальних вимог споживачів і ринків збуту;
- створення нових видів продуктів харчування, відповідних до принципів раціонального і здорового харчування;
- 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 покращення органолептичних властивостей продуктів.

В залежності від мети та призначення ХД поділяють на технологічні (раніше називались прями) та біологічно активні (БАД). Технологічні ХД – це речовини, які поліпшують поживні, органолептичні та технологічні функції продуктів харчування. БАД – це спеціальні харчові продукти, призначені для вживання або введення в межах фізіологічних норм до раціонів харчування чи харчових продуктів з метою надання їм дієтичних, оздоровчих, профілактичних властивостей для забезпечення нормальних та відновлення порушених функцій організму людини. Вони використовуються в технології виробництва харчових продуктів спеціального призначення: низькокалорійних, дієтичних, лікувальних, спеціальних і будуть розглянуті в даній темі лише частково, як добавки до харчових продуктів.

Відповідно до функцій всю сукупність харчових добавок, яка налічує понад 500 індивідуальних речовин, поділяють на чотири групи і 45 технологічних класів:

– *Речовини, які поліпшують колір, аромат та смак продуктів.* В цю групу входять добавки 9 технологічних класів, в тому числі: барвні речовини та стабілізатори кольору, ефірні олії та ароматизатори, підсилювачі смаку та аромату, харчові кислоти та кислотоутворювачі, підсолоджувачі та цукрозамінники.

– *Речовини, які регулюють структуру та консистенцію продуктів.* До них відносяться добавки 6 технологічних класів, а саме: емульгатори, піноутворювачі, загусники, драглеутворювачі, стабілізатори та наповнювачі.

– *Речовини, що подовжують терміни придатності харчових продуктів.* Ця група включає харчові добавки 10 класів, в тому числі: консерванти, антиокислювачі та їх синергісти, вологоутримуючі агенти, стабілізатори замутніння та інші.

– *Речовини, що прискорюють та полегшують ведення технологічних процесів (технологічні добавки).* До цієї групи відносяться 20 технологічних класів, серед яких: регулятори кислотності, піногасники, емульгуючі солі, фільтрувальні агенти, освітлювачі, екстрагенти, розчинники і розбавителі, засоби для зняття шкірочки плодів і овочів, диспергенти, каталізатори, ферменти та ферментні препарати тощо.

За іншою класифікацією (Комісії FAO/WHO Кодекс Аліментаріус) харчові добавки поділяють відповідно до їх функцій на 23 класи, більшість з яких включає декілька підкласів. Проте, жодна з існуючих класифікацій не є досконалою, оскільки вони ґрунтуються на технологічних функціях. Адже відомо, що значна частина добавок можуть виконувати декілька функцій. Так, деякі консерванти виявляють антиоксидантні властивості, загусники – властивості драглеутворювачів, емульгатори – функції стабілізаторів тощо.

Розроблена і широко використовується раціональна система цифрової кодифікації добавок. Згідно правил цієї системи кожній добавці присвоєно трьох – або чотирьохзначний номер з літерою «Е». Цифрові коди використовують при маркуванні у сполученні з назвами харчових добавок (наприклад, лецитин E322), або з

назвами функціональних (технологічних) класів (емульгатор Е 322).

Присвоєння літерного коду «Е» в сполученні з ідентифікаційним номером означає, що дана добавка має статус дозволеної, що її безпечність підтверджена дослідженнями, що для неї встановлені критерії складу та чистоти. Оскільки більшість добавок є синтетичними і сторонніми для організму людини речовинами, тому для отримання дозволу на використання їх піддають ретельним і суворим системним дослідженням на токсикологічну безпеку.

При застосуванні харчових добавок діє принцип «заборонено все, що не має дозволу», тому використання тих добавок, що не включені до переліку дозволених, забороняється. В Україні перелік харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах, затверджується постановами Кабінету Міністрів України за поданням Міністерства охорони здоров'я.

При оцінці токсикологічної безпеки добавок використовують такі критерії, як ГДК, ДДД, ДДС та інші (дивись термінологічний словник).

З метою гарантування безпечності споживачів і встановлення безпечного рівня ХД при обрахуванні показників ГДК та ДДД використовується коефіцієнт безпеки (від 0,01 до 0,001). Дозу, яка ще не завдає шкоди при дослідженнях на хронічну токсичність зменшують від 100 до 1000 разів (помножують на коефіцієнт безпеки).

В зв'язку з поширенням використання сумішей добавок останнім часом велика увага приділяється комбінаційній токсикології. Крім того, перелік дозволених до використання добавок та їх рекомендовані дози періодично переглядаються з врахуванням нової інформації та вдосконаленням методів перевірки їх безпеки.

Перед впровадженням у виробництво нових дозволених харчових добавок вони підлягають обов'язковій державній санітарно-епідеміологічній експертизі, позитивні результати якої засвідчуються спеціальним документом – санітарно-гігієнічним висновком.

Перед початком виробництва харчового продукту з використанням ХД виробник зобов'язаний у відповідності з

встановленим порядком внести до нормативних документів на цей продукт (стандарти, технічні умови) відповідні зміни або розробити (або ініціювати розробку) нові документи. Ці документи є необхідними для проведення обов'язкової сертифікації харчових продуктів промислового виробництва, що виготовляються серійно. За виробництвом харчових продуктів, використанням ХД та їх вмістом в продуктах харчування здійснюється державний нагляд та відомчий контроль. Його виконують органи державної санітарно-епідеміологічної служби та відомчі і виробничі технологічні лабораторії.

При застосуванні харчових добавок необхідно дотримуватись таких принципів:

- введення ХД у продукт або зміна умов їх застосування є виправданими тільки тоді, коли вони поліпшують якість, споживчі характеристики і не змінюють суті харчового продукту, не вводять в оману споживача і не збільшують ризик шкідливого впливу продукту на здоров'я людини;

- використання ХД вважається доцільним в разі поліпшення умов підготування, оброблення сировини, виготовлення, пакування, транспортування, зберігання харчових продуктів та інших виробничих процесів;

- використання ХД можливо лише за умови, якщо бажаний від їх застосування ефект не може бути досягнутий іншими більш безпечними шляхами;

- умови використання ХД (рекомендовані дози, технологічні режими, умови зберігання, методи контролю тощо) повинні відповідати встановленим вимогам і постійно контролюватися щоб виключити можливість впливу невивчених факторів;

- ХД повинні застосовуватися в мінімальних кількостях достатніх для досягнення бажаного ефекту, але не вищих за встановлені ГДК;

- ХД не повинні використовуватися для фальсифікації продуктів, для приховування вад сировини або змін у продуктах, що стали наслідком недотримання встановлених технологічних регламентів та санітарних норм і правил;

- споживачі повинні бути поінформовані через маркування продукту або іншим шляхом про використання при виробництві

ХД, їх види та можливі протипоказання при вживанні для певних груп споживачів.

Речовини, які поліпшують колір, аромат і смак продуктів.

Природні колір, аромат і смак харчових продуктів є головними характеристиками при виборі їх споживачем. Вони обумовлюються барвними, смако-аро-матичними і структуроутворюючими речовинами, які частково були розглянуті у темах 5 та 7. Але ці речовини є дуже мінливими і доволі часто не витримують жорстких режимів промислової обробки, якій піддається сировина під час їх виготовлення. Тому для компенсації їх втрат використовуються ХД. Найбільше поширення з цієї групи добавок набули харчові барвники та стабілізатори кольору, природні ефірні олії та харчові ароматизатори, харчові кислоти та кислотоутворювачі, підсилювачі смаку і аромату, підсолоджувачі і цукрозаамінники.

Харчові барвники (або барвні речовини) – це чисельна група (біля 100 видів) ХД переважно органічного походження. В залежності від їх походження ХД поділяють на: природні, синтетичні та мінеральні. Не вважаються барвниками забарвлені харчові продукти (фруктові та ягідні соки, томатопродукти, сушені овочі тощо), які також використовують для надання кольору продуктам харчування.

Природними барвниками вважаються ті, що вилучають з рослинної або тваринної сировини суто фізичними методами (екстракція, дистиляція, розчинення, змішування тощо) в їх природному стані або в модифікованому вигляді. Сировиною для виробництва природних барвників використовують ягоди, квіти, листя, коріння, коренеплоди, особливо відходи їхньої переробки (вичавки, шкірка, листя...). Тривалий час проблемою виробництва природних барвників була стандартизація їх складу та фарбувальних властивостей, але сучасні технології дозволяють успішно долати цю проблему.

За хімічною природою вони відносяться до різних класів: каротиноїди, антоціани, флаволи, флавоноїди, хлорофіли, бетаніни, карміни, халкони, рибофлавіни. Всі вони рослинного походження. Виключенням є карміни (E120)– барвники червоного кольору, які отримують з комах (кошеніль).

Важливими перевагами природних барвників є їхня безпека, широкий спектр кольорів, різноманіття і доступність сировинних ресурсів, поєднання, у багатьох з них, фарбувальних властивостей з біологічною активністю (А, Р – вітамінна активність, антиоксидантна дія), бактерицидною дією, впливом на смак і аромат продуктів. Проте їм притаманні і суттєві недоліки: виділення та очищення багатьох з них є технологічно складним процесом, тому вони відносно коштовні; їх склад і властивості важко стандартизувати: вони нестійкі до дії кислот, лугів, температури, кисню повітря, мікроорганізмів; багато з них є нерозчинними у воді, що звужує сферу їхнього використання. Цих недоліків позбавлені синтетичні (штучні) органічні барвники.

Синтетичними органічними барвниками вважають сполуки, які в природних об'єктах не зустрічаються. Їх отримують методом органічного синтезу. За хімічною будовою їх поділяють на азо- та діазобарвники, триарилметанові, ксантинові, хінолінові, антрахінонові, індигоїдні та інші. На відміну від природних вони дешеві, водорозчинні, менш чутливі до факторів технологічної переробки і зберігання, легше стандартизуються за складом і властивостями, виробляються і зберігаються у концентрованих розчинах, порошках або гранулятах (вміст основної речовини 80...85%). Але вони є сторонніми (чужорідними) для організму людини, а тому потенційно небезпечними. Тому їх вміст в продуктах контролюється і нормується.

Серед штучних барвників набули поширення: тартразін (E102), хіноліновий жовтий (E104), жовтий «сонячний захід» (E110), азорубін (кармуазін) (E122), пунцовий 4R (E124), ерітрозін (E127), індигокармін (E132) та інші.

В окремих випадках в якості барвників для сухих (сипких) продуктів використовують мінеральні пігменти і метали: карбонат кальцію, двоокис титану, оксид заліза, алюміній. Для надання чорного кольору використовують рослинне вугілля. Технологія використання кожного з барвників має свої особливості, які передбачаються у технологічних інструкціях.

Природні і штучні харчові барвники застосовують переважно для надання кольору плодоовочевим консервам, напоям, молочним, м'ясним та рибним продуктам, кондитерським виробам, харчовим концентратам, продуктам швидкого приготування.

Забороненими до використання в Україні є **цитрусовий червоний 2 (E121) і амарант (E123)**. Дуже небезпечними, при порушенні умов використання, можуть бути барвники: **тартразин E102, жовтий «сонячний захід» (E110), пунцовий 4R (E124), ерітрозин (E127), та β- каротин штучний (E160a)**.

Стабілізатори (фіксатори) кольору – це речовини, додавання яких в продукти харчування, дозволяє зберегти їх природне забарвлення або уповільнити його зміни. Вони використовуються при виробництві як рослинних, так і тваринних продуктів. Так, при очищенні, нарізанні, протиранні, сушінні, пресуванні багатьох плодів і овочів, термообробці молочних, яечних, м'ясних продуктів, тривалому зберіганні вин, соків з білого винограду, цукрових сиропів тощо відбуваються різного роду хімічні та біохімічні зміни, що супроводжуються втратою або погіршенням природного забарвлення. Для запобігання цим змінам і використовують стабілізатори (фіксатори) кольору.

При виробництві ковбасних виробів та м'ясокопченостей роль стабілізатора кольору виконують нітрит калію (E249) і натрію (E250), а також нітрат натрію (E251). Додавання в посолочну суміш разом з нітритом відновлювачів типу аскорбінової кислоти (E300), її солей та ефірів (E301-E303), ізоаскорбінової кислоти (E315) та її солей (E316-E318) посилює стабілізуючу дію нітриту та прискорює процес. Для попередження зміни зеленого кольору овочів при температурній обробці використовують фосфати натрію (E339), калію (E340), кальцію (E341), амонію (E342), магнію (E343), сульфат міді (E519) і карбонат магнію (E504).

Ферментативне та неферментативне побуріння плодів і овочів, молочних та яечних продуктів під час їх переробки попереджають диоксид сірки (E220), сульфіти, гідро- та піросульфіти натрію, калію, кальцію (E221-E228), деякі кислоти та комплексоутворювачі: лимонна кислота (E330); цитрати натрію, калію і кальцію (E331-E333); винна кислота (E334); тартрат натрію (E335), калію (E336), кальцію (E354).

Природні ефірні олії та екстракти – це природні багатокомпонентні суміші летких органічних сполук (ароматичних, аlicyclic та аlicyclic спиртів, кислот, ефірів тощо), які синтезуються в рослинах і обумовлюють їх запах. До складу більшості ефірних олій входять десятки і навіть сотні сполук

різної хімічної природи, однак домінуючими в формуванні запаху є обмежена кількість або окремі речовини.

Сировиною для виробництва ефірних олій є ефіроолійні рослини, які містять ароматичні сполуки у вільному стані або у вигляді глікозидів. Ці запашні речовини накопичуються в насінні, квітках, корінні, стеблах, листі, корі та деревині. Їх вміст може коливатися від сотих часток відсотка до десятків відсотків.

Вилучають ефірні олії з сировини відгонкою з водяною парою, екстракцією або холодним пресуванням. Для екстрагування користуються органічними розчинниками (спиртами, ефірами, бензинами), рослинними оліями або жирами і рідкою вуглекислою (CO_2 -екстракти). Ефірні олії являють собою прозорі безбарвні або забарвлені рідини з густиною менше одиниці. Вони нерозчинні у воді але добре розчиняються в оліях і жирах. На повітрі під дією світла і кисню швидко окислюються, змінюючи свій запах і колір. Оскільки ефірні олії коштовні, непоодинокі випадки їх фальсифікації шляхом розведення рослинними оліями, дешевими природними та синтетичними оліями, або їх компонентами.

Харчові ароматизатори – це багатокомпонентні суміші запашних речовин, які містяться в продуктах харчування і утворюються в них під час вирощування сировини, її технологічної обробки та дозрівання. До складу цих сумішей входять органічні речовини різних класів: альдегіди, кетони, спирти, кислоти, ефіри, меркаптани, сульфіді, піразини, тіазоли, оксазоли, тіофени, фурани, гетероцикли та інші. Кількість складових сумішей може налічувати десятки і сотні речовин.

До використання у харчових виробництвах запропоновано більше п'яти тисяч ароматизаторів, тому їх класифікують за походженням на три групи: природні, ідентичні природним та синтетичні.

Природними називають ті харчові ароматизатори, які містять у своєму складі тільки природні ароматичні речовини та їх суміші. Вилучають їх з харчових продуктів і продовольчої сировини за допомогою фізичних методів (екстракція, дистиляція, пресування) або отримують біотехнологічними методами. Одним з різновидів таких ароматизаторів є природні харчові есенції – водні, спиртові, водно-спиртові або дистиляти летких речовин. Через високу

вартість, обмеженість доступних ресурсів сировини, нестабільність аромату у часі використання природних ароматизаторів дуже обмежено.

Ідентичними природним називають ті харчові ароматизатори, які містять у своєму складі хоча б один компонент ідентичний натуральному. Такими компонентами вважаються хімічні сполуки, які за своєю структурою і властивостями ідентичні (тотожні) тим, що містяться в природній сировині і продуктах, але отримані хімічним синтезом або виділені за допомогою хімічних методів.

Більшість харчових ароматизаторів, які зараз використовують у виробництві продуктів, відносяться до цієї групи. При цьому частина компонентів або навіть вся суміш може бути отримана штучним шляхом. Але ці речовини не є для організму людини сторонніми. Проблема лише в тому, що компоненти отримані хімічним синтезом можуть мати (і, як правило, мають) шкідливі вихідні або проміжні речовини, від яких складно позбавитися. Проте, на відміну від природних, ідентичні природним ароматизатори мають високу стабільність, інтенсивний аромат і дешеві.

Синтетичними харчовими ароматизаторами вважаються такі, які мають у своєму складі хоча б один компонент не ідентифікований до цього часу в природній сировині. Вони можуть мати у складі суміші поряд з тими ароматичними речовинами, яких не існує в природній сировині, як природні так і ідентичні природним компоненти. Штучні ароматизатори відзначаються високою стабільністю до технологічних та інших факторів, інтенсивністю аромату та дешевизною, а тому набули великої популярності у виробників харчових продуктів. Наприклад, харчовики усього світу використовують штучний ароматизатор етилванілін (арованілон) для надання аромату морозиву, кондитерським виробам, молочним концентратам, борошняним напівфабрикатам тощо. Він має аромат в 3..4 рази інтенсивніший за природний ванілін та в сотні разів дешевше його.

Для ароматизації напоїв, кондитерських виробів, морозива, молочних продуктів широко використовують, так звані «реакційні» ароматизатори. Їх виготовляють за допомогою реакції Майяра, яка відбувається між амінокислотами або білковими

гідролізатами та редуруючими цукрами при нагріванні відповідної суміші.

Особливу групу складають ароматизатори коптіння, які отримують шляхом абсорбції коптільного диму водою та наступним очищенням препаратів. Вони набули популярності у виробництві м'ясних, рибних, ковбасних виробів, плавлених сирів.

За останні роки набувають поширення біотехнологічні методи виробництва харчових ароматизаторів. За допомогою мікроорганізмів або їх ферментів можливо одержати як окремі ароматичні сполуки, так і різноманітні їх суміші, що використовують при створенні відповідних ароматизаторів.

Харчові кислоти та кислотоутворювачі – це речовини, які обумовлюють кислий смак харчових продуктів. Це переважно органічні кислоти та їхні солі, хоча в деяких випадках використовують і неорганічні кислоти. Інтенсивність кислого смаку, тривалість його відчуття та «відтінки смаку» залежать від багатьох факторів: виду кислоти, ступеню її дисоціації, присутності в продукті буферних сполук, солодких та смакових речовин, від в'язкості, температури та інших властивостей продукту.

Крім надання кислого смаку більшість органічних кислот виконують також функції регуляторів кислотності, комплексоутворювачів, консервантів, антиоксидантів, стабілізаторів тощо. Так, оцтова кислота (E260), її натрієва (E262) та калієва (E261) солі, молочна кислота (E270) і лактати натрію (E325), калію (E326), кальцію (E327) широко використовують в консервуванні плодів, овочів, грибів, м'яса, риби і як харчові кислоти.

Лимонна (E330), винна (E334), яблучна (E296), аскорбінова (E300), янтарна (E363), кислоти та їхні солі використовуються як смакові добавки, синергісти антиоксидантів, комплексоутворювачі, регулятори кислотності у виробництві плодоовочевих консервів, безалкогольних напоїв, соків, сухих сумішей для напоїв, кондитерських виробів, морозива, молочних десертів та інших.

Диоксид вуглецю (E290) завдяки його здатності утворювати з водою дуже слабку і нестійку вугільну кислоту (H_2CO_3) знайшов використання для сатурації (насичення) шипучих вин, пива, безалкогольних напоїв та мінеральних вод. Солі вугільної кислоти – карбонати натрію (E500), калію (E501), амонію (E503) застосовують як регулятори кислотності, розпушувачі,

стабілізатори або як добавки, що попереджають злежуванню та грудкуванню сипких продуктів.

Неорганічні кислоти – соляну (E507), сірчану (E513), ортофосфорну (E338) використовують як регулятори кислотності, каталізатори інверсії та гідролізу. Їхні солі: хлориди (E509-E510), сульфати (E514-E516, E521-E523), фосфати (E339-E343) є складовими буферних сумішей, які підтримують необхідне рН середовища і знаходять застосування у виробництві м'ясних та рибних продуктів. Крім того, фосфати в м'ясопереробці виконують функції водоутримуючих агентів, текстураторів та емульгаторів.

Підсилювачі смаку і аромату (смакові речовини) – це речовини, які завдяки своїм властивостям впливати на смакові рецептори людини, можуть підсилювати, відновлювати або модифікувати сприйняття смаку і аромату харчових продуктів. Одним з найпоширеніших підсилювачів смаку є глутамат натрію (сіль глутамінової кислоти), особливо для м'ясних, рибних та морепродуктів. На відміну від глутамінової кислоти (E620) і глутамату натрію (E621), інозинова (E630) і гуанілова кислоти (E626) та їх солі (E631-E633, E627-E629) мають значно більший спектр смаків і ароматів, які вони підсилюють. До того ж їхня «смакова сила» в десятки і сотні разів перевищують підсилюючу дію глутамату. Тому їх часто використовують у вигляді суміші «глурінат».

Здатність підсилювати смак деяких продуктів виявлена і у інших амінокислот і рибонуклеотидів. Так, гліцин (E640) додають в напої для посилення їх смаку і аромату. Лізіна гідрохлорид (E642) використовують в пивоварінні та виробництві інших напоїв. Лейцин (E641) служить модифікатором смаку і аромату супів, бульйонів, кулінарних виробів, продуктів швидкого приготування. 5' – рибонуклеотиди кальцію (E634) і 5' – рибонуклеотиди натрію 2-заміщені (E635) використовують переважно при виробництві м'ясних і рибних продуктів, консервів, соусів, приправ, кетчупів, бульйонних кубиків, харчоконцентратів, продуктів швидкого приготування разом з глутаматом натрію.

Підсилювачі смаку і аромату використовують у вигляді розчинів або порошків в залежності від виду продуктів.

Підсолоджувачі та цукрозамінники додають в харчові продукти для надання їм солодкого смаку. Традиційний солодкий компонент – цукор, крім високої вартості і енергетичної цінності має, при надмірному вживанні, здатність сприяти карієсу, цукровому діабету, ожирінню, серцево-судинним захворюванням. Тому при виробництві низькокалорійних, дієтичних та інших продуктів спеціального призначення його замінюють на інтенсивні підсолоджувачі та цукрозамінники. В переважній більшості їх солодкість значно вище ніж у сахарози, яка прийнята за еталон солодкого смаку (9 %-й розчин). Для порівняння інтенсивності солодкого смаку різних підсолоджувачів прийнята відносна величина – коефіцієнт солодкості ($K_{\text{сол}}$, цукровий еквівалент), яка показує у скільки разів треба взяти менше підсолоджувача, щоб досягти еталонного смаку.

Інтенсивні підсолоджувачі – це речовини нецукрової природи, що мають інтенсивно солодкий смак ($K_{\text{сол}}$ від десятків до сотень і навіть тисяч разів). За походженням їх поділяють на натуральні і синтетичні. До натуральних відносяться тауматин (E957), гліциризин (E958), неогесперидін дигідрохалкон (E959), стевіозид, порошок або сироп з листя стевії. Хоча вони є природними речовинами і в сотні разів солодше цукру вони не знайшли широкого використання через обмеженість ресурсів та неоднорідність складу. Використовують їх переважно при виробництві кондитерських виробів, безалкогольних напоїв, ароматичних сумішей.

Дуже поширеними є синтетичні інтенсивні підсолоджувачі. Вже більше двох століть в харчових виробництвах використовують сахарин (E954) або його солі (натрію, калію та кальцію). Він в 300...500 разів солодше цукру, не викликає карієсу, не засвоюється організмом, добре розчинний у воді, стійкий до факторів технологічного процесу, дешевий, легко синтезується. Недоліком сахарину є специфічний гірко-металевий присмак, тому його більше використовують у сумішах з іншими підсолоджувачами.

Цикламова кислота та її солі (E952) мають помірну солодкість ($K_{\text{сол}} = 20...30$), приємний смак, добре розчинні у воді, стійкі до нагрівання та зміни рН середовища. Проте тривале споживання продуктів з добавками цикламатів є небезпечним для здоров'я,

тому в Україні вони не дозволені до використання. Але в Росії та багатьох країнах Європи їх широко використовують при виробництві різноманітних напоїв, десертів, морозива, плодоовочевих консервів, соусів, жуйок, кондитерських виробів.

До «нового» покоління синтетичних підсолоджувачів, що набули популярності відносяться аспартам і ацесульфам калію. Аспартам (E951) в 200 разів солодше сахарози. Є дипептидом фенілаланіну і аспарагінової кислоти, тому в організмі людини легко метаболізується. У виробництві відомий також під назвами торгових марок: «Нутрасвіт» і «Санекта». Аспартам здатний підсилювати природний смак і аромат фруктів, особливо цитрусових. Його солодкість підсилюється в присутності кухонної солі, глутамату натрію, оцту. Виявляє синергізм при сумісному використанні з глюкозою, сахарином, сахарозою, цикламатами. Тому його часто використовують у суміші з цими речовинами. Основною сферою його застосування є виробництво безалкогольних напоїв на фруктовій, молочній основі та ароматичних сумішей, різноманітних десертів (зернових, молочних, овочевих, фруктових, яєчних та ін.); жуйок, морозива, джемів, варення, мармеладу, фруктових та овочевих консервів і пресервів, рибних маринадів і консервів, продукції з молюсків, соусів, кетчупів, гірчиці, кондитерських виробів.

Недоліками аспартаму є нестійкість до термічної обробки і тривалого зберігання, особливо при підвищених температурах. Крім того, продукти з аспартамом протипоказані хворим на фенілкетонурію, про що повинно бути вказано в маркуванні цих продуктів. Останнім часом активно проводиться пошук нових високоєфективних підсолоджувачів на основі аспартаму. Так, запропоновані алітам і супераспартам, які мають цукровий еквівалент 2000 та 55000 відповідно. Триває їх дослідження.

Ацесульфам калію (E950) відноситься до класу ароматичних сульфоспиртів. Відомий під торговою маркою «Сунетт». На відміну від аспартаму він досить стійкий до технологічних факторів, до зберігання, добре розчиняється у воді, хімічно інертний, не засвоюється, а тому не дає калорій, не виявлено його шкідливої дії на організм. Солодкість його в 180...200 разів вище сахарози. Використовується практично у всіх продуктах з

солодким смаком: напоях, десертах, морозиві, консервах, жуйках, кондитерських виробках.

Синтетичні підсолоджувачі виявляють синергізм у сумішах між собою, з цукрами, з цукрозамінниками, смаковими речовинами. Комбінуючи склад сумішей можна сформувати різні профілі смаку і досягти суттєвої економії цих компонентів. Тому зараз в харчовій промисловості широко використовують саме суміші, а не індивідуальні добавки.

Цукрозамінники – це речовини, які надають продуктам солодкого смаку, а також виконують і інші технологічні властивості цукру (маса, вміст сухих речовин, в'язкість...). Їх додають з метою здешевлення продукту шляхом заміни цукру або для усунення негативного впливу цукру на організм людини. В першому випадку найбільш поширеними заміниками є фруктоза, глюкозофруктозні і фруктозні сиропи, солодові екстракти. Ці заміники не вважаються харчовими добавками, тому що є традиційними компонентами продуктів. В другому випадку цукор замінюють, частіше за все, багатоатомними спиртами (поліолами): сорбітом, маннітом, ізомальтитом, мальтитом, лактитом і ксилітом. Їх засвоєння в організмі не потребує інсуліну, тому вони сприйнятливі для хворих на цукровий діабет. За ступенем солодкості вони близькі до сахарози або трохи поступаються їй. Суттєвим їх недоліком є обмежена розчинність у воді та відносно висока вартість.

Речовини, які регулюють структуру і консистенцію продуктів. Для збереження або створення необхідної структури і консистенції при виробництві продуктів широко використовуються різноманітні структуроутворюючі ХД: емульгатори, піноутворювачі, стабілізатори, драглеутворювачі, загусники, наповнювачі та інші.

Емульгатори, піноутворювачі та стабілізатори. До цієї групи відносяться ХД, які мають властивості поверхнево-активних речовин. Якщо основною метою внесення добавки є розподіл рідин, що не змішуються одна з одною, її називають емульгатором; в разі розподілу газової фази в рідині або твердій фазі – піноутворювачем; твердої фази в рідині – стабілізатором суспензії. Якщо ж метою внесення добавки є попередження руйнації емульсії або піни – стабілізатором емульсії або піни.

Найбільш чисельною групою є емульгатори. Їх поділяють на натуральні, натуральні модифіковані та синтетичні.

Серед натуральних емульгаторів найбільше поширення мають лецитини і сапоніни. Лецитини (E322) є природною сумішшю різних фосфоліпідів. Вони входять до складу олії маслинного насіння, яєчного жовтка, молочного жиру. Отримують переважно з соняшnikової, соєвої або рапсової олії. Використовують в кондитерському виробництві, хлібовипічці, виготовленні морозива, жуйок. Недоліком натуральних лецитинів є їх здатність змінювати колір (темніти) при термічній обробці та схильність до гідратації (замутніння). Для усунення цих недоліків лецитини піддають хімічній модифікації – переетерифікації оцтовою, лимонною та молочною кислотами. Модифіковані лецитини мають більш широкий спектр застосування. Сапоніни є основною складовою відвару мильного кореню, який використовується при виробництві халви.

До синтетичних емульгаторів відносяться моно- та дигліцериди жирних кислот, ефіри гліцерину, жирних та органічних кислот, амонійні солі фосфатиду, ефіри поліоксиетиленсорбітану, ефіри сорбітану, ефіри сахарози та жирних кислот, ефіри полігліцерину та жирних і рицинових кислот, лактилрати натрію та кальцію. Вони можуть використовуватися як індивідуально так і в сумішах між собою, з натуральними та модифікованими. Завдяки явищам адитивності та синергізму, які виявляються у сумішах, вдається отримати бажаний ефект при менших витратах.

Моно- та дигліцериди жирних кислот (E471) використовують при виробництві харчових жирів, маргаринів, майонезів, кондитерських кремів, жирових та шоколадних глазурей, морозива, десертів та інших продуктів як в сумішах з лецитинами, так і самостійно. Крім емульгуючої дії вони проявляють також функції стабілізаторів піни, пластифікаторів, водоутримуючих агентів.

Ефіри гліцерину, жирних та органічних кислот (оцтової, молочної, лимонної та винної) (E472 a...f) використовують як емульгатори, синергісти антиоксидантів, піноутворювачі, плівко- та глазурутворювачі, пластифікатори, водоутримуючі агенти. Їх додають при виробництві сосисок, варених ковбас для стабілізації жирової емульсії; морозива, десертів, соусів і сухих вершків – для

стабілізації піни; хліба та хлібобулочних виробів – для підвищення пористості.

Ефіри поліоксиетиленсорбітану (E432...E436) відомі ще під назвами «Твіни 20...80» або «полісорбати». Вони також є поліфункціональними добавками. В залежності від продукту вони можуть бути емульгаторами, стабілізаторами, піноутворювачами, антивспінювачами тощо. Основною сферою їх використання є виробництво маргаринів, харчових жирів, жиророзчинних ароматизаторів, морозива, десертів, кондитерських виробів.

Ефіри сорбітану (E491...E496) відомі також під назвою «Спени 20...80». Вони використовуються переважно при виробництві збитих продуктів, соусів, майонезів, маринадів, маргаринів, харчових жирів, шоколаду і шоколадних глазурей, борошняних кондитерських виробів, харчових ароматизаторів.

Лактилати натрію (E481) і кальцію (E482) додають при виготовленні м'ясних, жирових, хлібобулочних продуктів, кондитерських виробів, десертів, лікерів, жуйок тощо.

Загусники та драглеутворювачі. Загусниками називають добавки, які підвищують в'язкість харчових продуктів, а драглеутворювачами – ті, які при певних умовах утворюють гелі (драглі). За хімічною природою ці добавки є полімерами з лінійною або розгалуженою структурою і великою кількістю гідрофільних груп (частіше за все гідроксильних). В середовищі, де є вільна вода, вони набухають і сольватуються – утворюють гідратні оболонки з діполей молекул води навколо своїх полярних груп. Тобто вони є типовими гідроколоїдами. Знижуючи рухомість молекул води, вони суттєво збільшують в'язкість продукту. У випадку драглеутворювачів, окрім сольватації відбувається ще й утворення трьохмірної просторової сітки з молекул полімеру. Вода в такій сітці зовсім втрачає рухомість, а консистенція продукту стає замість рідкої – пружною.

Завдяки обмеженню рухомості води загусники і драглеутворювачі підвищують стійкість дисперсних систем (суспензій, емульсій, пін) тим самим виявляють властивості стабілізаторів, емульгаторів, водоутримуючих агентів, регуляторів активності води. Вони є поліфункціональними добавками. Причому, в різних умовах і продуктах вони можуть по-різному проявляти свої властивості, тому їх неможливо чітко розмежувати.

За походженням вони переважно є полісахаридами наземних рослин або морських водоростей. Виключенням є ксантанова та геланова камеді (мікробного походження) і желатин (тваринного походження). На ефективність прояву їхніх властивостей впливає велика кількість факторів: особливості молекул, склад харчового продукту, технологічний режим, умови зберігання.

Шляхом фізичної або хімічної обробки гідроколоїди легко модифікуються і змінюють свої властивості. При сумісному використанні загусники і драглеутворювачі можуть виявляти синергізм або іншим чином змінювати властивості, тому їх часто використовують саме у вигляді сумішей. В залежності від того, які властивості більше виявляють суміші їх називають стабілізаторами, стабілізаційними системами, стабілізаторами – загущувачами, стабілізаторами – емульгаторами тощо.

До найбільш поширених загусників відносяться камеді, модифіковані крохмалі та целюлоза. В якості желуючих агентів частіше використовують пектини, желатин, агарі, альгінати, карагінани та деякі камеді.

Характеристики цих речовин (крім желатину) були детально розглянуті у главі 5 (стор. 53 – 55), а тому тут не розглядаються.

Желатин має білкову природу на відміну від інших структуроутворюючих добавок. Його отримують термічним гідролізом колагеновмісної сировини (шкур, кісток, хрящів). При замочуванні у холодній воді він набухає, а при підігріванні до 65...70 °С – повністю розчиняється. При охолодженні нижче 35 °С розчини желатину утворюють прозоре еластичне желе, яке легко плавиться при підвищенні температури. Пружність і міцність гелю залежить від типу желатину, його концентрації, температури, терміну зберігання, рН, наявності солей та інших факторів. Комбінуючи ці фактори можна отримувати гелі від пастоподібного «ніжного» до пружного «гумоподібного».

Желатин добре засвоюється організмом, а тому в країнах ЄС він не вважається добавкою (не має індексу Е), а є харчовим продуктом. Харчова цінність його невисока через відсутність в його складі незамінної амінокислоти триптофану. Але желатин має здатність підвищувати харчову цінність інших білків, особливо білків м'яса. Тому його вміст у харчових продуктах не обмежується. Недоліком желатинових драглів є їхня плавкість при підвищенні температури і швидкий синерезис при зберіганні.

Як структуроутворююча добавка, желатини широко використовуються у виробництві м'ясних і рибних продуктів (консервів, пресервів, сальтисонів, холодців, м'ясокопченостей), соусів, желуючих заливок, для приготування фруктових желе, мармеладів, морозива, кремів, десертів, жуйок, кондитерських виробів, харчових концентратів (желе, пудингів) та інших продуктів. Крім цього, желатини використовують як стабілізатори піни, для виготовлення їстівних покриттів харчових продуктів та капсулювання лікувальних засобів, для освітлення та стабілізації вина, фруктових соків, як загущувачі, флокулянти, живильні середовища.

Речовини, що подовжують терміни придатності харчових продуктів. За характером захисної дії цю групу речовин поділяють на консерванти, антиокислювачі, синергісти антиокислювачів, водоутримуючі агенти, захисні гази, стабілізатори замутніння, плівкоутворювачі, речовини, що перешкоджають злежуванню та грудкуванню, ущільнювачі тощо.

Консерванти – це хімічні речовини, які здатні запобігати мікробіологічному псуванню продовольчої сировини і готових харчових продуктів як під час їх виготовлення, так і подальшого зберігання. В зв'язку з тим, що більшість консервантів є чужорідними для організму людини, вони використовуються в тих випадках, коли попередження псування іншими способами неможливе або неефективне. Крім того, обов'язковою вимогою до них є незмінність органолептичних характеристик продукту.

Не дозволяється вводити хімічні консерванти в продукти масового споживання, такі як: молоко, хліб, борошно, свіже м'ясо, спеціалізовані дієтичні продукти і продукти дитячого харчування, а також у вироби, які позначаються як «натуральні». Діючим харчовим законодавством заборонено також використовувати суміші хімічних консервантів, які містять більше двох речовин, при цьому сумарна концентрація консервантів у продукті не повинна перевищувати максимально допустиму концентрацію того консерванту, який має нижчу межу.

Представниками цієї групи є кухонна сіль, цукор, оцет, етанол, сорбінова і бензойна кислоти та їхні солі, двоокис сірки, похідні фенолу, антибіотики нізін, пімаріцин, диоксид вуглецю та інші.

Більшість консервантів виявляє антимікробну дію тільки у відношенні до певного збудника, тобто мають специфічний спектр дії. Універсальних консервантів, ефективно діючих на більшість збудників, не існує. Тому, крім сумісного використання речовин різного спектру антимікробної дії, часто поєднують вплив консервантів з іншими способами консервування (фізичними, фізико-хімічними, біохімічними).

Вибір консервантів, їхньої дози, способу обробки продукту залежить від багатьох факторів: виду та ступеню мікробіального забруднення, виду продукту, технології його виготовлення, бажаного терміну та умов зберігання та ін. Для забезпечення консервуючого ефекту обов'язковою умовою є рівномірне розподілення консерванту по всьому об'єму продукту. Кращим для цього способом є його розчинення (для рідких продуктів), розпорошення, занурення або розбризкування (для твердих), перемішування (для сипких та пластичних).

Антиокислювачі, їхні синергісти та захисні гази. Ці речовини запобігають псуванню продовольчої сировини і готових продуктів, зумовлене окисленням жирів, поліфенолів, вітамінів, білків, амінокислот та інших компонентів. Тим самим вони захищають харчові та кулінарні жири, м'ясні і рибні продукти від згіркнення; фрукти та овочі від потемніння; вина, пиво, соки і напої від замутніння та знебарвлення. Крім збереження споживчих характеристик продуктів, продовження термінів їх зберігання ця група ХД підвищує безпеку продуктів, тому що як проміжні (перекиси), так, і особливо, кінцеві продукти окислення (карбонільні сполуки) є високотоксичними речовинами, здатними викликати тяжкі наслідки для здоров'я людини.

Антиокислювачами (антиоксидантами, інгібіторами окислення) називають добавки, які уповільнюють процеси окислення. В залежності від виду антиокислювача його захисна дія може здійснюватися або шляхом перехоплення кисню, або радикалів, або руйнуванням сполук, що утворюються при окисленні. Самі антиоксиданти при цьому окислюються без утворення токсичних речовин. За походженням антиоксиданти поділяють на природні та синтетичні.

До природних відносяться аскорбінова кислота, поліфеноли і токофероли (вітаміни С, Р і Е). В Україні без обмежень

дозволяється використання аскорбінової кислоти та її натрієвої солі, α -, γ -, δ - токоферолів та їх суміші, а також лецитинів. Вони є звичними для організму людини, володіють лікувальними властивостями, підвищують цінність продуктів. Процес їх виділення, очищення та використання є значно складнішим ніж отримання їх синтетичних аналогів. Тому найбільше застосування в практиці знайшли саме синтетичні антиоксиданти.

Серед них найбільше поширення отримали похідні фенолу: бутилгідрооксианізол (БОА), бутилгідроокситолуол (БОТ), ізоаскорбінова (еріторбова) кислота та її натрієва сіль, трет-бутилгідрохінон та ефіри галової кислоти.

Аскорбінову кислоту (E300) і аскорбат натрію (E301) використовують як антиоксиданти, синергісти антиоксидантів, стабілізатори кольору, регулятори кислотності та вітаміни. В якості антиоксидантів і синергістів їх додають у жири, згущені та сухі молочні продукти, охолоджене та морожене рибне філе, в харчові ароматизатори і концентрати прянощів, продукти швидкого приготування, жувальні гумки, кондитерські вироби. Для запобігання ферментативному побурінню – в свіжі та сушені продукти з фруктів і овочів, фруктові і овочеві консерви, соки, заливки, свіжозаморожені та свіжі очищені фрукти, вина та пиво.

В м'ясні продукти вони додаються для підсилення дії і зменшення вмісту нітратів і нітритів. В упаковані під вакуумом харчові продукти – для попередження зміни їх кольору. В мінеральні води – для запобігання їх помутніння; в безалкогольні та сухі напої і кондитерські вироби – для заміни лимонної кислоти і вітамінізації виробів.

Токофероли, як природні антиоксиданти, отримують у вигляді концентрату суміші (E306) при виробництві рослинних олій, а використовують для продовження терміну зберігання тваринних і кулінарних жирів, сухих молочних продуктів, харчових ароматизаторів і жиророзчинних барвників (каротинів). Синтетичні препарати α -, γ -, δ – токоферолів (E307...E309) використовують частіше як синергісти, разом з іншими антиоксидантами, переважно в жирах і жировмісних продуктах. Найбільшу активність виявляє δ -токоферол. Проте синтетичні препарати майже не виявляють вітамінної дії.

Ефіри галової кислоти: пропілгалат (E310), октилгалат (E311) і додецилгалат (E312) використовують в якості антиоксидантів для рослинних олій, тваринних і кулінарних жирів та маргаринів. Їх антиоксидантна активність зменшується в такому порядку: додецил>октил>пропілгалат. Отримують їх хімічною модифікацією галової кислоти. Суттєвою їх перевагою є висока термостійкість, що дозволяє їх використовувати для захисту від окислення фритюрних жирів.

Бутилгідрооксианізол (E320, БОА), бутилгідрокситолуол (E321, БОТ, іонол) і трет-бутилгідроксінон (E319, т-БГХ) є синтетичними антиоксидантами на основі фенолу, тому їх ще називають антиоксидантами фенольного типу. Вони широко використовуються для консервування жирів і жиромісних продуктів завдяки їх високій ефективності, термостійкості, ефекту «абсолютного розподілу» в продукті, дешевизні, здатності виявляти синергізм з іншими антиоксидантами і деякими кислотами. В тих концентраціях, які забезпечують ефект захисту (0,01...0,02% від маси продукту), вони безпечні для людини.

Бутилгідрооксианізол є більш ефективним у тваринних жирах і продуктах з їх використанням. Бутилгідрокситолуол, навпаки, більш ефективний у рослинних оліях, особливо соняшникової і бавовникової. Особливо ефективною є їхня суміш у співвідношенні 1:1, але, в зв'язку з заборонаю, їх використовують в сумішах з синергістами (кислотами, токоферолами, метіоніном, лецитинами). Такі суміші на основі БОА добре стабілізують тваринні жири і жиромісні продукти, жири риб і рибопродукти, харчові концентрати, сухі сніданки тощо. Суміші на основі БОТ захищають від окислювального псування рослинні олії, жирові молочні продукти і вершкове масло, маргарини, топлені жири, кулінарні і кондитерські жири та інші. Трет-бутилгідроксінон переважно використовують для стабілізації олій, жирів риби і рибопродуктів, м'яса свійської птиці, ефірних олій та жирових ароматизаторів, продуктів швидкого приготування та сухих сніданків.

Синергістами антиокислювачів вважають речовини, які самі не виявляють антиокислювальні властивості (або виявляють дуже слабо), але суттєво підвищують дію інших антиокислювачів. До цієї групи відносяться або кислоти, або комплексуютьоровачі.

Синергічна дія кислот полягає в тому, що вони дисоціюючи стають донорами водню, який відновлює (регенерує) антиокислювачі. А комплексоутворювачі «допомагають» антиокислювачам тим, що утворюють комплекси з іонами металів, що присутні в продуктах, і є каталізаторами процесів окислення.

Найбільш поширеними синергістами є: лимонна кислота (E330) і її солі – цитрати (E331...E333, E345, E380); винна кислота (E334) і її солі – тартрати (E335...E337, E354); молочна кислота (E270) і її солі – лактати (E325...E329); ортофосфорна кислота (E338), її солі – фосфати (E339...E341), трифосфати (E451), поліфосфати (E452); пірофосфати (E450), глюконова кислота (E574), її солі та похідні (E575...E578); етилендіамінтетраацетат кальція-натрія (E385), етилендіамінтетраацетат дінатрій (E386); лецитин (E322).

Захисними газами називають індивідуальні гази або їх суміші, які захищають продукти від шкідливої дії оточуючого середовища, як правило, від окислення киснем повітря. Збереження продуктів в атмосфері захисних (інертних) газів, хоча і потребує газонепроникних пакувальних матеріалів і додаткового обладнання, проте воно захищає продукти не тільки від окислення і ферментативного побуріння, а й від аеробної мікрофлори. Тому терміни зберігання в такому «пакуванні з регульованою атмосферою» зростають в декілька разів.

В якості захисних газів частіше всього використовують двоокис вуглецю (E290), азот (E941), окис азоту (E942) і, в значно меншій мірі, аргон (E938), гелій (E939). Захисну регульовану атмосферу використовують або при бункерному зберіганні великих мас плодів, овочів, горіхів, борошна, круп, чаю, прянощів, або при зберіганні продуктів в споживчому пакуванні, заповненому захисними газами: плоди, овочі, м'ясо, риба, м'ясо птиці, сири, соки, напої, напівфабрикати м'ясних, рибних, жирових продуктів, макаронні вироби, продукти швидкого приготування. Захисні гази частіше використовують у вигляді сумішей, до складу яких входять двоокис вуглецю, азот та кисень. Їх співвідношення в складі сумішей може коливатися в значних межах залежно, від виду продуктів, виду пакувальних матеріалів, режимів та термінів зберігання.

Ущільнювачі, водоутримуючі агенти та речовини, що перешкоджають злежуванню та грудкуванню сипких продуктів.

Ущільнювачі – це речовини, які поліпшують структуру та зовнішній вигляд консервованих плодів і овочів. Для запобігання розварювання, втраті форми рослинної сировини під час термічної та холодильної обробки (бланшування, пастеризація та стерилізація, сушіння нагріванням або виморожуванням) її обробляють речовинами, які ущільнюють рослинні тканини. З цією метою застосовують солі органічних та деяких неорганічних кислот з полівалентними металами (кальцієм, магнієм та алюмінієм): ацетати, лактати, цитрати, тартрати, фосфати, поліфосфати, сульфіти, карбонати, хлориди. Вони використовуються як індивідуально, так і в сумішах. Механізм ущільнюючої дії цих добавок полягає в тому, що солі в водному середовищі дисоціюють, вивільняючи іони металів. Останні взаємодіють з пектиновими речовинами, утворюючи пектати, які перешкоджають переходу пектинів в розчинний стан.

Вибір виду ущільнювача та його дозування залежить від виду сировини, характеру і тривалості термообробки, розчинності та активності добавки, від жорсткості води та інших факторів, тому їх визначають емпіричним шляхом. Попередню обробку сировини проводять шляхом її занурення на короткий час в розчин. Під час термообробки відбувається стабілізація пектинів і попереджаються зміни консистенції продукту.

Водоутримуючі агенти мають властивість змінювати активність води (a_w) і попереджати висихання продукту, запобігати тим самим зміні його структури та консистенції. Це переважно гігроскопічні речовини з класу цукрів та їх похідних (глюкоза, інвертний цукор, глюкозо-фруктозні сиропи, гліцерин, сорбіт, мальтит, триацетин, пропіленгліколь та інші) або гідроколоїди (пектини, альгінати, агарини, камеді, модифікатори крохмалю і целюлози, фосфати). Ефективність дії цих добавок можна підсилити застосуванням герметичного пакування, охолодженням, регулюванням вологості середовища.

До речовин, що перешкоджають злежуванню та грудкуванню сипких продуктів відносять ті, що адсорбують зайву вільну вологу продукту або створюють навколо його часток захисні прошарки, тим самим запобігають їх злипанню та зберігають сипкі властивості продукту. При зберіганні великих мас порошкоподібні продукти (сіль, цукрова пудра, прянощі, приправи, сухі суміші для морозива, сухі напої, фруктові та овочеві порошки тощо) мають

властивість злежуватися, зпресовуватися, а при підвищеній вологості продукту – грудкуватися і навіть утворювати моноліт. В умовах виробництва це створює певні проблеми при дозуванні, змішуванні, фасуванні, розчиненні та інших технологічних операціях.

Найбільш поширеними добавками цієї групи є: карбонати кальцію (E170), натрію (E500), магнію (E504), фосфати кальцію (E341) та магнію (E343), фероціаніди натрію (E535), калію (E536), кальцію (E538), силікати натрію (E550), калію (E560), кальцію (E552), магнію (E553), алюмосилікати (E554...E557), бентоніт (E558), манніт (E421), целюлоза (E460), солі жирних кислот (E470).

Стабілізатори замутніння (стабілізатори суспензій) – це речовини, які запобігають руйнуванню суспензій, підтримують у завислому стані дрібнодисперсні часточки замутнених рідин. Такими суспензіями є фруктові та овочеві соки з м'якоттю, нектари, ароматизовані безалкогольні напої, молочні та інші напої з наповнювачами і т. ін. Запобігання осадженню, або підняттю на поверхню частинок суспензії дозволяє зберігати необхідну структуру, однорідну консистенцію і реологічні властивості.

Механізм стабілізуючої дії може бути різний: підвищення в'язкості рідини, емульгування (створення захисних плівок), нейтралізація поверхневих зарядів. Для більшості видів харчових суспензій ефективними стабілізаторами замутніння є загусники (альгірати, камеді, пектини, модифіковані целюлози) та емульгатори (моно- і дигліцириди жирних кислот, поліфосфати, камеді).

Речовини, що прискорюють та полегшують проведення технологічних процесів. До цієї, достатньо чисельної групи ХД, відносять речовини, які використовуються під час технологічного процесу виготовлення продукту для досягнення певної мети: регулювання рН середовища, гасіння піни, регулювання швидкості процесу, розпушування, диспергування, розчинення, очищення, освітлення, осушення тощо. Після виконання своєї технологічної функції вони або видаляються з готового продукту (екстрагенти, очищувачі шкірки плодів, каталізатори...), або руйнуються в ході процесу (розпушувачі, охолоджувачі, живильні розчини...), або залишаються в продукті і споживаються разом з ним (регулятори

pH, піногасники, емульгуючі солі, наповнювачі, засоби для капсулювання та таблетування...).

Ця група налічує двадцять технологічних класів. Частина з них, ті, що можуть виконувати декілька функцій (регулятори кислотності, емульгатори, стабілізатори, драглеутворювачі, водоутримуючі агенти), а також ферменти та компоненти живильного середовища були вже розглянуті в цій главі або в попередніх.

Антивспінюючі агенти та піногасники. Під час виконання багатьох технологічних процесів (перемішування, фільтрування, перекачування, дозування та розлив) в середовищах, що містять білки, жири, крохмаль та інші речовини, утворюються стійкі піни, які заважають проведенню процесів. Для попередження піноутворення в середовище вводять антивспінюючі агенти, які витискують піноутворювачі з границі між газовою та рідкою фазою і тим запобігають утворенню стійкої піни. Піногасники використовують для руйнації піни, яка вже утворилася.

Властивостями негативно впливати на процес піноутворення володіють багато речовин. Серед них жирні кислоти (E570), спирти та їхні ефіри (Твіни E432...E436 і Спени E492...496), моно- та дигліцериди (E471), полісілоксани (E900), парафіни і вазеліни (E905), поліетиленгліколь (E1521) та інші. Застосовуються вони в біотехнологіях, цукровому, крохмальопатоковому, молочному, м'ясному, жировому, кондитерському виробництвах, при консервуванні плодів і овочів, виготовленні сухих сніданків, супів, соусів, розчинного кофе, при розливі в споживчу тару соків, напоїв тощо.

Емульгуючі солі або солі – плавителі використовують в процесі виробництва харчових продуктів для отримання стійких гомогенних мас, які містять у своєму складі компоненти, що погано або зовсім не змішуються: воду, жири, білки. На відміну від типових емульгаторів емульгуючі солі виявляють свої властивості опосередковано – вони утворюють з компонентами продукту (частіше всього з білками) проміжні сполуки, які забезпечують утворення однорідних за консистенцією мас. Такі солі широко використовуються при виготовленні плавлених сирів, м'ясних та рибних фаршів, ковбасних виробів, згущених молочних продуктів та ін. Крім фосфатів, три-, піро- та поліфосфатів, з цією

ж метою використовують лактати, тартрати і цитрати натрію, калію, магнію та амонію.

Речовини, що полегшують фільтрування використовують в багатьох харчових виробництвах, в яких технологічні процеси передбачають операції фільтрування, сепарування, центрифугування та інші для видалення замутиючих компонентів. Механізм їхньої дії може бути різним. Одні з них – допоміжні фільтруючі матеріали – надають основному фільтру додаткову міцність або регулюють розмір його шпарин. Інші утворюють на фільтрі додатковий фільтрувальний шар або розрихлюють шар на фільтрі і тим самим підвищують його пропускну здатність.

Суттєво впливають на процес фільтрування також речовини, що можуть виявляти оклеюючу (освітлюючу) дію – здатність утворювати в тонко дисперсних системах пластівці або інші конгломерати і прискорювати їх коагуляцію (флокуляцію). Прискорюють фільтрування і добавки речовин, що знижують в'язкість фільтрувальних розчинів. Сприяє пришвидшенню фільтрування і обробка розчинів деякими ферментами, адсорбентами, комплексоутворювачами тощо.

До цього технологічного класу відносяться добавки : активоване вугілля (E152), рослинне вугілля (E153), бентоніт (E558), двоокис кремнію (E551), тальк (E553), алюмосилікат (E559), агари, карагенани, пектини, целюлоза, таніни (E181), фітин (E391), фероціаніди натрію, калію, кальцію (E535, E536, E538), поліоксетилен, желатин, полівініл- та полівінілполіпіролідон (E1201, E1202) та інші.

Екстрагенти – це речовини, що сприяють вилученню з сировини необхідних компонентів. За їх допомогою, наприклад, здійснюють виробництво олій, цукру, натуральних ароматичних, фарбувальних речовин, екстрактів хмелю, солодки тощо. Екстракцію використовують як для отримання цільових продуктів, так і для видалення небажаних – наприклад, для зменшення в продуктах вмісту алкоголю, нікотину, кофеїну, жиру.

В якості екстрагентів найчастіше використовують воду; харчові олії; етиловий спирт та його аліфатичні гомологи; екстракційні бензини; окремі вуглеводні та їх галогенопохідні: пропан (E944), бутан (E943), гексан, циклогексан, дихлорметан, дихлоретан, тетрафторетан; кетони: ацетон, метилетилкетон; ефіри: діетилловий,

метилацетат, етилацетат, бутилацетат, етилцитрат; зріджений двоокис вуглецю (E290).

Засоби для зняття шкірки з фруктів і овочів є хімічними речовинами, як правило, лужного характеру, які значно послаблюють зв'язок між покривними та паренхімними тканинами фруктів і овочів, завдяки чому шкірочка легко видаляється. Такий спосіб обробки плодів отримав назву хімічного очищення (лужного очищення). Він переважно використовується при виготовленні деяких видів консервів з персиків, абрикос, слив, груш, яблук, а також томатів, огірків, моркви, білого кореня, картоплі.

Обробку плодів засобами для очищення проводять при підвищених температурах (від 50 до 100 °C) протягом від 2-х до 15-ти хвилин в залежності від виду сировини, температури та способу обробки. Під дією засобів і температури шкірка лопається і відстає від м'якоті плодів, а тому легко змивається або очищується. Очищені плоди промивають і обробляють речовинами, що нейтралізують очищувальні засоби (в разі лужного очищення – кислотами).

Серед очищувальних засобів найбільше поширення здобули гідроксиди натрію (E524) та калію (E525), карбонати натрію (E500), галуни алюмо-натрієві (E521), алюмо-калієві (E522) та алюмо-амонієві (E523), сульфат алюмінію (E520).

Розчинники, розбавителі та носії знаходять застосування в харчових виробництвах для підвищення точності, безпечності та зручності відмірювання, внесення та рівномірного розподілу малих доз добавок антиокислювачів, харчових ароматизаторів, фарбувальних речовин та фіксаторів кольору, для стандартизації складу і властивостей (барвники, драглеутворювачі), для захисту від негативних впливів середовища (вітаміни), для запобігання зволоження, розпорошення та інших цілей. Ці речовини самі не виконують ніяких технологічних функцій, є інертними до компонентів продукту. З цією метою застосовують модифікати крохмалю (E422), сорбіт, манніт, хлориди, сульфати, карбонати, силікати, алюмосилікати, бентоніт, жирні кислоти, касторову олію (E1520), вазелін і парафін, ланолін (E913), триацетин (E1518), пропіленгліколь (E1520), поліетиленгліколь (E152).

Диспергуючі агенти або диспергатори використовують в деяких харчових технологіях для утворення стійких багатокомпонентних колоїдних систем (мікродисперсій). Завдяки цим речовинам вдається отримувати надтонкі мікродисперсії з розміром часток від 10 до 100 нм. Ця група складається з добавок двох типів: солюбілізаторів та інстантизаторів.

За допомогою солюбілізаторів створюють мікроемульсії води у жирах або олій у воді. Так, при їх використанні можна виготовляти прозорі безалкогольні напої з ароматизаторами на ефірних маслах або інших нерозчинних у воді основах.

Інстантизатори знайшли застосування у виробництві сухих харчових продуктів: молока, вершків, безалкогольних напоїв, розчинного кофе та інших. Добавки до цих продуктів інстантизаторів прискорюють їх розчинення при використанні та утворюють стійкі емульсії.

До групи диспергуючих агентів відносяться: лецитин, солі жирних кислот, сорбінати, полісорбінати, моно- і дигліцериди жирних кислот, ефіри полігліцерина і жирних кислот, лактати кальцію (E482).

Каталізатори гідролізу та інверсії – це кислоти або ферменти, які каталізують процеси спрямованої і контрольованої деструкції білків, вуглеводів та інших біополімерів. Так, за допомогою соляної (E507), сірчаної (E513) або оцтової кислот (E260) гідролізують крохмаль для отримання декстринів, мальтоолігосахаридів, мальтотриози, мальтози, глюкози, а також глюкозних та мальтозних сиропів. При кислотному гідролізі сахарози утворюється суміш глюкози і фруктози, яку називають інвертним цукром, а сам процес – інверсією сахарози. Продукти гідролізу крохмалю і сахарози використовують як рецептурні компоненти або добавки при виготовленні багатьох харчових продуктів.

Білоквмісну сировину за допомогою соляної кислоти гідролізують до поліпептидів, пептидів та амінокислот. Суміші цих продуктів (білкові гідролізати) або окремі компоненти широко використовують як збагачувачі або смакоароматичні добавки та підсилювачі у виробництві бульйонних кубиків, продуктів швидкого приготування, приправ, прянощів тощо. В якості

сировини беруть відходи олійного, м'ясного, крохмальопатокowego, спиртового та інших харчових виробництв.

Крім названих вище кислот в якості каталізаторів гідролізу використовують молочну кислоту (E270), лимонну (E330), винну (E334), фосфорну (E338), оксиди натрію, кальцію і магнію (E529, E530), гідроксиди натрію і калію (E524, E525), а також амілази (E1100), протеази (E1102), інвертази (E1103) та ліпази (E1104).

Біологічно активні добавки. Чисельні дослідження зарубіжних і вітчизняних науковців переконливо довели аліментарний характер більшості «хвороб цивілізації»: ожиріння, атеросклерозу та інших серцево-судинних недугів, онкологічних, алергічних. Вони є наслідком порушень харчового статусу населення, головними з яких є:

- надлишкове споживання легко засвоюваних вуглеводів (цукор, кондитерські вироби, солодкі напої тощо);
- надлишкове споживання тваринних жирів (жирні яловичина, баранина, свинина, сало, кулінарні та кондитерські жири, їжа з «fast food»);
- нестача у раціоні повноцінних тваринних білків (молока, м'яса, риби);
- нестача вітамінів (А, В₁, В₂, С, Е, F, фолацину, β-каротину);
- дефіцит кальцію, заліза та мікроелементів (Se, Zn, J, F);
- нестача харчових волокон.

Ефективним шляхом вирішення цієї надзвичайно важливої проблеми є виробництво та використання біологічно активних добавок до їжі (БАДів), що представляють собою концентрати природних біологічно активних речовин у найбільш зручних для засвоєння формах. За призначенням БАДи поділяють на три групи: нутрицевтики, парафармацевтики і пробіотики (еубіотики). Найбільш поширеною є перша група.

Нутрицевтики – БАДи, що використовуються для корекції хімічного складу їжі. Вони є збагачувачами раціону по тих компонентах, яких недостає організму людини. Тому їх поділяють на:

- добавки переважно повноцінних білків та незамінних амінокислот;
- добавки переважно есенціальних жирних кислот, ліпідів, жиророзчинних вітамінів і каротинів;
- добавки переважно біологічно активних оліго- та полісахаридів;

- джерела водорозчинних вітамінів і мінеральних речовин;
- джерела переважно харчових волокон.

Використання нутрицевтиків в якості доповнення до раціону дає можливість ліквідувати дефіцит есенціальних факторів харчування, спрямовано корегувати процеси метаболізму речовин в організмі, підвищувати його опірність інфекційним захворюванням та шкідливим факторам оточуючого середовища, блокувати та виводити з організму токсичні речовини, індивідуалізувати харчування. Для кращого засвоєння їх рекомендується приймати разом із їжею, у першій половині дня.

Парафармацевтики – БАДи, що використовують для профілактики, допоміжної терапії та підтримки у фізіологічних межах функціональної активності органів і систем організму. До цієї групи відносяться деякі органічні кислоти, біофлавоноїди, кофеїн, регуляторні пептиди та інші мінорні компоненти їжі. За їх допомогою можливо регулювати секреторну і травну функцію, склад та активність мікрофлори ШКТ, діяльність нервової системи. Парафармацевтики оказують імуномодельуючу, антиоксидантну, радіопротекторну і адаптогенну дію, підвищують стійкість до інфекцій та шкідливих факторів.

Пробіотики- БАДи, які включають до свого складу мікроорганізми, що входять до нормальної мікрофлори ШКТ (біфідобактерії і лактобацили), а також їх структурні компоненти, метаболіти та інші речовини.

За їх допомогою вирішуються такі завдання:

- пригнічення розвитку потенційно небезпечної мікрофлори;
- стимуляція розвитку корисної мікрофлори;
- підвищення ступеню засвоєння їжі та синтезу незамінних факторів харчування;
- нормалізація рН у ШКТ та нейтралізація токсичних речовин;
- зниження синтезу холестерину та жовчних кислот;
- стимулювання імунної системи та підвищення адаптаційних ефектів.

Як і лікувальні препарати БАДи випускаються у вигляді пігулок, капсул, порошків, екстрактів. Але, на відміну від ліків, концентрація діючої речовини, або їх комплексу, у БАДах значно нижче, тому їх вплив є «м'яким», а позитивна дія проявляється поступово, через тривалий час.

Досвід розвинутих країн засвідчує, що широке застосування БАДів разом з їжею, або в складі харчових продуктів, дозволяє ефективно долати проблему мікронутрієнтного дефіциту.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Визначення основних понять «харчова добавка», «технологічна добавка», «біологічно активна добавка», «комплексні харчові добавки», «оцінка токсичності ХД» тощо.
2. Основні цілі використання харчових і біологічно активних добавок.
3. Класифікація харчових добавок за різними ознаками.
4. Характеристика основних груп харчових барвників.
5. Характеристика основних груп харчових ароматизаторів, смакових речовин та підсилювачів смаку і аромату.
6. Характеристика основних груп харчових емульгаторів.
7. Характеристика загусників харчових мас та драглеутворювачів.
8. Характеристика основних груп харчових консервантів, антиокислювачів та їх синергістів.
9. Характеристика основних груп харчових ущільнювачів, водоутримуючі агенти та добавки, що перешкоджають злежуванню та грудкуванню сипких продуктів.
10. Основні групи технологічних добавок. Охарактеризуйте регулятори кислотності, піногасники та антивспінюючі агенти, емульгуючі солі та речовини, що полегшують фільтрування.
11. Дайте характеристику основним екстрагентам, засобам для зняття шкірки з плодів, розчинникам, розбавителям та носіям.
12. Поясніть механізм дії та охарактеризуйте диспергуючі агенти, ферменти, каталізатори гідролізу та інверсії, що застосовуються у харчових виробництвах.

Тема 9. ЯКІСТЬ ТА БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Термінологічний словник

- 1. Якість** – ступінь, до якого сукупність характеристик задовольняє вимоги (за стандартом ISO 9000:2000).
- 2. Якість продукції** – сукупність характеристик продукції, які стосуються її здатності задовольняти встановлені і передбачені потреби (за ДСТУ 2925-94).
- 3. Якість харчового продукту** – ступінь досконалості властивостей та характерних рис харчового продукту, які здатні задовольнити потреби (вимоги) та побажання тих, хто споживає або використовує цей харчовий продукт (за ст.1 ЗУ «Про безпечність і якість харчових продуктів»).
- 4. Показник якості продукції** – кількісна характеристика однієї або кількох властивостей продукції, що відображають її якість.
- 5. Життєвий шлях продукції (ЖШП)** – певний проміжок часу, що охоплює увесь цикл, починаючи від зародження ідеї продукції до її використання та утилізації, включаючи проектування, виготовлення, зберігання та реалізацію.
- 6. «Петля якості» (або «спіраль якості»)** – концептуальна схема, що відображає послідовність та взаємозв'язок етапів життєвого шляху продукції.
- 7. Управління якістю продукції (УЯП, менеджмент якості)** – скоординовані дії персоналу, котрі забезпечують створення і виготовлення продукції, що повністю задовольняє споживача при мінімальних затратах праці, матеріалів і енергії.
- 8. Системний підхід** – підхід, за якого УЯП розглядається як система постійно діючих заходів, спрямованих на оптимальне врахування і збалансування усього комплексу чинників, що впливають на процес формування та забезпечення якості продукції.
- 9. Система управління якістю продукції (СУЯП, СМЯП)** – система організаційних, економічних, кадрових та соціальних заходів, яка дає змогу встановлювати політику та цілі щодо якості продукції і досягати їх.
- 10. Технічний контроль якості продукції** – перевірка технічних характеристик продукції на їх відповідність встановленим

нормативним вимогам, яка проводиться спеціально підготовленою і уповноваженою на то особою або підрозділом підприємства.

11. Випробування продукції – всебічне дослідження характеристик продукції за певною методикою з метою її вдосконалення.

12. Оцінка рівня якості продукції – процедура визначення кількісної характеристики продукції у порівнянні її з аналогічною продукцією, що прийнята за базовий зразок.

13. Кваліметрія – галузь науки, предметом якої є розробка та використання методів об'єктивної кількісної оцінки якості продукції.

14. Сертифікація – процедура, за допомогою якої визначений в установленому порядку орган документально засвідчує відповідність продукції встановленим для неї вимогам.

15. Схема (модель) сертифікації – склад і послідовність дій третьої сторони під час проведення сертифікації відповідності.

16. Безпечність харчових продуктів – сукупність властивостей харчових продуктів, що гарантує їх безпеку.

17. Небезпека – потенційне джерело шкоди для здоров'я людини.

18. Небезпечний чинник – вид небезпеки з конкретними ознаками.

19. Ризик – сукупність ймовірності виникнення небезпечного чинника та ступеня тяжкості його наслідків;

20. Аналіз ризиків – процес збирання і оцінювання інформації стосовно ризиків і умов, які сприяють їх виникненню, з метою визначення тих із них, які є суттєвими для безпечності харчових продуктів

21. Система НАССР – система управління безпечністю харчових продуктів, яка передбачає систематичну ідентифікацію, оцінювання і управління чинниками, що впливають на безпечність харчових продуктів.

22. Критична точка контролю (КТК) – об'єкт або етап технологічного процесу (сировина, операція, робоче місце або умови процесу), на якому можливе управління небезпечним чинником і який має суттєве значення для запобігання, усунення або мінімізування ризику щодо безпечності харчового продукту.

23. НАССР – план – документ, підготовлений у відповідності до принципів НАССР для забезпечення управління суттєвими ризиками в рамках сфери застосування системи НАССР;

24. Ідентифікація продукції – це процедура підтвердження відповідності органолептичних, біологічних, фізичних та хімічних параметрів і властивостей, специфічних для даного виду харчового продукту, тим параметрам і властивостям, які зазначають під час етикетування цього харчового продукту. Також це процедура підтвердження відповідності продукту загальноновизнаній назві даного виду продукту, торговельної марки і комерційного (фірмового) найменування.

25. Фальсифікація продукції – дії, спрямовані на введення в оману замовника (отримувача, споживача) шляхом підробки продукції з корисливою метою.

Методичні поради до вивчення теми

По мірі зростання конкуренції на вітчизняному продовольчому ринку необхідність забезпечення якості та безпечності харчових продуктів стає все більш актуальною. Для розуміння важливості і гостроти цієї проблеми на сучасному етапі необхідно з'ясувати чому її вирішення вкрай важливе для реалізації намірів України щодо європейської та світової інтеграції, чому для цього потрібен системний підхід, чому головною умовою її вирішення є створення ринкового конкурентного середовища.

Ефективне управління якістю можливе лише за умов системного підходу до неї. Треба вивчити досвід розробки та впровадження вітчизняних СУЯП, з'ясувати чому він не міг забезпечити успішного вирішення проблеми якості. Які підходи використовувались в економічно розвинених країнах Європи, в США, Японії та інших. В чому відмінність цих підходів. Що саме необхідно використати з вітчизняного та світового досвіду з управління якістю зараз в Україні для швидкого та ефективного вирішення проблеми?

Щоб ефективно управляти процесом формування та забезпечення якості необхідно добре знати фактори, які впливають на цей процес на різних стадіях життєвого шляху продукції. Для цього потрібно вивчити стадії ЖШП і фактори, що створюють найбільший вплив на процес формування якості. Основними з них є: маркетингові дослідження потреб споживачів, аналогів продукції; досягнення науки, техніки та технології в харчових

виробництвах; якість проектування та розробки продукції; якість пакування, маркування, транспортування та зберігання продукції.

Треба засвоїти також класифікацію і характеристику методів управління якістю в залежності від об'єкту, від критеріїв та показників оцінювання, галузі їх використання, переваги та недоліки, а також методів визначення показників якості харчової сировини і продуктів.

Найбільш поширеними в практиці є органолептичні та інструментальні методи. В залежності від типу оцінюваної продукції (однорідна або неоднорідна) використовуються різні методики розрахунків, тому треба знати особливості плодово-овочевої та м'ясної консервованої продукції як об'єкту кваліметричної оцінки.

На сучасному ринку харчових продуктів користується попитом споживачів тільки якісна і конкурентоспроможна продукція, а тому вітчизняні виробники повинні постійно оцінювати та забезпечувати високий рівень якості при відносно низьких витратах. Для цього необхідно знати систему критеріїв і показників для оцінки рівня якості і конкурентоспроможності, знати класифікацію і сутність різних методів.

В зв'язку з необхідністю гармонізації вітчизняної системи оцінки відповідності до європейської в Україні з 2001 року розпочата широкомасштабна та радикальна перебудова діючої системи сертифікації продукції. Тому необхідно з'ясувати поняття та види, порядок і процедуру проведення сертифікації харчової продукції в УкрСЕПРО.

При вивченні питань безпечності треба ретельно розібратися в причинах зростання ризиків від споживання харчових продуктів, вивчити види і джерела небезпек та шляхи їхньої мінімізації, основні небезпечні чинники, що мають місце у харчовому виробництві, вітчизняний та зарубіжний досвід вирішення проблем безпечності, концепцію НАССР та системи управління безпечності харчових продуктів на її основі. Особливу увагу треба звернути на характеристику біологічних небезпечних чинників (харчові токсикоінфекції та інтоксикації), основних груп токсичних забруднювачів (важкі метали, пестициди, природні токсиканти, радіонукліди тощо).

Особливу небезпеку для споживачів представляють фальсифіковані (підроблені) харчові продукти. Існує багато різновидів фальсифікації (видова, якісна, кількісна, вартісна, інформаційна, комплексна). Головну небезпеку створює імітація натуральності і належної якості продукту шляхом використання нехарчових компонентів, синтетичних добавок або спеціальної обробки для приховування ознак псування та виробничих дефектів.

Важливо знати основні критерії натуральності (справжності) основних продуктів та методи їх визначення. До основних критеріїв відносяться: хімічний склад і фізичні властивості продукту (вміст макро- і, особливо, мікронутриєнтів, характерні фізичні константи), сорт і район походження, метод виробництва, вид і спосіб пакування та інші. Відповідність продукції, що ідентифікується, даним критеріям перевіряється різними методами, серед яких переважають органолептичні (експертні) та інструментальні. Для кожної товарної групи розроблені специфічні ефективні експертні методи, що дозволяють з високою ймовірністю ідентифікувати фальсифіковану продукцію, визначити спосіб фальсифікації та ступінь ризику для споживача при використанні такої продукції.

Останнім часом суттєво загострилось питання безпечності генномодифікованої харчової продукції, яка набуває значного поширення. Інженер-технолог харчових виробництв повинен мати уяву про таку продукцію, знати сутність методів отримання трансгенної сировини, потенційні ризики для споживача від її використання у виробництві продуктів харчування, методи ідентифікації генномодифікованої сировини і харчової продукції.

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Якість харчових продуктів. Як засвідчує досвід розвинутих країн, в умовах жорсткої ринкової конкуренції вимоги до якості постійно зростають. Саме якість продукції стає вирішальним фактором конкурентоспроможності на ринку, тому забезпечення високої якості в цих країнах перетворилося на головний напрям їх соціально-економічного розвитку. Проблема якості є актуальною для всіх країн, а особливо, для країн, що розвиваються, до яких

відноситься в даний час Україна. Її інтеграція в міжнародні та регіональні економічні структури буде мати обов'язковим наслідком жорстку конкуренцію не тільки на міжнародних, а й на власному, внутрішньому ринку з провідними світовими виробниками. Для того щоб витримати боротьбу з такими «опонентами» нашим підприємствам необхідно засвоїти досвід виробників багатьох країн у вирішенні проблеми якості, в першу чергу Японії, Німеччини, країн Південно-східної Азії та ін..

Щоб успішно подолати цей надзвичайно важкий шлях, українським харчовим підприємствам, в особі їх керівників і інженерного персоналу, необхідно добре розуміти значення якості, умови її формування та забезпечення, досконало володіти великим арсеналом методів управління якістю продукції і ефективністю виробництва.

Якість продукції є багатогранною і суперечливою категорією. Вона має фізичні, технічні, економічні, соціальні та інші аспекти. Інженер-технолог харчового виробництва повинен розуміти, що якість продукції завжди є компромісом між бажаним і можливим, тому його завданням стає пошук оптимального співвідношення між характеристиками продукції, між якістю та продуктивністю і ефективністю виробництва, між якістю і ціною, між якістю та потребами ринку.

Якість продукції залежить від багатьох чинників. Їх поділяють на чотири групи: технічні, організаційні, економічні та суб'єктивні. Стосовно харчових продуктів до першої групи відносяться: досконалість рецептури та складу, якість нормативної та технологічної документації, якість вихідної сировини, супутніх матеріалів, якість технології виготовлення і технологічного обладнання. До другої групи відносяться: розподіл праці, спеціалізація, форма організації виробничих процесів, форми і методи контролю продукції та процесів, організація зберігання, транспортування сировини і продукції. Серед економічних чинників найбільш впливовими є ціна, собівартість, форми і рівень заробітної плати, рівень втрат і відходів, рівень продуктивності праці та інші. До суб'єктивних чинників належать: рівень кваліфікації та якість праці персоналу, обізнаність та поінформованість в питаннях якості, рівень відповідальності за результати

праці, мотивація праці, фізіологічні та психофізичні характеристики працівників тощо.

Кожен вид продукції проходить певний цикл (життєвий шлях продукції, ЖШП) починаючи від зародження її ідеї до використання та утилізації. В Україні його поділяють на чотири етапи: розробка (проектування) продукції; виробництво; обіг продукції (зберігання, транспортування, реалізація); використання (експлуатація, споживання). В європейських країнах, США, Японії виділяють більшу кількість етапів. Концептуальна схема, що вказує на послідовність та взаємозв'язок етапів ЖШП називається «петлею якості» (або «спіраллю якості»).

На кожному з етапів ЖШП, певна сукупність чинників вносить свій вклад в формування якості. Однак за характером та ступенем впливу вони суттєво відрізняються. Так, за дослідженнями науковців майбутній ринковий успіх продукції на 70 % залежить від якості діяльності на довиробничих етапах ЖШП.

Саме від того, наскільки якісно будуть проведені маркетингові дослідження потреб ринку, проаналізовані досягнення науки, техніки, технології і передового досвіду, вивчені переваги і недоліки аналогів продукції, можливості власного виробництва і конкурентів, виконані роботи з проектування технологічних процесів виробництва, випробування, зберігання та використання продукції буде залежати якість проекту (рецептури...) нової або модернізованої продукції.

А від того настільки повно і якісно виробництво буде забезпечено сировиною, супутніми матеріалами, технологічним обладнанням, метрологічними засобами, кадрами, нормативною і технологічною документацією буде безпосередньо залежати стабільність виробничих процесів, їх продуктивність та якість продукції. Через виняткову важливість цих довиробничих підготовчих стадій конкуренція в сфері якості на сучасному етапі поступово переміщується з виробничих цехів до маркетингових підрозділів, науково-дослідних лабораторій і проектно-конструкторських установ, саме в ті підрозділи, де визначаються основні характеристики майбутньої продукції.

Але ці потенційні характеристики можуть бути і не матеріалізовані в конкретній продукції, якщо на етапі виробництва, випробувань і контролю не буде ретельно і кваліфіковано

втілений в життя задум інженера-технолога, конструктора, дизайнера тощо. Від якості виконання кожної технологічної операції, точного дотримання вимог технічних виробничих регламентів, від рівня метрологічного забезпечення, від професійного рівня, досвіду, відповідальності та мотивації праці всіх виконавців, починаючи від сировинного майданчика і закінчуючи складом готової продукції, і, особливо, від якості роботи керівної ланки – організаторів технологічного процесу – буде в кінцевому рахунку залежати якість виготовлення продукції.

На етапі обігу продукції (зберігання, транспортування, збут, монтаж і підготовка до експлуатації) якість продукції, що була сформована на попередніх етапах, підтримується і забезпечується дотриманням оптимальних умов, режимів, термінів зберігання, пакування, маркування, консервації, транспортування і реалізації; належним і ґрунтовним інформуванням споживача (користувача) про особливості продукції, її властивості, оптимальні умови її ефективного використання.

І нарешті, на етапі експлуатації (споживання) якість забезпечується технічним сервісним обслуговуванням, обізнаністю споживача про призначення та властивості продукції, дотриманням ним умов використання, обслуговування та зберігання продукції, а після витрачання нею свого ресурсу – умов утилізації або вторинної переробки.

Завданням проєктанта, виробника і користувача на цьому етапі є ретельне вивчення ступеню відповідності продукції її призначенню, ступеню задоволення потреб споживача, невідповідностей і дефектів продукції з метою її подальшого вдосконалення та підвищення якості. На цьому етапі починається новий виток «спіралі якості» продукції.

Управління якістю. Оскільки на процес формування і забезпечення якості продукції впливає величезна кількість різноманітних чинників, якість є нестійким об'єктом, який прагне відхилитися від заданого, запланованого рівня, а тому цим процесом необхідно цілеспрямовано керувати. Процес управління якістю повинен охоплювати діяльність всіх структурних підрозділів підприємства: маркетингових, проєктних, виробничих, збутових, тобто відбуватися на всьому ланцюжку від постачальників до споживачів.

Чисельні дослідження вчених в галузі менеджменту якості та досвід кращих вітчизняних і зарубіжних підприємств переконливо засвідчили, що ефективне управління якістю можливе лише за умови системного підходу до об'єкту. Він полягає в тому, що управління розглядається як чітка спланована і постійно діюча система організаційних, технічних, економічних, кадрових та соціальних заходів, спрямованих на оптимальне врахування і збалансування всього комплексу чинників, які впливають на процес формування та забезпечення якості продукції.

Розуміння необхідності системного підходу до управління якістю виникло ще на початку ХХ століття. Розвиток масового виробництва великих обсягів однотипної продукції довів необхідність створення на всіх етапах ЖШП таких умов, які б виключали можливість появи дефектної продукції. Такі умови створюються шляхом розробки та впровадження на підприємстві організаційних систем управління якістю продукції (СУЯП, СМЯП, СЯ).

Системи управління якістю продукції. Першою СУЯП в СРСР вважається Саратовська система бездефектного виготовлення продукції (СБВП), яка була розроблена і впроваджена у 1955 році. Сутність її полягала в суворому дотриманні кожним виконавцем вимог технологічних регламентів на кожній операції. Критерієм оцінки якості праці був відсоток бездефектної продукції, яка передавалась на суміжну операцію. Недоліком системи було те, що вона охоплювала тільки один етап ЖШП – виробництво.

Майже одночасно (у 1958 р.) була запропонована Горьківська система «Якість, надійність, ресурс з перших виробів» (ЯНАРЗПВ). На відміну від саратовської, ця система охоплювала вже два етапи ЖШП: довиробничий і виробництво продукції. Сутність її зводилася до забезпечення високої якості серійної продукції вже з перших виробів за рахунок досконалості проекту, ретельної технологічної підготовки і якості праці виробничого колективу.

У 1961 році на групі промислових підприємств м. Львів було впроваджено поліпшений варіант саратовської системи. Він отримав назву «Система бездефектної праці» (СБП). Основна суть системи – забезпечення високого рівня виконання операцій всіма працівниками підприємства, тобто в ній вперше були застосовані

поняття і принципи загального управління якістю. Завдяки введенню комплексного показника якості праці як індивідуальних виконавців так і окремих підрозділів ця система могла бути застосована на будь-якому етапі ЖШП, а тому набула популярності і значного поширення.

На принципах цієї системи американський фахівець в галузі якості Ф. Кросбі створив у 1964 р. систему «Нуль дефектів» (ZD, Zero defect), яка мала величезний успіх в США та інших країнах світу.

На початку 70-х років XX сторіччя Держстандарт СРСР разом з низкою передових підприємств м. Львів вивчили і узагальнили кращий досвід впровадження вітчизняних та зарубіжних СУЯП. В результаті копіткої роботи групи дослідників була розроблена і у 1972 році запропонована «Комплексна система управління якістю продукції» (КС УЯП). Принциповою її відмінністю було те, що вона створювалась і функціонувала як цільова підсистема загальної системи управління підприємством, тобто інтегрувалась в систему загального менеджменту підприємства. Саме в КС УЯП було чітко реалізовано системний підхід до УЯП. Об'єктами управління в ній визначалась не тільки якість готової продукції, а й всі чинники та умови, що на неї впливають.

Нормативною основою КС УЯП були стандарти підприємства, за допомогою яких встановлювалися норми і правила системи як в сфері управління, так і організації діяльності всіх структурних підрозділів підприємства. Організаційною основою системи був спеціалізований підрозділ підприємства – відділ управління якістю. КС УЯП набула великої популярності у всіх галузях народного господарства і регіонах СРСР. Вона стала основою для багатьох наступних вітчизняних і зарубіжних систем УЯП.

Принципи і підходи КСУЯП були покладені в основу систем (моделей) забезпечення якості, запропонованих у 1987 р. Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) у вигляді комплексу стандартів ISO серії 9000. Системи якості за цими стандартами набули надзвичайно значного поширення у світі. Виробники понад 160 країн впровадили такі системи.

Стислий огляд наведених вище систем засвідчує той факт, що по мірі їх розвитку і вдосконалення вони поступово трансформувалися з систем управління однією функцією підприємства

(управління якістю) до систем загального управління підприємством, об'єднанням, певним регіоном або галуззю. З одного боку вони набували інтегрованого характеру, поширюючись на підприємства різних галузей, а з другого – в них поступово переміщувався акцент з управління якістю на якість управління. Такий підхід був правильним і це підтверджується сучасним розвитком менеджменту якості у світі.

Однак, слід відзначити, що вітчизняний системний підхід до УЯП не зміг вирішити цю складну проблему. Крім тимчасового поліпшення якості на окремих підприємствах загальний рівень якості в народному господарстві України був досить низьким. Це пояснюється багатьма причинами, основними з яких були:

- відсутність конкуренції виробників в умовах планової економіки. За відсутності тиску ринку проблема якості втрачає для виробника своє значення. Планове виробництво і гарантований (плановий) збут продукції має наслідком домінування в свідомості і практичній діяльності виробників кількісних, а не якісних показників. Відсутність конкуренції на ринку робить зайвим його дослідження, а тому системи УЯП орієнтуються не на потреби споживача, а на інтереси виробника;

- відсутність маркетингового підходу до організації діяльності підприємства;

- відношення до проблеми якості як другорядної породжувало негативне ставлення до неї як з боку виконавців, так і керівництва. Не випадково в усіх радянських системах УЯП роботи з менеджменту якості очолювали не керівники підприємств, а відділи технічного контролю;

- в адміністративно-командній системі управління пріоритетним є адміністрування, жорстка регламентація, централізм. Тому радянські системи УЯП мали директивний обов'язковий характер, були занадто громіздкими і жорстко регламентованими;

- в процесі функціонування систем УЯП для виконання їх вимог перевага надавалась не економічним, а директивним (адміністративним) заходам. Впровадження систем, у більшості випадків, мало «кампанійський» характер, інтерес до них швидко втрачався і вони перетворювалися на «купу непотрібних паперів».

Зовсім інше ставлення до управління якістю спостерігається в економічно розвинених країнах Європи, Америки та Азії. Там

також поступово сформувалось розуміння необхідності системного підходу до вирішення цієї проблеми. Їх системи теж пройшли важкий шлях трансформування від простих однофункціональних до складних багатофункціональних (управління плануванням, матеріальним забезпеченням, процесами, персоналом, якістю продукції).

Але їхні системи створювалися і функціонували на зовсім іншому «ґрунті» – в ринковому середовищі. Невід’ємною умовою і головною рисою цього середовища є жорстка, безкомпромісна конкурентна боротьба між виробниками за довіру і прихильність споживача (клієнта). Ціною поразки в цій боротьбі є втрата довіри, втрата ринку і як наслідок, неминуча економічна загибель підприємства. Для західного виробника вирішення проблеми якості є питанням присутності на ринку, тобто життя.

Саме тому системи УЯП на підприємствах цих країн створювалися і використовувалися не за примусом, не формально, а з метою вирішення надзвичайно важливого завдання – набуття конкурентних переваг на ринку. Тобто, проблема якості і конкурентоспроможності продукції в західних країнах є проблемою існування виробника. Ніхто зовні не тисне на нього, ніхто не примушує його піклуватися про якість своєї продукції – це робить він сам, по своїй волі, на свій розсуд, а тому робить своєчасно і досконало, з оптимальними витратами.

Незважаючи на велику різноманітність західних систем (моделей, програм) всі вони мають такі характерні особливості:

- чітка спрямованість систем на споживача; на створення у нього впевненості, що його вимоги будуть задоволені;
- забезпечення якості є справою всіх підрозділів підприємства, всіх його працівників при обов’язковому лідерстві в цих питаннях вищого керівництва;
- метою функціонування систем УЯП є попередження появи дефектів в продукції, а не їх виявлення, тому головними об’єктами управління стають процеси, а не їх результати („процесний підхід»);
- постійний аналіз витрат на забезпечення якості з метою пошуку оптимального співвідношення «якість: ціна»;
- чітка простежуваність продукції, якісне сервісне супроводження та ретельне вивчення характеристик продукції в процесі експлуатації

для виявлення невідповідностей і подальшого вдосконалення продукції.

Проблема якості існує в тій чи іншій мірі в усіх країнах світу, тому досвід її вирішення є різноманітним і багатим. У кожній країні він має певні національні риси, свою традиційну специфіку, але у більшості промислово розвинених країн принципових відмінностей в підходах до вирішення цієї проблеми немає. Можна виділити три основні підходи (моделі) вирішення проблеми якості: західноєвропейський, американський і японський. Вони є предметом інших дисциплін, що вивчаються на 4-5 курсах.

Харчова продукція, як і люба інша, виробляється для задоволення певних потреб споживача. Щоб вона відповідала цим потребам і користувалася попитом, виробникові необхідно перевіряти відповідність фактичного стану її якості вимогам споживача і суспільства до неї, які виражені в законодавчих та нормативних актах (законах, технічних регламентах, стандартах тощо). Необхідність такої перевірки продукції існувала завжди. Але по мірі еволюції промислового виробництва від індивідуального ремісничого до сучасного спеціалізованого суттєво змінювалися методи перевірки відповідності. Поступово, протягом тривалого історичного періоду, в різних країнах відбувався пошук і відбір надійних та ефективних методів управління якістю. В нашій країні такими методами стали технічний контроль, випробування, оцінка рівня якості продукції, сертифікація продукції та систем якості.

Технічний контроль якості продукції є одним з найбільш давніх і поширених методів. Сутність його полягає в перевірці відповідності технічних характеристик продукції заданим нормативними документами вимогам до неї. Переважною сферою його використання є виробництво, хоча він може застосовуватися й на інших етапах ЖШП як довиробничих, так і в сфері обігу та експлуатації (споживання). Існує в багатьох різновидах.

В залежності від стадії виробництва розрізняють вхідний, операційний і приймальний (вихідний) контроль. Вхідному контролю піддають сировину, супутні матеріали, комплектуючі засоби. Операційний контроль виконує завдання перевірки якості проведення певної операції або технологічної стадії. Приймальний

контроль здійснюється по закінченню технологічного процесу під час здачі продукції замовнику або на склад.

Вхідний і приймальний контроль на харчових підприємствах здійснюють, як правило, спеціалізовані підрозділи – заводські (цехові) лабораторії, відділи якості або відділи технічного контролю. Операційний контроль може здійснюватися або виконавцем операції (самоконтроль), або приборами автоматичного технологічного обладнання, або представниками контролюючого підрозділу (лаборантами, інспекторами тощо). В залежності від приналежності контролюючого органу, який виконує процедуру перевірки відповідності контроль поділяють на заводський, відомчий, міжвідомчий, державний та міжнародний.

За ступенем охоплення продукції процедурою перевірки технічний контроль поділяють на суцільний (або фронтальний) і вибірковий. Суцільним називають контроль, коли перевіряється кожна одиниця продукції. На харчових виробництвах у зв'язку з великими обсягами однорідної продукції використовується вибірковий контроль. При цьому різновиді контролю перевірку відповідності здійснюють на окремих зразках продукції, які відбирають від партій, або з потоку продукції за спеціальними правилами. Якщо ці правила відбору досліджуваних зразків встановлюються за законами теорії ймовірностей та математичної статистики контроль називають статистичним. Результати дослідження відібраних зразків поширюють на партію, від якої вони відбирались.

У відповідності до поставленої мети і завдань контроль може бути плановим і раптовим. За часом проведення контроль поділяють на неперервний (суцільний), періодичний (через певний проміжок часу) і летючий (час проведення якого не регламентовано).

Процедура технічного контролю, як правило, зводиться до співставлення, порівняння певних властивостей, характеристик об'єкту з вимогами до нього або аналогічними властивостями еталонного зразка. Якщо порівнювальні характеристики можуть бути виміряні і виражені кількісно, такий контроль називають кількісним. Але в багатьох випадках порівняння харчової продукції проводиться по якісних характеристиках, які не мають

кількісного виміру (смак, форма, консистенція). Такий контроль називають якісним.

В залежності від засобів, що використовуються при контролі, його поділяють на органолептичний та інструментальний. При органолептичному контролі в якості засобів вимірювання і порівняння контрольованих характеристик продукції використовуються органи відчуття людини (органи зору, смаку, нюху, слуху, дотику). Органолептичні методи набули в харчовому виробництві надзвичайної популярності через те, що багато які характеристики продуктів харчування не можуть бути виміряні і порівняні іншими методами. Ці методи прості, зручні, універсальні, не потребують багато часу, складного обладнання тощо. Але вони мають два суттєвих недоліки: суб'єктивність та порівняльність. Суб'єктивний характер органолептичного контролю означає те, що його результати залежать від суб'єкта (виконавця): його природних здібностей, досвіду, кваліфікації, зацікавленості та ін. Порівняльний характер пояснюється тим, що результати не можуть бути кількісно виміряні.

Відповідно до кваліфікації і досвіду виконавця методи контролю поділяють на рядові та експертні. Експертними вважаються методи, що виконуються спеціально підготовленими, досвідченими, висококваліфікованими фахівцями. По кількості осіб, що виконують процедуру контролю, розрізняють індивідуальний і груповий контроль.

Найбільш поширеним різновидом органолептичного контролю є візуальний (оглядовий контроль). Це пояснюється тим, що найбільший обсяг інформації (від 60 до 80 %) людина отримує через органи зору. Шляхом зовнішнього огляду перевіряється вид і стан об'єкту, його відповідність супроводжувальній документації, наявність маркування, цілісність пакування, наявність зовнішніх пошкоджень та інші характеристики. Оглядовий контроль, як правило, передує всім іншим і виконує функції попереднього контролю для визначення необхідності більш ретельного дослідження об'єкту.

Інструментальним називають контроль, який здійснюється за допомогою технічних засобів вимірювання. Їх поділяють на: фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, технологічні та інші. В свою чергу кожна група поділяється на підгрупи, види і різновиди.

За рівнем технічного оснащення інструментальні методи можуть бути немеханізовані (ручні методи), механізовані, автоматизовані та автоматичні.

Методи інструментального контролю також мають свої переваги і недоліки. Позитивним у них є те, що вони об'єктивні, точні і кількісні. Недоліками, переважно, є їх складність, тривалість, необхідність в спеціальному (іноді дуже коштовному) обладнанні, навченому персоналі. Проте, незважаючи на ці недоліки інструментальний контроль набуває все більшого поширення тому, що він дає можливість створювати поточні механізовані, автоматизовані технологічні процеси, в яких засобами активного контролю здійснюється неперервне автоматичне регулювання (управління) параметрів процесу, а через них і якістю продукції. З цією метою використовують експрес-методи контролю, що характеризуються швидкістю, точністю та об'єктивністю.

Технічний контроль, крім виробництва, може використовуватися і на інших етапах ЖШП. Якщо його застосовують на етапі розробки продукції, він називається проектним, на етапі матеріально-технічного забезпечення та технологічної підготовки виробництва – технологічним, на етапі обігу – товарознавчим (торговим), на стадії експлуатації – експлуатаційним (функціональним).

Специфічні особливості кожного виду та методу контролю також регламентовані в певних нормативних документах: стандартах, технічних регламентах, технологічних інструкціях, положеннях. Методи контролю якості готової продукції викладені або в окремих стандартах і технічних умовах, або у відповідних розділах стандартів на даний вид продукції.

Випробування продукції є специфічним різновидом контролю якості продукції масового виробництва, який може здійснюватися на будь-якому етапі ЖШП. Стосовно продуктів харчування їх називають дегустаціями. В залежності від етапу ЖШП випробування поділяють на:

- дослідницькі – виконуються на етапі маркетингових досліджень продукції;
- доводочні, попередні і приймальні – на етапі розробки (проекування);

- приймально-здаточні, кваліфікаційні, періодичні, інспекційні та сертифікаційні – на етапі виробництва і обігу продукції;
- експлуатаційні – на етапі експлуатації (споживання).

Випробування продукції в залежності від їх мети, виду продукції і етапу ЖШП проводяться комісіями за спеціальними програмами на різних рівнях управління:

- державному – для приймальних, кваліфікаційних, інспекційних, періодичних і сертифікаційних;
- міжвідомчому – для приймальних, кваліфікаційних та інспекційних ;
- відомчому – для попередніх, приймальних, кваліфікаційних та інспекційних;
- заводському – для дослідницьких, доводочних та експлуатаційних .

До складу державних приймальних комісій входять представники Держспоживстандарту, всіх зацікавлених міністерств і відомств, розробники та замовники продукції. Відомчі та міжвідомчі приймальні комісії формуються керівництвом галузі виробника продукції з представників даної галузі (галузей), розробників та замовників продукції.

В залежності від місця проведення випробування поділяють на: лабораторні, стендові, полігонні, натурні та модельні. За програмою і часом проведення – на прискорені, нормальні та скорочені. За характеристиками, що визначаються при випробуваннях – на комплексні (за всім комплексом показників), функціональні, за показниками безпеки, технологічності, транспортабельності, збережуваності.

На довиробничих етапах ЖШП, крім технічного контролю та випробувань, також широко використовується оцінка рівня якості продукції.

За базові (або еталонні) зразки беруть відібрані за спеціальною методикою кращі зразки продукції аналогічного призначення вітчизняного або зарубіжного виробництва. В разі відсутності таких зразків (наприклад, при розробці принципово нового виду продукції) за базовий зразок береться концепція нової продукції, її опис в технічному завданні, проекті тощо. Розробкою та використанням методів оцінки рівня якості продукції займається наука кваліметрія (вимірювання якості), яка пов'язана з кількісною оцінкою якості.

Основними завданнями кваліметрії є вирішення проблем оцінки рівня якості: обґрунтування номенклатури показників якості; розробка методів їх вимірювання, розрахунку, оптимізації, контролювання; виявлення визначальних, узагальнених та інтегральних показників; їх використання для прогнозування та управління якістю продукції; забезпечення точності вимірювань, порівняння та репрезентативності показників; уніфікація методів і засобів визначення показників; відбір критеріїв оптимізації значень показників якості тощо. Кваліметрія є важливою складовою менеджменту якості, оскільки дає в його розпорядження точні, об'єктивні, кількісні методи управління якістю, одним з яких є оцінка рівня якості продукції.

Процедура оцінки рівня якості продукції включає такі види робіт:

- виявлення кращих вітчизняних і зарубіжних аналогів промислової продукції;
- вибір із групи аналогів базового зразка;
- вибір і обґрунтування номенклатури показників та їх характеристик, які визначають оптимальний рівень якості продукції;
- вибір методів визначення показників якості та оцінювання рівня якості;
- визначення числових значень показників якості оцінюваної продукції та базового зразка;
- порівняння показників та розрахунків рівня якості оцінюваної продукції відносно базового зразка;
- аналіз отриманих результатів та прийняття рішення стосовно мети оцінки.

Найчастіше оцінка рівня якості проводиться при розробці (проекуванні) нової або модернізованої продукції, при вирішенні питання про заміну або зняття з виробництва старої продукції, при виведенні продукції на нові, особливо, міжнародні ринки та в деяких інших випадках.

Отримані при вимірюваннях і відповідним чином статистично оброблені числові значення показників якості використовують для обчислення рівня якості продукції. В залежності від специфіки продукції і мети оцінювання воно виконується одним з трьох методів: диференційним, комплексним або змішаним.

Диференційний метод оцінки рівня якості продукції полягає у порівнянні одиничних показників її якості з аналогічними показниками базового зразка і розрахунку відносних характеристик за розміром яких робиться висновок про рівень якості.

Якщо розраховані відносні показники перевищують або дорівнюють одиниці – робиться висновок, що рівень якості оцінюваної продукції вище або дорівнює рівню базового зразка. Якщо ж всі відносні показники нижче одиниці – рівень якості оцінюваної продукції нижче базового рівня. В деяких випадках, коли для оцінки важливі кожен з обраних для порівняння показників, то наявність хоча б одного відносного показника менше одиниці дає підставу вважати рівень якості оцінюваної продукції нижче базового. Але, як правило, в таких випадках використовують або комплексний, або змішаний метод оцінки.

При комплексному методі оцінки рівня якості продукції порівняння проводять за допомогою комплексних показників. Цей метод використовують для оцінювання складної однорідної продукції, яка характеризується великою кількістю показників, або різнорідної продукції, тобто продукції різних типів і видів. При цьому методі спочатку проводять групування однакових одиничних показників і розраховують групові або комплексні показники. Їх розраховують за формулами для середнього зваженого арифметичного або середнього зваженого геометричного.

Змішаний метод оцінки рівня якості продукції базується на використанні як одиничних, так і комплексних показників. Його застосовують для тих видів продукції у якій номенклатура показників є достатньо широкою щоб скористатися диференційним методом. Але й комплексний метод неможливо застосувати оскільки комплексні показники недостатньо повно враховують суттєві властивості продукції. При цьому методі з номенклатури показників вибирають одиничні показники, а інші об'єднують в групи і розраховують групові або комплексні показники. Потім за допомогою диференційного методу з цієї сукупності абсолютних одиничних і комплексних показників обраховують відносні показники і визначають рівень якості.

Сертифікація є однією з форм підтвердження відповідності продукції встановленим для неї вимогам. У сучасному розумінні

сертифікація стала використовуватися спочатку у США, а потім в країнах Європи на початку ХХ століття. Але найбільшого поширення вона набула у 60-70-х роках і поступово перетворилася у систему заходів, спрямованих на забезпечення впевненості споживача в тому, що його вимоги до якості, безпеки і надійності продукції гарантовано задовольняються.

В Україні сертифікація харчових продуктів запроваджена з 1.07.1995 р. У 1996 р. введений в дію комплекс стандартів «Державна система сертифікації УкрСЕПРО», якими регулюються питання організації та проведення робіт у державній системі сертифікації (УкрСЕПРО). 17.05.2001р. ВР України були прийняті Закони України «Про підтвердження відповідності», та «Про акредитацію органів з оцінки відповідності». Вони запровадили нову концепцію діяльності у цій сфері, спрямовану на трансформацію національної системи сертифікації України до європейської та міжнародної систем.

В залежності від об'єкту розрізняють сертифікацію: продукції та послуг, систем якості, систем управління якістю, систем управління довкіллям та персоналу.

Сертифікація продукції в залежності від її виду та характеру вимог до об'єкту може бути обов'язковою і добровільною. Обов'язковій сертифікації підлягає продукція, на яку поширюються обов'язкові вимоги законодавства, стандартів та іншої НД, зокрема вимоги щодо безпеки продукції, охорони довкілля, сумісності та взаємозамінності.

За чинним законодавством в Україні продовольча сировина та харчові продукти підлягають обов'язковій сертифікації на відповідність вимогам безпеки (вміст токсичних речовин, радіонуклідів та мікробіологічна безпека). Така сертифікація здійснюється виключно в державній системі сертифікації УкрСЕПРО.

Ця система має свою організаційну структуру, принципи і правила проведення робіт, які регламентуються ДСТУ 3410-96. Організаційну структуру УкрСЕПРО складають: Національний орган із сертифікації; науково-технічна комісія; органи з сертифікації продукції; органи з сертифікації систем якості; випробувальні лабораторії (або центри); територіальні центри стандартизації, метрології та сертифікації у регіонах.

Основні принципи та правила системи УкрСЕПРО встановлюють що:

- сертифікація продукції передбачає підтвердження третьою стороною її відповідності встановленим вимогам на підставі випробувань, атестації виробництва та сертифікації систем якості;
- право на проведення робіт з сертифікації надається тільки органам, що акредитовані в Системі та занесені до Реєстру Системи;
- на сертифіковану в Системі продукцію видається сертифікат відповідності та наноситься знак відповідності;
- технічний нагляд за виробництвом сертифікованої в Системі продукції виконує орган з сертифікації цієї продукції або за його дорученням інші органи;
- інформація про діяльність з сертифікації в Системі періодично публікується в інформаційних виданнях Держспоживстандарту;
- роботи з сертифікації в Системі виконуються добровільно на підставі договорів.

Порядок і процедура проведення сертифікації продукції в Системі регламентується стандартом ДСТУ 3413-96. Порядок проведення сертифікації стосовно харчових продуктів передбачає:

- подання замовником заявки на сертифікацію продукції за встановленою формою до відповідного органу сертифікації;
- розгляд органом з сертифікації заявки та аналіз наданої інформації;
- прийняття рішення за заявкою та визначення схеми сертифікації;
- укладання угоди на проведення робіт з сертифікації;
- обстеження, атестація виробництва, або сертифікація системи якості (в залежності від обраної схеми сертифікації);
- відбирання, ідентифікація та випробування зразків продукції;
- аналіз результатів випробувань органом з сертифікації та прийняття рішення про видачу або відмову у видачі сертифіката відповідності;
- видача сертифіката відповідності на продукцію;
- укладання угоди про надання ліцензії на право маркування продукції, що виробляється серійно, знаком відповідності;
- реєстрація сертифіката відповідності в Реєстрі Системи;
- публікація інформації про результати робіт з сертифікації в періодичних виданнях Держспоживстандарту;

- технічний нагляд за стабільністю показників сертифікованої продукції під час її виробництва протягом терміну дії сертифікату згідно з ліцензійною угодою.

Обсяг, зміст та періодичність процедур технічного нагляду за сертифікованою продукцією встановлюється органом з сертифікації у програмі технічного нагляду. За результатами нагляду при порушенні вимог до продукції або технології її виготовлення; правил приймання, методів контролю та випробувань; змінах складу, технології або нормативної документації на продукцію і методи випробувань без попереднього погодження з органом сертифікації, він може призупинити дію сертифіката (або ліцензії) або скасувати його. Призупинення дії сертифікату здійснюється у тому випадку, якщо виробник може вжити корегувальні заходи у встановлений для цього термін і усунути причини невідповідності.

У разі скасування сертифікату інформація про це публікується у періодичних виданнях Держспоживстандарту та доводиться до відома органів Держспоживзахисту, Держмиткомітету та інших зацікавлених організацій.

В залежності від специфіки та серійності виробництва продукції її сертифікація може проводитися за різними схемами (моделями). Схема сертифікації – це склад та послідовність виконання робіт при проведенні сертифікації. В Україні сертифікація продукції здійснюється за п'ятьма схемами: сертифікація одиначної продукції; одиначної партії; випробування зразків продукції, що випускається серійно з обстеженням виробництва; з атестацією виробництва; з сертифікацією систем якості виробництва.

Як зазначалось вище, для гарантованого забезпечення відповідності продукції встановленим до неї вимогам на харчових виробництвах впроваджуються системи якості (СУЯП), які можуть сертифікуватися з метою перевірки ефективності їх функціонування і створення у споживачів продукції довіри до виробництва та впевненості в дотриманні їх вимог. Порядок проведення сертифікації СУЯП в системі УкрСЕПРО подібний до описаного вище, але має певні відмінності. Він регламентується ДСТУ 3419-96.

Як і у випадку сертифікації продукції, за результатами технічного нагляду за сертифікованою СУЯП, в разі порушення

вимог до функціонування СУЯП, може бути призупинена або скасована дія сертифікату. Виробник, СУЯП якого сертифікована, має право на протязі терміну дії сертифікату маркувати свою продукцію знаком відповідності та використовувати результати сертифікації в рекламних заходах.

Сертифікація продукції та систем якості може бути підставою для довіри споживачів лише у тому випадку, коли вона буде проводитися органами, що є компетентними та незалежними. Для перевірки органів з сертифікації та випробувальних лабораторій (центрів) на їх компетентність та незалежність створюються системи акредитації. За своєю структурою ці системи нагадують системи сертифікації. В Україні створенням та забезпеченням функціонування системи акредитації опікується Національний орган з акредитації, створений при центральному органу виконавчої влади з питань економіки.

Безпечність харчових продуктів. Питання безпеки харчових продуктів завжди були і є головними для їх виробників і споживачів, тому що існує велика кількість небезпек, пов'язаних з харчовими продуктами, які призводять до завдання шкоди здоров'ю людини. Мільйони людей кожного року страждають від харчових отруєнь, спричинених неконтрольованим використанням добрив, пестицидів, недозволених харчових добавок, порушеннями технології виробництва та зберігання харчів, зростаючим забрудненням довілля тощо.

На жаль, в останні десятиріччя в Україні значно почастишали випадки масових харчових отруєнь, особливо дітей. Причинами зниження безпечності продуктів харчування є багато факторів, а саме:

- значне розширення мережі харчових виробництв, інтенсифікація технологій, впровадження жорстких режимів та високопродуктивного технологічного обладнання;
- подовження та ускладнення харчового ланцюгу просування сировини, проміжних і готових продуктів від поля до столу споживача;
- відсутність ефективних методів контролю за правильним використанням харчових добавок та недотримання рекомендованих доз;

- зростаюче глобальне забруднення довкілля, а через нього і сировини та готових продуктів, виробничої, транспортної та складської інфраструктури;
- зношеність технологічних фондів, або відсутність належних виробничих умов;
- ігнорування або незнання вимог технології, виробничої санітарії та гігієни;
- збільшення кількості вразливих верств населення (зниження імунітету, великі психологічні навантаження, нездоровий образ життя...) та інші.

Щоб гарантувати безпеку продовольчої сировини і харчових продуктів, всі учасники виробничого ланцюга, починаючи з первинного виробництва, що вирощує сировину, і закінчуючи кінцевим споживачем харчового продукту повинні дотримуватись певних принципів і правил, встановлених відповідними законодавчими, нормативними та рекомендаційними документами, сукупність яких прийнято називати «харчовим законодавством».

За сферою свого поширення вони можуть бути міжнародними, регіональними, національними та галузевими. За характером об'єктів, до яких встановлюються вимоги, документи харчового законодавства поділяють на загальні та спеціальні. Загальні документи встановлюють вимоги, що стосуються всіх або більшості видів сировини і продукції. Спеціальні документи розробляються на підставі загальних, але стосуються окремих груп та видів об'єктів і враховують їхню специфіку.

В якості міжнародно визнаних норм найбільшого поширення у світі набули стандарти, настанови та рекомендації Комісії Кодекс Аліментаріус. Ця Комісія у 1969 році прийняла стандарт САС/RCP 1-1969 «Рекомендований міжнародний Кодекс загальних принципів гігієни харчових продуктів» (Друга редакція прийнята у 1985 р., а третя – у 1997 році). Стандарт встановлює загальні принципи та правила гігієни, дотримання яких на всьому ланцюжку виробництва харчового продукту, забезпечує його безпечність та придатність до споживання.

Стосовно підприємств харчової промисловості в цьому стандарті передбачені такі загальні принципи забезпечення безпеки продукції:

- харчові підприємства повинні розміщуватися далеко від районів із забрудненим довкіллям, від зон повеней, зон потенційного зараження гризунами і зон проблемних, для видалення відходів виробництва;
- приміщення та обладнання повинні проектуватися, будуватися і розміщуватися так, щоб вони були придатними для обслуговування, чищення та дезінфекції з метою мінімізації забруднення та забезпечення захисту від доступу і сховищ гризунів;
- поверхні та матеріали, що знаходяться в безпосередньому контакті з харчовими продуктами мають бути нетоксичними, довготривалими і піддаватися обслуговуванню, чищенню та дезінфекції;
- приміщення та обладнання повинні мати необхідні засоби контролю параметрів середовища, які впливають на стан якості та безпеки продуктів (температура, вологість, газовий склад, вентиляція тощо);
- засоби постачання (води, пари, повітря, енергії...) та відведення (каналізації, викидів, відходів...) повинні бути сконструйовані, виготовлені і використані так, щоб уникнути ризику забруднення сировини, продукції і супутніх матеріалів;
- виробничі процеси приймання і зберігання сировини, виготовлення харчових продуктів, їх пакування, транспортування і зберігання повинні надійно контролюватись з метою унеможливлення появи недопустимих ризиків зниження якості та безпеки продуктів;
- на харчових підприємствах повинні бути впроваджені і ефективно використовуватися надійні системи технічного обслуговування, чищення та санітарної обробки приміщень і обладнання, системи контролю за гризунами, шкідниками та відходами;
- персонал харчових підприємств, що має контакт з сировиною, продуктами та супутніми матеріалами, через стан здоров'я, особисту гігієну та поведінку на роботі не повинні бути джерелом загрози для безпеки і придатності харчових продуктів. Персонал повинен проходити навчання та інструктаж з правил гігієни харчових продуктів на відповідному рівні;
- транспортні засоби і транспортна тара повинні захищати харчові продукти від ушкодження та забруднення і не можуть бути самі джерелом забруднення;

- харчові підприємства повинні надавати торговим посередниками і кінцевим споживачам адекватну і доступну інформацію, необхідну для забезпечення правильного поводження з харчовими продуктами і запобігання їх псування та непридатності до споживання.

З метою впровадження загальних принципів і правил належної виробничої і гігієнічної практики та стандартних операцій санітарного контролю в країнах світу на різних рівнях управління розробляють законодавчі акти, нормативно-правові та нормативні документи. В Україні до законодавчих та нормативно-правових документів відносяться Закони України, укази Президента, постанови Кабінету міністрів та технічні регламенти. До нормативних – державні санітарні правила і норми (ДСПіН), державні будівельні норми і правила (ДБНіП), кодекси (зводи правил) усталеної практики, технологічні регламенти, санітарні правила і норми (СанПіН) та будівельні правила і норми (СНіП) колишнього СРСР, які чинні в Україні, національні (ДСТУ) та галузеві (ГСТУ) стандарти України, міждержавні стандарти країн СНД (ГОСТ) та інші обов'язкові документи державного, міжгалузевого та галузевого призначення.

На кожному конкретному харчовому виробництві ці загальні принципи і правила належної виробничої практики зазвичай впроваджують через стандартні операційні процедури, виробничі та технологічні інструкції. Всі ці процедури повинні бути задокументованими та ефективними, неухильно виконуватися та постійно контролюватися.

Крім організаційних і технологічних факторів на безпеку харчових продуктів має суттєвий вплив зовнішня екологічна ситуація через забруднення сировини, води, повітря. Джерелами забруднення є шкідливі викиди промислових і транспортних засобів, відходи промислових, сільськогосподарських та комунальних підприємств, засоби хімізації сільського господарства та іонізуюча радіація внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. В залежності від природи забруднень розрізняють біологічну, хімічну, фізичну та радіаційну безпеку продовольчої сировини і харчових продуктів.

Біологічна безпека складається з мікробіологічної, паразитарної та власно біологічної (безпеки від уражень шкідниками –

кліщами, комахами, гризунами тощо). Серед інших мікробіологічна небезпека є найбільш поширеною та загрозовою для безпечності харчових продуктів. Вона спричиняється продуктами життєдіяльності бактерій, грибів та вірусів. Мікробіологічна небезпека є специфічною для багатьох видів сировини і харчових продуктів, але не для всіх. Продукція, що має природні або додані консерванти та низьку активність води є стійкою до мікробіологічних ушкоджень.

Забруднення мікроорганізмами харчової продукції може мати різні наслідки. Частина з них (корисна мікрофлора) викликає сприятливі зміни. Інша частина (шкідлива) спричиняє псування продукції роблячи її непридатною до використання або споживання. Але найбільшу загрозу уявляє патогенна мікрофлора, яка може стати джерелом захворювань людини, іноді дуже важких, навіть з летальним результатом.

До таких відносяться окремі патогенні форми клостридій, бацил, бруцел, кампілобактерій, сальмонел, стафілококів, стрептококів, ешеріхій, вібріонів. До умовно-патогенних відносяться бактерії кишкових паличок, протей, сульфитредукуючих клостридій, деякі стафілококи. Особливу небезпеку для харчових продуктів створюють бактерії родів *Bacillus* та *Clostridium*, які мають здатність швидко утворювати спори. Спори є дуже стійкими до екстремальних температур, низької вологості та водної активності, до консервуючих та дезінфекційних факторів. Вони можуть зберігати свою життєздатність протягом тривалого часу (навіть десятків років), а за сприятливих умов вони проростають і утворюють нормальні вегетативні форми.

Мікробіологічний контроль за наявністю та вмістом патогенної мікрофлори є достатньо складним і тривалим, тому він виконується тільки в певних випадках. Звичайний мікробіологічний контроль на харчових виробництвах проводиться на наявність і вміст, так званих, індикаторних (тестових) форм. Найчастіше з цією метою контролюють дві індикаторні форми – бактерії групи кишкових паличок (БГКП) і кількість мезофільно-аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ). Вони легко виявляються при аналізі та добре відрізняються від інших форм. Самі вони не представляють безпосередньої небезпеки, але вони завжди присутні при наявності патогенів і в такій самій

кількості. Вони ростуть і гинуть за тих самих умов, як і патогени у тому самому продукті і тому відсутні при відсутності патогенних форм.

Мікробіологічні тести на наявність цих індикаторних форм проводять з метою перевірки патогенного забруднення вихідної сировини, дотримання технологічних режимів її обробки та можливості післяобробного забруднення готової продукції.

Більшість видів дріжджів та пліснявих грибів приводять до псування харчової продукції та непридатності її до використання через процеси бродіння та пліснявиння. Проте деякі мікроскопічні гриби мають здатність продукувати отруйні речовини (мікотоксини) з надзвичайно вираженою токсичністю.

На ріст та життєдіяльність мікрофлори харчової продукції впливають багато чинників, як внутрішніх – пов'язаних з характеристиками самої продукції, так і зовнішніх – факторів навколишнього середовища. З найбільш впливових внутрішніх чинників треба зазначити такі як активність води, рН середовища, хімічний склад продукції, наявність в ній природних та доданих антимікробних речовин, наявність конкуруючої мікрофлори. З групи зовнішніх чинників вирішальними для розвитку мікрофлори є температура, відносна вологість та газовий склад. Вплив цих та інших чинників на мікробне забруднення харчової сировини і продуктів є предметом навчальної дисципліни «Технічна мікробіологія».

Паразитарна безпека харчової продукції характеризується відсутністю або видовим складом та кількістю наявних паразитів і простіших. Показники паразитарної безпеки, встановлюються, в першу чергу, для живої сировини (риба, молюски, ракоподібні), м'яса і м'ясопродуктів, свіжих та заморожених плодів, ягід, овочів, зеленних культур. Деякі з гельмінтів та кишкових простіших, що паразитують у живих тварин, можуть розвиватися в організмі людини і викликати важкі захворювання.

До найбільш небезпечних для людини паразитів відносяться трихінели, ехінококи, цисти і цистицерки, токоплазми, саркоцисти, нематоди, трематоди і цестоди.

З метою забезпечення паразитарної безпеки харчової продукції на підприємствах, що переробляють м'ясу, рибу та іншу водну сировину, встановлюється необхідний контроль. Сировина, що

уражена паразитами в межах допустимих рівнів, може використовуватись за вказівками органів санітарного нагляду з певними обмеженнями. У випадках зараження особливо небезпечними паразитами або понад допустимі рівні використання сировини забороняється. Така сировина підлягає знищенню.

Безпека від уражень шкідниками характеризується відсутністю або рівнем зараження харчової продукції комаховидними та мишовидними шкідниками. Заражена продукція швидко псується, суттєво знижує свої технологічні та споживчі властивості. Крім того, вона може бути джерелом деяких захворювань, що переносяться шкідниками, особливо мишовидними.

Для підвищення безпеки харчової продукції необхідно суворо дотримуватися вимог санітарного режиму (миття, прибирання, чищення приміщень, тари, обладнання) та систематично проводити профілактичну санітарну обробку (дезінсекцію та дератизацію). Треба зазначити, що проведення таких обробок є досить проблематичним, оскільки використання ефективних отрутохімікатів небезпечно із-за можливості токсичного забруднення продукції. Тому переважно такі обробки проводяться епізодично, під час ремонтів, в міжсезоння.

Хімічна безпека обумовлюється відсутністю або нормуванням вмісту в харчовій продукції шкідливих хімічних речовин. До небезпечних хімічних чинників відноситься величезна кількість речовин різної природи та походження. Чіткої суворої класифікації їх поки що немає. Проте, частіше за все, їх поділяють за походженням на дві групи: природні та додані. До природних відносяться ті речовини, що утворюються в продукції природним шляхом та під впливом технологічних процесів обробки, транспортування і зберігання.

Представниками цієї групи є мікотоксини, рослинні отрути, токсини риби та моллюсків, алергени, продукти розпаду білків і окислення жирів та багато інших. Доданими є речовини, що навмисно вводяться до складу продукції або ненавмисно потрапляють до неї через забруднення з навколишнього середовища, таропакувальних матеріалів, з технологічного обладнання та іншими шляхами. До них відносяться пестициди, нітрати і нітрити, токсичні елементи, антибіотики і гормональні препарати, харчові добавки, дезінфекувальні засоби, отрутохімікати проти шкідників,

хімікати для водоочищення, захисні покриття та фарби, мастила тощо.

Природні хімічні небезпечні чинники. Як зазначалося вище, продуктами метаболізму багатьох (більше 300) мікроскопічних пліснявих грибів є сильно отруйні речовини – мікотоксини. До найбільш поширених мікотоксинів відносяться афлотоксини, патулін, фузаріотоксини, зеараленон, дезоксиниваленон, бутенолід, окротоксин, Т-2 токсин та інші. Вони утворюються в сировині та харчових продуктах, які уражаються пліснявами: зерні та продуктах його переробки, плодах та овочах, м'ясі і м'ясних продуктах, молочних, рибних та інших. Вони є стійкими і залишаються в харчових продуктах під час їхньої технологічної обробки та тривалого зберігання. Крім токсичної дії більшість мікотоксинів виявляють канцерогенну, мутагенну та тератогенну дію.

До групи природних небезпечних чинників відносяться отруйні речовини рослин і тварин. Ці речовини мають різну хімічну природу, тому ступінь їхньої токсичності і характер токсичної дії суттєво відрізняються. Одні з них можуть бути смертельно небезпечні, інші викликають лише тимчасові розлади функцій організму людини. Вони можуть утворюватися як в самій сировині або продуктах з неї, так і в різноманітних шкідливих домішках, що потрапляють до їх складу під час вирощування, зберігання та переробки. Серед рослинних отрут найбільш поширеними є глікозиди та їх похідні, соланіни, глікопротеїди, лектини та інші.

Алергени – це переважно білкові речовини, які для організму людини є чужорідними. Через порушення у деяких осіб процесів травлення і всмоктування вони можуть потрапляти в кров'яне русло в нерозщепленому вигляді і спричиняти аліментарну (харчову) алергію. Найчастіше алергічну реакцію викликають яєчні білки, молочні продукти, риба та молюски (особливо креветки), томати і томатопродукти, цитрусові, баштанні, полуниця, шоколад та інші продукти. Прояви алергії залежать не тільки від виду і кількості спожитих продуктів, а й від індивідуальних особливостей людини, її віку, стану здоров'я, рівня імунітету тощо.

Характерними проявами аліментарної алергії у більшості осіб є слезоточивість, головний біль, дерматити, розлади шлунку,

нежить. В окремих випадках, особливо у дітей, прояви алергії можуть бути надзвичайно бурхливими, з важкими набряками, ураженням дихальної, серцево-судинної системи і навіть з летальними наслідками.

В сировині тваринного походження природними отруйними речовинами частіше за все бувають токсичні білки, їх похідні, аміни, продукти окислення жирів та інші метаболіти. Так, в деяких видах риби, молосків, ракоподібних містяться сильно токсичні білки. При зберіганні м'ясних, рибних, яєчних і молочних продуктів під впливом гнильної мікрофлори утворюються поліпептиди, аміни та їх похідні, які можуть бути причиною харчових отруєнь. До таких сполук відносяться птомаїни (путресцин, кадаверін), гістамін, індол, скатол та інші.

Токсичні речовини різної природи можуть бути і результатом агресивних технологічних процесів. Є вагомі докази того, що при використанні іонізуючих випромінювань, високочастотних полів, ультразвукової обробки, високотемпературних режимів, обробки білкової сировини лугами та агресивними окислювачами в харчових продуктах утворюються небезпечні для людського організму сполуки. Так, при миттевій стерилізації молока нагріванням до 140 °C в ньому утворюється оксиметилфурфурол та продукти його конденсації. Теплова обробка білкової сировини в лужному середовищі призводить до рацемізації амінокислот та утворенню їх токсичних дімерів.

При нагріванні жировмісної і білкової сировини або термічній обробці в олії відбувається утворення і накопичення продуктів окислення та полімеризації жирів: гідрокси-, еокси- та пероксісполук. При коптінні димовими методами в м'ясних та рибних продуктах синтезуються поліциклічні ароматичні вуглеводні: бензпірени, бензантрацени, похідні фенантрена, хрїзена, які є чужорідними для організму людини, мають чітко виражену канцерогенну та мутагенну дію.

Значно більш різноманітною і чисельною є група доданих небезпечних хімічних чинників: пестицидів, нітратів, токсичних елементів, антибіотиків, харчових добавок тощо.

Пестициди – це хімічні речовини, які широко використовують у сільському господарстві для захисту рослин і тварин від хвороб та шкідників. Їх застосування дає можливість збільшити продуктивність культур у 2...3 рази та на третину зменшити втрати

врожаю. Але в переважній більшості пестициди шкідливі для організму людини і тварин, тому їх виробництво, обіг та використання жорстко нормується.

В залежності від різних чинників пестициди класифікують на класи, групи, підгрупи та види:

- за призначенням: бактерициди – для боротьби з бактеріями; фунгіциди – з грибовими хворобами; нематоциди – круглими червами (нематодами); зооциди – з гризунами; гербіциди – з бур'янами; акарициди – з кліщами; дефоліанти – для видалення листя; десіканти – для висушування рослин та інші;
- за хімічним складом: хлорорганічні (ХОС), фосфорорганічні (ФОС), ртутьорганічні, сірковмісні, мідьвмісні, похідні оцтової та масляної кислот, похідні сечовини, карбамінової та тіокарбамінової кислот тощо;
- за стійкістю у часі: дуже стійкі – час розпаду на нетоксичні компоненти більше 2-х років, стійкі – від 6 місяців до 2-х років, помірно стійкі – від 1 до 6 місяців, нестійкі – до 1 місяця;
- за ступенем токсичності: високотоксичні, токсичні, середньотоксичні, малотоксичні;
- за фізичним станом: дисти – порошки, що не змочуються водою, порошки, концентровані емульсії, пасти, розчини;
- за способом дії: контактні – ті, що діють при безпосередньому зовнішньому контакті, системні – діють при потраплянні в організм шкідника;
- за здатністю до накопичення в організмі людини: наокумулятивні – мають дуже високу здатність, високоокумулятивні, середньоокумулятивні, малоокумулятивні.

Забруднення сировини і харчових продуктів відбувається прямим і опосередкованим шляхом. Пряме забруднення – це потрапляння пестицидів до продукції при її безпосередній обробці цими препаратами під час вирощування, зберігання, транспортування та переробки. Опосередковане – забруднення через повітря, ґрунти, воду, корми, таропакувальні матеріали, шляхом міграції пестицидів тощо. Вміст пестицидів в сировині і готовій продукції (залишкова кількість) залежить від багатьох факторів: властивостей пестицидів (стійкість, розчинність, фізичний стан...), властивостей сировини і продукції (форма, щільність, стан поверхні...), норми витрат та кратності обробки, способу обробки і

терміну після останньої обробки, кліматичних, ґрунтових та метеорологічних умов.

В світі виробляються і застосовуються біля десяти тисяч препаратів пестицидів. В Україні дозволені до використання близько 300 видів препаратів. Найбільшого поширення набули хлор- та фосфорорганічні сполуки. Сировину з надлишковим вмістом пестицидів необхідно попередньо обробляти і використовувати для переробки тільки на певні продукти. В зв'язку з тим, що більшість хлорорганічних пестицидів погано або зовсім не розчиняються у воді, в сировині вони переважно локалізуються на поверхні: в шкірочці, в покривних листах тощо. Тому зменшенню їх вмісту сприяє ретельне миття, видалення покривного листа, луски, шкірочки.

Основними напрямками переробки такої сировини є виготовлення соків, вина, фруктових та овочевих консервів (без шкірочки), виробництво сушеної продукції, крохмалю та інших продуктів тривалого зберігання. Кількість пестицидів у харчових продуктах при зберіганні поступово знижується і тому вони через певний час (від 2 місяців до 2-х років) стають безпечними.

Сировину і продукти, забруднені ФОС понад допустимі норми вживати у свіжому вигляді не можна. Їх піддають обов'язковій переробці або витримують певний час – достатній для зниження вмісту пестициду до безпечних рівнів.

Оскільки ФОС є нестійкими до термічної обробки основними методами переробки забрудненої сировини є виготовлення фруктових та овочевих консервів, сушеної продукції, м'ясних, рибних, молочних консервів, ковбасних та інших виробів. При неможливості такої переробки сировину ретельно миють, в деяких випадках теплою водою або кислими та лужними розчинами, видаляють шкірку, залишки ботви, кочериги, качани, коріння тощо. Якщо очищення неможливе або не дає позитивних результатів сировину використовують на кормові та технічні цілі. Таку сировину не рекомендується переробляти квашенням, маринуванням, солінням тому, що в кислому середовищі стійкість ФОС зростає.

За діючими в Україні законодавчими та нормативними актами контроль залишкової кількості пестицидів в сировині і харчових продуктах виконується відомчими та державними підрозділами

санітарно-епідеміологічного нагляду та виробничого контролю. Продовольча сировина, що поступає на переробні підприємства, повинна мати санітарно-гігієнічний сертифікат. В ньому вказують види застосованих пестицидів, концентрацію і норму витрат, спосіб і дату останньої обробки. Ця інформація дає можливість прискорити приймання і контроль безпечності сировини.

Органи державного санітарно-епідеміологічного нагляду та виробничі лабораторії зобов'язані здійснювати періодичну перевірку сировини і готової продукції на вміст пестицидів. Вид контролю, його періодичність, порядок відбору проб, їх аналіз та допустимі рівні вмісту встановлюються окремо для різних видів сировини (продуктів) та забруднювачів. Для гарантування безпечності сировини і продукції необхідно суворо дотримуватися вимог діючого законодавства та нормативних документів.

Вибір методів виявлення і визначення залишкової кількості пестицидів залежить від хімічної природи цих речовин. Вони розробляються, як правило, для однорідних за складом груп пестицидів: хлорорганічні, фосфорорганічні, металовмісні, карбаматні тощо. В зв'язку з незначними рівнями вмісту перед їх визначенням здійснюються концентрування та очищення екстрактів пестицидів від супутніх заважаючих аналіз речовин (білків, жирів, барвних речовин і т.і.). Отримані концентровані екстракти в подальшому аналізують методами хроматографії (газова, газова-рідинна, тонкошарова, паперова), фотоколориметрії, спектрофотометрії, полярографії та іншими. Аналіз більшості видів пестицидів є довготривалим, трудомістким, складним. Він потребує високочутливого лабораторного устаткування, коштовних реагентів, матеріалів, висококваліфікованого персоналу аналітиків, а тому є коштовним і проводиться, на жаль, доволі рідко.

Нітрати та нітрити – це солі азотної та азотистої кислот, які потрапляють в продовольчу рослинну сировину і продукти через надмірне або незбалансоване внесення азотних добрив, через екологічне забруднення викидами промислових підприємств. В м'ясні продукти (м'ясокопчено-сті та ковбасні вироби) нітрити додають в якості стабілізаторів кольору. Їх кількість суворо нормується.

Нітрати є малотоксичними речовинами. Тільки при значному перевищенні допустимих рівнів вони порушують діяльність центральної нервової, серцево-судинної та ендокринної систем, заважають засвоєнню вітаміну А (ретинолу). Але при надмірних кількостях в організмі людини вони перетворюються в дуже токсичні нітрити. Цей процес каталізується ферментами денітрифікуючих бактерій. Токсична дія нітритів полягає в тому, що вони перетворюють гемоглобін крові в метгемоглобін, який втрачає здатність переносити кисень. Тому при отруєннях нітритами виявляються ознаки задухи. Особливо чутливими до отруєнь нітратами і нітритами є діти. Крім того, нітрити легко вступають у взаємодію з амінокислотами і вторинними амінами з утворенням нітрозозамінів, які мають чітко виражену канцерогенну і тератогенну дію.

Рівень накопичення нітратів в рослинній сировині залежить від багатьох факторів: виду і сорту рослини, кількості та способу внесення азотних добрив, типу ґрунтів, температурно-вологісного режиму, освітленості рослин, дотримання агротехнології вирощування тощо. Локалізація нітратів в окремих частинах рослин нерівномірна. Як правило, більша частина нітратів міститься у провідній системі (стебла, кочериги, черешки листя, серцевина) та в покривних частинах (шкірка, покривні листя).

Під час зберігання більшості видів сировини вміст нітратів в них зменшується, але в окремих видах він лишається незмінним (цибуля ріпчаста, редиска) або навіть збільшується (зелень, морква). На динаміку нітратів при зберіганні впливають температура, вологість, освітлення, вентиляція, санітарний стан приміщень і тари. При травмуванні сировини, підвищенні активності дихання та ступеню забруднення, різких коливаннях температури і вологості прискорюється перетворення нітратів у нітрити, зростає небезпечність сировини.

В процесі технологічної обробки (миття, бланшування, відварювання, обжарювання, стерилізація тощо) вміст нітратів зменшується за рахунок їх екстрагування та перетворення. Ефективним в цьому сенсі методом переробки є квашення, маринування та соління овочевої сировини. Але, як і у випадку термічної обробки, зменшення вмісту нітратів відбувається переважно за рахунок їх екстрагування. Тому відвари, екстракти,

маринади, розсоли не можна використовувати на харчові цілі. Темп зниження вмісту нітратів і нітритів під час технологічної обробки залежить від режимів, тривалості обробки і виду сировини.

Забруднені нітратами сировина і харчові продукти до використання за призначенням не допускаються. Вони можуть бути використані в кількості до 20 % для змішування з незабрудненою сировиною і продуктами. Таке «розбавлення» дозволяє отримати безпечні харчові продукти і раціонально використовувати обмежені ресурси сировини.

Для аналізу вмісту нітратів найчастіше використовують метод фотоколориметрії. Він є достатньо точним, надійним і простим. Для орієнтовного визначення вмісту нітратів проводять потенціометричний аналіз за допомогою іонселективних електродів. Але похибка цього методу може сягати 20...25 %, тому він поки що використовується обмежено. Найбільш точними і надійними є хроматографічні методи.

Токсичні елементи (важкі метали). До поширених у продовольчій сировині і харчових продуктах небезпечних хімічних чинників відносяться деякі важкі метали і металоїди, потрапляння яких в організм людини навіть в обмежених концентраціях, викликає тяжкі отруєння, розвиток злоякісних пухлин, мутацій та виникнення фізичних і психічних вад.

Експериментально доведена токсична дія більше двох десятків елементів: Hg, Pb, Cd, As, Cu, Zn, Sn, Sb, Cr, Co, Ni, Bi, Se, V, Mn і навіть Fe, Ag та інших мікроелементів. До речі, в даному випадку мова йде саме про токсичну дію, про хворобливу реакцію людини на присутність в організмі дуже малих (від тисячних часток до міліграмів на 1 кг маси тіла). Хоча відомо, що підвищені концентрації навіть дуже потрібних організму макроелементів (калію, кальцію, магнію та інших) також викликають розлад деяких функцій і негативно впливають на здоров'я і працездатність людини. В харчових продуктах і сировині діючим харчовим законодавством нормується МДР тільки для Cd, Hg, Cu, Pb, Zn, Sn, As та Fe. Крім харчових продуктів вміст цих елементів нормується також у питній воді.

Сировина і харчові продукти забруднюються токсичними елементами через газоподібні, рідкі та тверді викиди і відходи

промислових та енергетичних підприємств, транспортних засобів, комунальних та агропромислових господарств, через технологічне обладнання, таропакувальні матеріали тощо. Ці елементи через повітря, воду і ґрунти потрапляють до рослин та організмів тварин і риб, а в кінцевому випадку через харчові продукти до організму людини.

За останні десятиріччя сформувалася стійка тенденція до збільшення в оточуючому середовищі вмісту токсичних елементів. Згідно висновків українських вчених, при збереженні цієї тенденції в майбутньому вміст в навколишньому середовищі Pb зросте до 2025 року в 10 разів в порівнянні з 2000 роком, Hg – в 100 разів, а As – в 250 разів.

Ця загрозна для людини і всього живого ситуація ускладнюється ще й тим, що в природі не існує механізмів самоочищення від токсичних металів, а існуючі зараз штучні системи очищення шкідливих викидів і відходів не здатні ефективно вловлювати токсичні елементи та їх сполуки.

Для зменшення забруднення готової харчової продукції важкими металами необхідно суворо дотримуватися загальних принципів і правил належної виробничої та гігієнічної практики, а саме: ретельно відмивати сировину від механічних та хімічних забруднень, надійно захищати робочі органи обладнання від хімічної взаємодії з компонентами продукту, унеможливити забруднення проміжних та готових продуктів дезінфікуючими засобами, мастилами, фарбами, емаллями, отрутами для шкідників тощо.

Контроль за вмістом токсичних елементів в харчових продуктах здійснюється за схемами аналогічно раніше розглянутими для пестицидів, нітратів та інших забруднювачів. Для кожного з восьми токсичних елементів встановлені МДР їх вмісту в харчових продуктах. Вміст ртуті, олова, заліза та миш'яку визначають колориметричним або спектрофотометричним методом, а міді, свинцю, кадмію і цинку – полярографічним.

Токсичні забруднення антибіотиками, гормональними препаратами та іншими хімічними речовинами. Забруднення антибіотиками, гормональними та іншими ветеринарними препаратами характерне для сировини та продуктів тваринного походження. Надмірне або тривале споживання таких продуктів спричиняє різні

захворювання, зниження природного імунітету, алергічні реакції. Є відомості про канцерогенну та мутагенну дію окремих препаратів. До цієї групи препаратів відносяться антибіотики, сульфаніламід, нітрофуран, антигельмінтні та інші ветеринарні лікувальні препарати, гормональні стимулятори росту, транквілізатори.

Крім цих препаратів, джерелом хімічного забруднення продовольчої сировини та харчових продуктів можуть бути речовини, що використовуються у виробництві для технічного обслуговування, дезінфекції, пакування, маркування тощо. Це дезінфектанти, мастила, фарби, захисні покриття, пластмаси, хімікати водота пароочищення, отрутохімікати для боротьби з шкідниками та інші.

Антибіотики широко застосовують в тваринництві та птахівництві для профілактики та лікування інфекційних захворювань, для стимулювання росту, підвищення продуктивності тварин, для збереження від псування та підвищення засвоюваності кормів. Шкідлива дія антибіотиків на організм людини може проявлятися по різному. Тривале споживання харчів, забруднених пеніциліном, тетрациклінами, стрептоміцином та іншими, що використовуються для лікування людини, призводить до звикання організму до їх присутності, підвищенню стійкості патогенної мікрофлори до їх дії і відповідно до зниження їх лікувального ефекту. Крім того, антибіотики у багатьох людей, особливо дітей, викликають алергію, розлади в функціонуванні центральної нервової і ендокринної систем, змінюють нормальний склад шлунково-кишкової мікрофлори, внаслідок чого порушується синтез деяких вітамінів, створюються сприятливі умови для розвитку патогенних мікроорганізмів.

Забруднення антибіотиками може суттєво впливати і на технологічні процеси переробки, в яких використовується корисна мікрофлора (дозрівання, соління, бродіння). Так, більшість антибіотиків, що містяться у молоці пригнічують розвиток молочнокислих бактерій, порушують процес сичужного згортання. Це впливає на перебіг технологічного процесу і в кінцевому рахунку знижує якість готового продукту.

Застосування антибіотиків в тваринництві, порядок і терміни використання забрудненої ними сировини та їх залишковий вміст

в харчових продуктах жорстко регламентується законодавчими та нормативними документами з ветеринарної практики, ветеринарно-санітарної експертизи та гігієнічними вимогами до якості і безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів.

Сульфаніламідні препарати також мають антимікробну дію і їх використовують для профілактики та лікування тварин. Вони здатні накопичуватися в організмі тварин, є стійкими до факторів технологічного процесу, а тому потрапляють з сировини (м'ясо, молоко, яйця) до готової продукції і можуть негативно впливати на організм людини.

Серед дозволених до використання сульфаніламідів широке застосування в ветеринарії знайшли стрептоцид, норсульфазол, сульфадимезин, сульфазін, сульфален, сульфадиметоксин, сульгін, дисульформін, фталазол, етазол та інші. Характер їхньої шкідливої дії на організм людини близький до дії антибіотиків. Знешкодження їх відбувається в печінці, тому при надмірному або тривалому споживанні забрудненої ними продукції спостерігаються важкі незворотні порушення функцій печінки та нирок, розлади травної та ендокринної систем.

Нітрофурані та інші ветеринарні препарати. Нітрофурані використовують для профілактики і лікування інфекційних захворювань худоби, свиней і птиці в тих випадках коли виявляються неефективними антибіотики та сульфаніламіді. З цією метою використовують фуразолідон, нітрофуран, нітрафуразол, фурацилін, фурадонін, фуразолін, фуразонал, фуракрилін, нітрофурилен, фурагін та інші. Вони виявляють як бактерицидну, так і бактериостатичну дію.

Враховуючи те, що ці лікарські препарати широко використовуються в медицині, їх вміст в продуктах харчування є небажаним тому, що знижується їх терапевтичний ефект. Проте, через недотримання вимог належної ветеринарної та санітарно-гігієнічної практики забруднення сировини і продуктів цими препаратами, на жаль мають місце.

Серед інших ветеринарних препаратів, що можуть створювати хімічне забруднення, слід зазначити антигельмінтні, антипротозойні та трипаноцидні засоби. До них відносяться похідні бендазолу, моксидектин, доремектин, клозантел, диклезурил, диминазен, ізометамідіум та інші.

Гормональні препарати використовують у тваринництві і птахівництві для прискорення росту і збільшення товарної маси, прискорення та подовження продуктивного періоду, поліпшення засвоєння кормів для зменшення негативного впливу стрес-факторів та з іншими цілями. Найбільш часто використовують такі препарати як: диетилстільбестрол, естрадіол, прогестерон, тестостерон.

Небезпека цих препаратів для людини полягає у тому, що вони є значно активнішими за природні, більш стійкими, погано метаболізуються, а тому накопичуються в організмах тварин до високих рівнів і потрапляють до продуктів харчування. Вживання з їжею таких продуктів вносить дисбаланс в функції ендокринної системи, порушує обмін багатьох речовин, може стати причиною захворювань. Для осіб, що за станом здоров'я відносяться до груп ризику (хворі на діабет, серцево-судинні захворювання, з порушеннями функцій нирок, печінки, щитовидної залози тощо) вживання таких продуктів є особливо небезпечним.

Потенційну хімічну небезпеку на харчових виробництвах створюють і деякі матеріали, які при переробці та зберіганні контактують з продовольчою сировиною і харчовими продуктами і можуть бути джерелом забруднень. Так, із металевих, емальованих, фарбових та інших покриттів обладнання в продукти можуть мігрувати важкі метали, з пластикових покриттів та пластмасової тари і пакування – наповнювачі, пластифікатори, фарбувальні речовини і мономери; з картонної тари – адгезиви, поліхлоровані біфеніли тощо.

До забруднення сировини і продуктів небезпечними хімічними речовинами може привести і недотримання правил використання миючих та дезинфікуючих засобів, технічних мастил, холодо-агентів, хімікатів для підготовки води та водяної пари, отрутохімікатів для боротьби з комахами, мишовидними та іншими шкідниками.

Радіаційна безпека. Людина, рослинний і тваринний світ постійно піддаються іонізуючим випромінюванням, які мають природне або штучне походження. Середня річна сукупна доза опромінення складає для людини приблизно 0,001 Sv, що дорівнює енергії в 0,001 Дж/кг маси тіла для γ -випромінювання. Дві третини цієї дози людина отримує за рахунок земних джерел

радіоактивності, а решту – з космічних. До земних джерел відносяться радіоактивні інертні гази радон – 220 і радон – 222.

Вони складають приблизно три чверті природної земної радіоактивності. Ці гази є кінцевими продуктами ланцюгових реакцій розпаду основних радіоактивних ізотопів земної кори торію – 232 і урану – 238. Піднімаючись до поверхні землі, вони насичують підземні води, породи, ґрунти і повітря.

Другим, за внеском, джерелом забруднення є викиди промислових та енергетичних підприємств, які спалюють тверде паливо – буре та кам'яне вугілля. В цих викидах містяться радіоактивні ізотопи вуглецю – 14 та калію – 40.

Третім, за внеском, джерелом радіоактивних забруднень є калійні та фосфорні добрива, які містять ізотопи калію – 40 та стронцію – 90. Промислові викиди та добрива забруднюють оточуюче середовище, в тому числі продовольчу сировину і харчові продукти. Сукупне випромінювання з цих джерел разом з космічним складає природний радіаційний фон. На жаль, вагомим доповненням до нього є іонізуюче випромінювання від радіоактивних ізотопів, що потрапляють в оточуюче середовище від атомних електростанцій та випробувань атомної зброї. Основними ізотопами з цих джерел є йод – 131, цезій – 137, церій – 95 і стронцій – 90.

Глобальною екологічною катастрофою стала аварія на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС 26 квітня 1986 року. За приблизними підрахунками вчених в результаті цієї аварії в довкілля потрапило радіоактивних речовин з загальною іонізуючою активністю більше 20 млн. кюрі. Одиниця активності ізотопу – 1 кюрі дорівнює $3,7 \cdot 10^{10}$ (37 триліонів) розпадів у секунду. Наслідком аварії стало інтенсивне радіоактивне забруднення території площею біля 50 тисяч квадратних кілометрів. В даний час основними радіоактивними забруднювачами в Україні є цезій – 137 і стронцій – 90. Періоди їхнього полурозпаду складають відповідно 30 і 28 років. Але при розпаді цезію – 137 утворюється радіоактивний ізотоп америцій – 243. Його період полурозпаду складає 7950 років.

Під впливом кліматичних факторів (вітер, опади) та діяльності людини радіоактивні ізотопи поступово мігрують і охоплюють все більші площі. У вигляді пилу та розчинних сполук вони потрапляють в продовольчу сировину і харчові продукти. Зараз від

75 до 95 % річної дози радіаційного забруднення населення України отримує з продуктами харчування та питною водою.

Найбільш забруднена радіоізотопами сировина тваринного походження – м'ясо, молоко, риба, яйця та дикорослі ягоди, і особливо гриби. Це пояснюється тим, що цезій і стронцій утворюють стійкі сполуки з білковими речовинами і накопичуються в організмі тварин, птахів і риби. При переробці цієї сировини ізотопи переходять до складу готової продукції. В ряді випадків відбувається їх концентрування. Так, в сушених, згущених і концентрованих молокопродуктах, в сичужних сирах, ковбасних виробках, сушеній та в'яленій рибі, сушених овочах і фруктах, а особливо в сушених дикорослих ягодах і грибах вміст радіонуклідів зростає у 3...10 разів у порівнянні з вихідною сировиною.

Радіоактивні ізотопи мають різнобічну шкідливу дію. Як важкі метали вони виявляють токсичну дію на імунну та ферментні системи, на генетичний апарат, сприяють канцерогенезу. Як джерело часток або квантів з надвисоким рівнем кінетичної енергії ізотопи викликають іонізацію (радіоліз) компонентів хімічного складу сировини і продуктів. В організмі людини найбільш негативних наслідків завдає радіоліз молекул води. Під дією радіоактивних випромінювань молекули води розпадаються на вільні радикали, які є надзвичайно активними окислювачами. Радикали вступають у взаємодію з білками, ферментами і ліпідами в результаті чого відбувається руйнація біомембран клітин, порушується обмін речовин і фізіологічних функцій. В клітинах і тканинах організму накопичуються продукти окислення, які є високотоксичними. Все це призводить до тяжких ушкоджень і порушень життєдіяльності всіх систем організму. У більшості випадків це проявляється у захворюваннях щитовидної та молочної залоз, крові та спинного мозку, пригніченні імунітету, розвитку злоякісних пухлин, генетичних змінах, прискореному старінні організму тощо.

Основними способами захисту сировини і продуктів від радіоактивних забруднень є їх укриття від пилу, осадів, ґрунтових вод, систематичне прибирання, миття, чищення від механічних та хімічних забруднень. Забруднену сировину в залежності від рівня радіоактивності можна повністю або частково використовувати на

переробку. Основними заходами по зменшенню радіоактивних забруднень є очищення сировини від покривних частин (листя, шкірка, луска), видалення кісток, вимочування та відварювання сировини.

Необхідно враховувати те, що механічно пошкоджена сировина, нестандартна за розміром (дрібна і велика), з залишками ботви потенційно має більший вміст радіонуклідів, а тому є більш небезпечною. У сировині тваринного походження найбільший вміст ізотопів мають кістки, хрящі та внутрішні органи.

З дозволу органів санітарно-радіологічного контролю помірно забруднена сировина може бути використана як домішка до незабрудненої при її переробці. Радіологічний контроль сировини і харчових продуктів здійснюється органами і установами санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України, відомчими ветеринарними, агрохімічними та виробничими лабораторіями і службами. Він проводиться як в сільськогосподарських, так і на переробних підприємствах.

Для виявлення радіоактивних забруднень використовують портативні переносні прилади реєстрації випромінювань (дозиметри, радіометри, лічильники тощо). Для вимірювання потужності випромінювань застосовують частіше стаціонарні прилади типу аналізаторів імпульсів, лічильників квантів та інші. Вміст радіонуклідів регламентується державними гігієнічними нормами «Допустимі рівні радіонуклідів цезію – 137 і стронцію – 90 у продуктах харчування та питній воді», що затверджені Головним державним санітарним лікарем України 25.06.1997 р. (ДР-97).

Фізичну небезпеку для харчових продуктів можуть створювати тверді сторонні предмети, що потрапляють до сировини, проміжних та готових продуктів на всіх етапах виробничого ланцюга – від збирання врожаю до споживання продуктів. Так, бите скло, шматочки металу, деревини, кісток можуть спричинити порізи, внутрішні травми, інфекції та хвороби. Ці предмети потрапляють в продукти з тари, технологічного обладнання, під час транспортування та зберігання. Камінці, шматки пластмас, тканин, паперу можуть бути причиною удушення, інфекцій, поламання зубів, необхідності хірургічного втручання для видалення. Вони можуть потрапляти до продуктів в разі недбалого контролю за очищенням, сортуванням та переробкою сировини,

відмови або неналежного регулювання обладнання на підготовчих операціях та з інших причин.

Для запобігання виникнення фізичної небезпеки необхідне суворе дотримання загальних правил виробничої та гігієнічної практики на всіх етапах виробничого ланцюга, в тому числі і на харчових підприємствах.

Системи управління безпечністю харчових продуктів.

Враховуючи стійку тенденцію до зростання небезпек від харчових продуктів уряди розвинутих країн ще у середині минулого сторіччя почали активні пошуки шляхів захисту від цих загроз. Як засвідчує їх досвід, одним з таких шляхів є розробка та впровадження на підприємствах харчового виробництва і торгівлі систем управління безпечністю харчових продуктів. Найкращою з них виявилась система, що базується на концепції «Аналіз небезпечних чинників та критичні точки контролю» (англ. «Hazard Analysis and Critical Control Points», скорочено – HACCP).

Вона є попереджувальною і запобіжною системою оскільки базується на системному підході до ідентифікації, аналізу і контролю небезпечних чинників під час виробництва, реалізації та споживання харчових продуктів. Основна ідея цієї системи: безпеку продукту можна легше і ефективніше досягти завдяки запобіжним заходам в ході виробництва, ніж в ході інспектування та контролю вже виробленого продукту.

Система HACCP була розроблена у 1960-х роках американською компанією «Pillsbury» разом з лабораторіями армії США на замовлення Національного аерокосмічного агентства США (NASA) як система заходів з виробництва безпечних харчових продуктів для космічних польотів. В 1991 р. принципи HACCP включені в Кодекс Аліментаріус, а в 1997 р. Комісія Кодекс Аліментаріус переглянула Кодекс загальних принципів гігієни харчових продуктів з врахуванням принципів і досвіду застосування HACCP. Таким чином ця система стала міжнародно визнаною і рекомендованою до впровадження.

В Україні над впровадженням HACCP почали працювати з 2002 року, коли була прийнята друга редакція закону «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини». На виконання цього Закону Держспоживстандарт України розробив та впровадив в дію з 01.07.2003 р. стандарт ДСТУ 4161-2003

«Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги», який встановлює загальні положення та вимоги до систем управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР.

Зарубіжний досвід використання системи НАССР на харчових підприємствах свідчить про її високу ефективність як для виробників, так і для споживачів. Виробники завдяки цій системі отримують більш безпечну продукцію і більшу задоволеність споживачів, більший доступ на ринки збуту, поліпшують імідж фірми та її продукції. Для споживачів впровадження системи означає зменшення ризиків захворювань, спричинених харчовими продуктами, збільшення довіри до харчових продуктів та підвищення якості життя.

Система НАССР базується з семи основоположних принципів:

1-й – *Аналіз небезпечних чинників* – полягає в визначенні (ідентифікації) та аналізі небезпечних чинників і пов'язаних з ними потенційних ризиків на всіх стадіях ЖШП, починаючи з вирощування сировини і до кінцевого споживання.

2-й – *Визначення критичних точок контролю (КТК)*. Визначають точки (місця), процедури або технологічні операції, в яких небезпечні чинники можуть контролюватися з метою усунення або мінімізації.

3-й – *Встановлення критичних меж*, яких слід дотримуватися для того, щоб упевнитися, що критична точка перебуває під контролем.

4-й – *Розроблення системи моніторингу*, яка дає змогу забезпечити контролювання у критичних точках технологічного процесу за допомогою випробувань або спостережень.

5-й – *Розроблення та застосування коригувальних дій*, яких треба вжити якщо результати моніторингу свідчать про можливість виходу контрольованого показника за критичні межі.

6-й – *Встановлення процедури перевірки (аудиту)* для підтвердження ефективності функціонування системи НАССР.

7-й – *Документування процедур і реєстрування даних*, необхідних для функціонування системи.

Згідно з Настановами Комісії Кодекс Аліментаріус від 1997 року, роз-робку, впровадження і застосування системи НАССР

рекомендується проводити шляхом виконання наступних дванадцяти етапів:

Етап 1. *Створення робочої групи НАССР.* Для розробки системи необхідно створити робочу групу (група безпечності) з представників різних спеціальностей: управлінської ланки, виробничих та технічних підрозділів, санітарної служби, контрольних та дослідницьких лабораторій тощо. За потребою до роботи групи можуть залучатися інші спеціалісти, як власні, так і сторонні. Керівництво підприємства разом з групою визначають і документально затверджують сферу застосування системи НАССР. Вона може охоплювати всі або окремі етапи ЖШП (всіх або окремих продуктів).

Етап 2. *Складання описів сировини і харчових продуктів.* Для кожного продукту, включеного до сфери застосування системи, складаються описи його сировини та матеріалів, а також кінцевого продукту, в яких подається детальна інформація, необхідна для виявлення небезпечних чинників.

Етап 3. *Встановлення призначення продукту.* Група безпечності визначає умови передбачуваного використання продукту кінцевим споживачем. В разі наявності підвищеного ризику від вживання продукту не за призначенням, або окремими (вразливими) верствами населення, такі групи споживачів повинні бути чітко визначені.

Етап 4. *Побудова блок-схеми виробничого процесу.* Блок-схема (технологічна схема) повинна розроблятися групою безпечності і відображати всі етапи технологічного процесу. Вона повинна давати повну і наочну картину проходження процесів і зони можливого перехресного забруднення.

Етап 5. *Підтвердження блок-схеми на місці.* Воно здійснюється шляхом перевірки блок-схеми групою безпечності безпосередньо в умовах виробничого процесу на всіх його етапах та під час їх повного циклу. Під час перевірки схема уточнюється, до неї вносяться зміни та поправки. Цей етап досить важливий через те, що схема є основою для встановлення небезпечних чинників і відповідно основою успіху системи.

Етап 6. *Проведення аналізу ризиків.* Використовуючи блок-схему і описи група складає перелік усіх небезпечних чинників, аналізує їх ризики з метою виділення найбільш суттєвих та

визначення заходів, які дають змогу запобігати, усувати небезпеку або знижувати її до прийняттого рівня. Якщо застосування запобіжних дій на даному етапі неможливе, то необхідно модифікувати процес або продукт.

Eman 7. *Визначення критичних точок контролю (КТК).* Для кожного суттєвого ризику, визначеного під час аналізу, встановлюється одна або більше КТК, в яких цей ризик можна проконтролювати.

Eman 8. *Встановлення критичних меж для кожної КТК.* Для кожної КТК встановлюються показники, контроль яких необхідний для забезпечення продукту, та визначаються їх критичні (граничні) межі. Критичні межі встановлюються на підставі вимог законодавства, нормативних документів, експериментальних досліджень, експертних висновків тощо. Важливо, щоб критичні межі піддавались точному вимірюванню.

Eman 9. *Встановлення системи моніторингу для кожної КТК.* Система моніторингу КТК встановлюється таким чином, щоб своєчасно виявляти можливість виходу показників за критичні межі. Моніторинг полягає у вимірюванні чи спостереганні контрольованих показників та оцінюванні, чи перебуває небезпечний чинник під контролем. Методики моніторингу повинні передбачати: методи та засоби моніторингу, періодичність моніторингу, відповідальних осіб за проведення та оцінку результатів моніторингу, вимоги щодо реєстрації результатів.

Eman 10. *Встановлення корегувальних дій.* В разі виходу показника за критичні межі повинні застосовуватися корегувальні дії, заздалегідь передбачені планом НАССР, для приведення показника у встановлені межі. В плані корегувальних дій встановлюються правила поводження з дефектною продукцією (ізоляція, переробка, утилізація тощо). Корегувальні дії передбачають також аналіз причин виходу показника за встановлені межі і вжиття заходів для запобігання повторення проблеми.

Eman 11. *Встановлення процедур перевірки системи.* Для визначення того, наскільки ефективно функціонує система НАССР планується проведення періодичних перевірок, аудиту, вибіркового тестування, аналізів тощо. План перевірок передбачає їх періодичність, методи, відповідальних осіб та додаткові процедури випробувань, крім передбачених системою моніторингу.

Етап 12. Впровадження системи документування та зберігання даних. Система НАССР вимагає ретельного документування та надійного збереження документів. Для управління документацією повинна бути розроблена методика щодо ідентифікації, доступу, захисту, розробки, внесення змін та вилучення документів.

Документування та зберігання документів може бути використане для підтвердження дотримання підприємством чинного законодавства щодо виробництва харчових продуктів у судових позовах та страхових випадках. Застосування системи НАССР є вагомим аргументом також під час інспекційних перевірок підприємства директивними органами.

Як і у випадку систем якості, успіх впровадження і функціонування системи НАССР значною мірою залежить від прихильності до неї вищого керівництва та персоналу підприємства, від розуміння важливості виробництва безпечного продукту, від підготовленості та рівня кваліфікації працівників всіх рівнів. Лідерство вищого керівництва та групи безпечності щодо системи НАССР повинно бути обов'язково підтверджено.

НАССР, як система управління безпечністю харчових продуктів, може легко інтегруватися із системою менеджменту якості та загальною системою управління харчового підприємства. Досвід такого поєднання засвідчує більш високий ефект інтегрованої системи, ніж застосування цих систем окремо (автономні системи).

Для підтвердження того, що впровадженням системи НАССР харчові підприємства виконують всі вимоги для випуску безпечних продуктів, автономна чи інтегрована система НАССР може бути сертифікована. Сертифікація такої системи органами акредитованими в цій галузі необхідна для підприємств – експортерів харчової продукції у країни, в яких така сертифікація є обов'язковою. Вона зміцнює довіру зарубіжних партнерів як до продукції, так і до самого підприємства.

Фальсифікація харчових продуктів. Однією з поширених небезпек для споживача є споживання фальсифікація харчових продуктів. За даними Управління держнагляду Держспоживстандарту України у 2008-2010 роках частка харчових продуктів виведених на ринок і задекларованих як якісні, але фактично не відповідаючих встановленим вимогам, складає від 30...50 % для

шоколаду, кондитерських виробів і плодоовочевих консервів до 75...90 % для морозива, згущеного молока, горілчаних і м'ясних виробів. Головною причиною такого становища є штучно створені «прогалини» в законодавстві і нормативних документах та відсутність дійового контролю.

Фальсифікація (або підробка) харчових продуктів відома ще з давніх часів, але якщо раніше вона була простою, наочною, то зараз до фальсифікації залучені висококваліфіковані спеціалісти, які використовують для підробки продукції увесь могутній потенціал сучасної науки, техніки і технології. Виробництво фальсифікованої харчової продукції все більше набуває загрозливих рис надприбуткового кримінального бізнесу, учасниками якого стають депутати-законодавці, власники підприємств, дипломовані інженери-технологі, торгові посередники, державні контролюючі органи.

Найбільш популярними об'єктами фальсифікації є горілчани вироби, вина, згущене молоко й вершки, морозиво, йогурти, десерти, варені ковбаси, вершкове масло, шоколадні вироби та інші продукти масового споживання.

Для виявлення підробок необхідно провести ідентифікацію харчового продукту, яка полягає у встановленні його відповідності критеріям справжності (або натуральності). В якості таких критеріїв, як правило, використовують компоненти хімічного складу та фізичні властивості продукту. Наприклад, вміст какао-масла для шоколадних виробів, кофеїну – для чаю та кави, фенольних речовин та сивушних олій – для вина і горілки тощо.

Критерії ідентифікації повинні бути типовими для даного виду або групи товару, об'єктивними та здатними для перевірки і складними для підробки. Перевірку продукту на відповідність цим критеріям проводять методами досліджень, що використовуються у менеджменті якості, технологічній та товарознавчій практиці: органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними.

Доволі часто фальсифіковані товари плутають із сурогатними товарами (товарами-імітаторами) або з дефектними товарами (товари із ознаками порушень технології їх виготовлення). Наприклад, якщо кавовий напій, що виготовлений з ячменю і цикорію, пропонується як кавовий напій, то він вважається імітатором кави. Якщо ж він пропонується як кава, або додається до натуральної кави, то він стає фальсифікатом. Ковбаса варена

«Лікарська особлива», що містить сою і крохмаль, може продаватися не під своєю назвою і ціною, а замість «Лікарської», тоді вона є фальсифікатом.

Існує багато способів фальсифікування харчових продуктів, коли підробляється одна або декілька характеристик товару. На підставі цього виділяють такі види фальсифікації: асортиментна (або видова), якісна, кількісна, вартісна, інформаційна і комплексна.

Асортиментною називають підробку, коли продукт підміняється його низькосортним аналогом або імітатором. Найбільш поширеними способами такої фальсифікації є пересортиця (товар більш вищого гатунку підміняється низькосортним), заміна високоякісного продукту його менш цінним аналогом (кава «Forte» замість «Paulig» або «Jacobs»), заміна натурального продукту імітатором.

Якісна фальсифікація – це підробка за допомогою різноманітних добавок-розбавителів або інших продуктів, наприклад: води (фальсифікація молока, пива, соків...), маргарину (вершкового масла), відходів (чай та каву «розбавляють» спитим чаєм і кавою), додаванням смакових речовин, ароматизаторів, консервантів, антиокислювачів, емульгаторів тощо (для маскування початку псування) без їх зазначення на маркуванні продукту.

Кількісна фальсифікація – це понад регламентоване заниження кількісних параметрів продукту (заниження маси, об'єму, довжини...), яке досягається використанням фальшивих або навмисно неправильно настроєних вимірювальних засобів (неповновагових гир), заморожуванням зайвої вологи, надмірним зволоженням цукру, борошна, круп...).

Вартісна фальсифікація – реалізація харчових продуктів за невідповідними цінами (низькосортних – за цінами високосортних, сурогатних і дефектних по цінах натуральних і якісних).

Інформаційна фальсифікація – це омана споживача за допомогою недостовірної, неповної або перекрученої інформації про склад чи властивості продукту. Такий спосіб обманювання реалізується за допомогою навмисно спотвореним маркуванням, супровідними документами (рахунки, накладі), усною інформацією, рекламою. Частіше за все свідомо перекручується інформація про країну походження товару, його склад, властивості, ціну, виробника, фірмову марку тощо.

Комплексною називають фальсифікацію, коли одночасно виконується підробка декількох ознак або характеристик харчового продукту (якісна фальсифікація, як правило, супроводжується вартісною та інформаційною).

Виявлення фальсифікації проводиться одночасно з ідентифікацією і тими ж методами (органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними) або їх комбінацією. Сучасні методи фальсифікації стають дедалі складними й досконалішими, що суттєво ускладнює виявлення підробки.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Визначення основних термінів в галузі управління якістю: якість, життєвий шлях продукції, рівень якості, оцінка рівня якості, технічний контроль якості, випробування продукції, система якості, управління якістю.

2. Характеристика факторів, що впливають на якість на етапах ЖШП.

3. Сутність та необхідність застосування системного підходу до управління якістю продукції.

4. Вітчизняні та зарубіжні системи управління якістю.

5. Класифікація та характеристика технічного контролю якості продукції.

6. Сутність органолептичного контролю, його переваги та недоліки.

7. Сутність інструментального контролю, його переваги і недоліки.

8. Класифікація та характеристика випробувань продукції. В яких випадках вони застосовуються?

9. Сутність та процедура проведення оцінки рівня якості продукції?

10. Сутність, класифікація та характеристика видів сертифікації.

11. Сутність та характеристика основних принципів НАССР.

12. Процедура розробки, впровадження та функціонування системи НАССР.

13. Загальні принципи безпеки харчових продуктів згідно міжнародних стандартів Комісії Кодекс Аліментаріус.

14. Дайте характеристику мікробіологічної безпеки харчових продуктів.

15. Охарактеризуйте природні хімічні небезпечні чинники.

16. Наведіть класифікацію та охарактеризуйте пестициди, що можуть потрапляти у харчові продукти.

17. Охарактеризуйте види, характер токсичної дії та способи зменшення залишкового вмісту хлорорганічних та фосфорорганічних пестицидів.

18. Види фізичної небезпеки сировини і продуктів та шляхи її усунення.

19. Джерела радіаційної небезпеки для сировини і харчових продуктів.

20. Охарактеризуйте токсичну дію нітратів і нітритів, шляхи забруднення, методи виявлення та способи зменшення їх вмісту.

21. Які токсичні елементи і якими шляхами забруднюють харчові продукти? Їх токсична дія, методи виявлення та способи запобігання забруднення.

22. Види фальсифікації харчових продуктів, критерії та методи її виявлення.

Тема 10. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ І ЯКОСТІ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Термінологічний словник

1. Контроль якості та безпечності харчового продукту – перевірка відповідності якісних та кількісних показників (властивостей) продукту встановленим вимогам. Контроль якості здійснюється за показниками, що характеризують якість даного продукту, а безпечності – за показниками безпечності (для харчових продуктів це токсикологічні показники).

2. Вхідний контроль – контроль вхідної сировини, матеріалів, тари, обладнання, що призначені для використання під час виготовлення, обігу та споживання даного продукту.

3. Операційний (технологічний, поточний) контроль – перевірка показників сировини, проміжних продуктів, параметрів

процесу під час виконання або по завершенню кожної технологічної операції (або стадії).

4. Вихідний контроль (приймочний, прийомо-здаточний, контроль готової продукції) – контроль, за результатами якого приймається рішення про придатність продукту до використання за призначенням (постачання замовнику).

5. Метод контролю – сукупність правил застосування певних принципів і засобів вимірювань (випробувань).

6. Методика контролю – обов'язковий для виконання організаційно-методичний документ, що встановлює метод, засоби, умови випробувань та послідовність дій оператора необхідні для забезпечення точності і вірогідності результатів контролю.

7. Випробування (вимірювання, спостереження) – визначення кількісних або якісних характеристик властивостей харчового продукту під час здійснення контролю його якості та безпечності.

8. Засоби вимірювань (випробувань, контролю) – технічні пристрої, матеріали, речовини, що використовуються під час контролю для вимірювань кількісних або якісних характеристик властивостей харчового продукту.

9. Результати вимірювань – чисельні або інші значення характеристик властивостей харчового продукту, які отримують під час вимірювань.

10. Точність результату вимірювань – ступінь наближення результату вимірювань істинному значенню показника, що вимірюється.

11. Збіжність результатів вимірювань – ступінь наближення результатів повторних вимірювань одного й того ж показника в однакових умовах одним й тим ж оператором.

12. Відтворюваність (розкид) результату вимірювань – ступінь наближення результатів повторних вимірювань одного й того ж показника, отриманих з використанням однієї методики, однакових засобів вимірювань в однакових умовах, але різними операторами або у різний час. Розрізняють внутришньолабораторну і міжлабораторну відтворюваність.

13. Вірогідність (достовірність) контролю – ступінь відповідності оцінки, отриманої за результатами контролю, фактичному стану (рівню) якості продукту.

14. Сенсорний аналіз – дослідження об'єктів за допомогою органів чуттів людини (зору, нюху, смаку, слуху, дотику , вестибулярної рецепції).

15. Органолептичний аналіз – сенсорний аналіз харчових продуктів, під час якого оцінюються відчуття органів зору, смаку, нюху, слуху і дотику.

16. Органолептична оцінка – кількісна (у балах) або вербальна (словесний опис) оцінка експертом власних відчуттів від дії стимулів харчового продукту.

17. Дегустація – випробування харчових продуктів, що проводяться групою осіб для отримання органолептичної оцінки їх якості.

18. Стимул (імпульс) – речовина, фізичний або хімічний вплив харчового продукту, що викликає відчуття на рецепторах дегустатора.

19. Смак продукту – відчуття, що виникає у людини при контакті смакових стимулів харчового продукту із смаковими рецепторами ротової порожнини.

20. Запах продукту – відчуття, що виникає у людини при контакті нюхових стимулів харчового продукту із нюховими рецепторами носа.

21. Аромат продукту – приємний запах, характерний для натуральних продуктів.

22. Букет – запах, що формується під час дозрівання, ферментації та інших технологічних операцій.

23. Флейвор – комплексне відчуття, що виникає в ротовій порожнині, від одночасного впливу на рецептори людини смакових, нюхових і тактильних (дотикових) стимулів продукту .

24. Текстура харчового продукту – мікроструктура продукту, яка характеризується комплексом зорових, слухових, тактильних відчуттів, що виникають під час огляду, дотику і розжовування продукту.

25. Консистенція – характеристика текстури, що відображає комплекс реологічних властивостей продукту: твердість, міцність, в'язкість, липкість тощо.

26. Енергетична цінність – це та частина енергії, яка може бути отримана організмом людини з компонентів їжі в процесі їх

біологічного окислення та використана для забезпечення його фізіологічних функцій.

27. Поживна (харчова) цінність – комплексний показник харчового продукту, що відображає всю корисність даного продукту для організму, включаючи енергетичну цінність, вміст та співвідношення усіх основних природних компонентів (вуглеводів, білків, жирів), біологічно активних речовин (вітамінів, незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, мінеральних елементів та ін.), органолептичні властивості (зовнішній вигляд, колір, запах, смак, консистенцію...) та безпечність (відсутність токсинів, важких металів, радіонуклідів, пестицидів, канцерогенів тощо).

Методичні поради до вивчення теми

Матеріал даної теми має дуже великий обсяг, а тому підготовку до вивчення цієї теми треба розпочинати заздалегідь. Необхідно переглянути конспекти (а при необхідності, і підручники), отримати необхідні консультації у викладачів цих дисциплін, у лектора даного курсу, або керівника лабораторних занять.

Розпочинати знайомство з матеріалом теми слід із визначення ролі і місця методів досліджень і контролю у харчових технологіях, з процедури формування групи показників якості та безпечності для даного продукту, за якими буде перевірятися вихідна сировина, здійснюватися контроль процесу його виготовлення, зберігання і використання. Як і в попередніх темах, важливо спочатку засвоїти мінімум термінів, що наведені у термінологічному словнику і класифікацію. Без цього буде важко орієнтуватися у великій кількості груп, підгруп, видів і різновидів методів.

Після того необхідно поступово, група за групою, ознайомитися з основними методами. Першими, як найбільш прості, треба вивчити органолептичні методи: їх сутність, різновиди, сферу та особливості застосування, процедуру виконання, переваги та недоліки, способи усунення недоліків. Це найбільш поширені в харчових технологіях методи, якими повинен досконало володіти інженер-технолог. Особливу увагу треба звернути на процедуру проведення дегустацій, використання

бальної оцінки, на методи статистичної обробки результатів вимірювань та способи представлення остаточного результату. Далі в такий же послідовності вивчаються фізичні, фізико-хімічні, хімічні, мікробіологічні методи тощо.

Важливу роль у харчових технологіях, особливо при розробці нової або модернізації (удосконалення) існуючої продукції, відіграють також розрахункові методи, за допомогою яких визначається енергетична, харчова, біологічна цінність продуктів, чисельні індекси, критерії, показники. Наприклад, коефіцієнт засвоєння білків, інтегральний та амінокислотний скори, гідрофільно-ліпофільний баланс жирів і т. і.. Найчастіше вони використовуються для розрахунку енергетичної та харчової цінності.

Огляд теоретичного матеріалу даної теми

Продукція харчових підприємств, виходячи з її призначення, обсягів виробництва та споживання, повинна відповідати таким основним вимогам:

- бути безпечною для здоров'я споживачів;
- мати високу харчову та біологічну цінність;
- мати привабливий вигляд, естетичне оформлення та зручне пакування;
- супроводжуватися правдивою, і по можливості вичерпною, інформацією про її походження, склад та якість.

Таку продукцію можуть виробляти тільки підприємства, що мають досконалі технології, сучасне обладнання і високопрофесійний персонал. Невід'ємною складовою частиною будь-якої технології є контроль стану об'єкту на всіх стадіях його життєвого шляху. Він однаково важливий як на довиробничих стадіях (розробка або модернізація продукції, постановка її на виробництво), так і безпосередньо в процесі виробництва, обігу і споживання. Хоча на кожній із цих стадій він має свої особливості, що обумовлюються специфікою об'єкту, метою та завданнями контролю.

Так, на стадії розробки продукції фактично проводиться не контроль, а ретельне дослідження складу і властивостей зразків продукції з метою оптимізації рецептури, «відпрацювання»

технології, підбору обладнання тощо для отримання готового продукту, який би повністю задовольняв вимоги споживачів і гарантував певний прибуток виробникові. Ітеративне (поступове, від зразка к зразку) вдосконалення характеристик продукту не можливе без ґрунтового дослідження його складу, споживчих і технологічних властивостей.

На цій стадії виявляються ті властивості, котрі найбільш тісно пов'язані з якістю та безпечністю продукту, для подальшого внесення їх в якості регламентованих показників у нормативну документацію (стандарти, ТУ, технічні регламенти, технологічні інструкції та інші НД). Після апробації у промислових умовах технологія затверджується разом з НД на продукт, який допускається у серійне або масове виробництво.

Одним з основних критеріїв оцінювання технології є наявність та досконалість методів контролю якості і безпечності продукту, що розглядаються як її невід'ємна частина.

Харчові продукти, у своїй більшості, є багатокомпонентними системами, що складаються з поживних і забруднюючих речовин, води та газів. Будучи складними гетерогенними системами, харчові продукти мають різноманітні споживчі та технологічні властивості. Визначальними характеристиками таких систем є їх структура, ступінь дисперсності, концентрація фаз. Через розмаїття асортименту і властивостей продуктів існує величезна кількість методів їх досліджень і контролю.

Всю сукупність методів прийнято класифікувати за різними ознаками: – за способом представлення результатів: кількісні та якісні;

- за засобами вимірювань: органолептичні та інструментальні (лабораторні);
- за стадією ЖШП: науково-дослідницькі, технологічні, товарознавчі, сертифікаційні, експлуатаційні тощо;
- за стадією виробництва: методи вхідного, операційного та вихідного (приймального, приймально-здаточного) контролю готового продукту;
- за рівнем кваліфікації оператора: рядові та експертні;
- за метою: методи дослідження складу, фізичних властивостей, харчової (поживної), біологічної та енергетичної цінності;
- за станом об'єкту: методи статичного і динамічного контролю;

- за впливом на об'єкт: методи руйнівного і неруйнівного контролю;
- за способом отримання вимірювальної інформації: вимірювальні, розрахункові, соціологічні, експертні;
- за принципом вимірювань: фізичні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні, технологічні;
- за тривалістю виконання: звичайні, прискорені, експресні тощо.

Детальний розгляд окремих груп або видів методів є предметом спеціальних технологічних дисциплін, які вивчаються на старших курсах після вивчення сировини, готових продуктів та технологій їх виробництва. У попередніх темах, де розглядався хімічний склад продуктів, частково характеризувалися й методи їх визначення. В даній темі буде розглянута лише стисла характеристика органолептичних та інструментальних методів, а також методи розрахунку енергетичної та харчової цінності.

Органолептичні методи переважно використовуються для визначення основних споживчих характеристик харчових продуктів (зовнішній вигляд, форма, стан поверхні, від на розрізі, колір, прозорість, смак, запах, консистенція, текстура, наявність механічних домішок, шкідників та уражень). Органолептична оцінка виконується за тими показниками, які передбачені стандартом (або іншими НД) на цей продукт. Найчастіше це зовнішній вигляд, колір, смак, запах і консистенція.

Органолептичний аналіз надзвичайно поширений у харчовій промисловості тому, що має низку переваг перед іншими методами. По-перше, він простий, не потребує вартісного обладнання, реактивів, інструментів. По-друге, він універсальний: одна і та ж особа (оператор) може аналізувати різні продукти без тривалих втрат часу на підготовку зразків. По-третє, він достатньо швидкий. На визначення органолептичних показників не витрачається багато часу. По-четверте, він є достатньо чутливим. За допомогою зорових, смакових та нюхових рецепторів оператор, особливо досвідчений, може виявити найменші зміни досліджуємих показників.

І, саме головне, що цей метод є незамінним для визначення показників, які не мають кількісного виміру: зовнішній вигляд, форма, стан поверхні, від на розрізі, смак, запах, текстура тощо.

Проте, органолептичні методи мають і суттєві недоліки: суб'єктивність та порівняльність оцінки.

Суб'єктивність полягає в тому, що результат оцінки залежить від природних здібностей відчуттів та стану здоров'я оператора, його кваліфікації і досвіду, від його зацікавленості (об'єктивності) у результатах оцінки. Порівняльність оцінки полягає в тому, що відчуття оператора від впливу стимулів продукту не мають кількісного виміру, а можуть бути відображені тільки вербально (словесно), тобто отримується лише якісна, порівняльна характеристика показника. Наприклад, спробувавши на смак зразок оселедця, оператор не може точно визначити вміст кухонної солі у ньому, а може лише порівняти його з іншим зразком, більше чи менше він солоний у порівнянні з відомим зразком.

Для зменшення впливу на результат оцінки цих недоліків використовуються різноманітні прийоми. Так, для отримання кількісної оцінки результатів органолептичного аналізу використовуються бальні шкали, коли різним ступеням виразності відчуттів присвоюється різна кількість балів. Для усунення суб'єктивності проводяться групові оцінки, коли одні й ті ж зразки одночасно досліджують незалежно один від одного декілька операторів.

Інструментальні методи використовуються в тих випадках, коли органолептичні методи не дають однозначної оцінки, в спірних ситуаціях, коли необхідно мати об'єктивну кількісну характеристику показників. Переваги та недоліки цих методів розглянуті в попередній темі (на стор.137). За природою явищ, що покладені в їх основу, інструментальні методи поділяють на фізичні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні та технологічні. Сутність та різновиди фізичних і фізико-хімічних методів вивчались в курсі «Фізична і колоїдна хімія».

Група фізичних методів включає такі підгрупи і види:

- методи вимірювань лінійних розмірів (довжини, площі, об'єму);
- гравіметричні (методи вимірювання маси);
- оптичні (спектроскопія, спектрофотометрія, фотоелектроколориметрія, нефелометрія, турбодиметрія, мікроскопія та інші);
- реологічні (ареометрія, віскозиметрія, пенетрометрія, консістометрія...).

До фізико-хімічних відносяться:

- рефрактометричні методи;

- поляриметричні;
- електрометричні (потенціометрія, полярографія, електрофорез, кулонометрія, електрогравіметрія тощо);
- хроматографічні (паперова, тонкошарова, колонкова, газова, газо-рідинна, твердо-рідинна, розподільча та інші);
- люмінесцентні (флюоресценція, фосфоресценція, хемілюмінесценція, біоломінесценція, електролюмінесценція).

Хімічні методи є найбільш чисельними і поширеними. Їх класифікують на методи якісного і кількісного аналізу, макро- та мікрометоди. Вони є предметом навчальної дисципліни «Аналітична хімія». В харчовій технології хімічні методи частіше класифікують або за ознакою речовин, які досліджуються: методи визначення та дослідження білків, вуглеводів, жирів, кислот, мінеральних речовин тощо, або за ознакою їх хімічної сутності: окисно-відновні, гідролітичні, кінетичні, каталітичні, ферментативні та інші.

Для контролю безпечності харчових продуктів поряд з фізичними, фізико-хімічними та хімічними методами широко застосовуються біологічні методи, які поділяють на дві підгрупи: медико-біологічні та мікробіологічні. Перша включає методи, в яких дослідження проводяться на біологічних об'єктах: дослідних тваринах, рослинах, комах. В окремих випадках, коли дослідження є безпечними, вони проводяться на людях.

Друга підгрупа включає методи з визначення наявності індикаторної мікрофлори (БГКП та КМАФАнМ), групового та видового складу патогенної мікрофлори, методи з використанням бактеріальних та інших тест-організмів тощо.

Технологічні методи базуються на проведенні тестових (пробних) видів обробки чи переробки сировини або продуктів. Наприклад, уяву про якість борошна та його властивості можна отримати визначаючи його хімічний склад, але значно скоріше і простіше провести пробну випічку та отримати повну характеристику хлібопекарських властивостей борошна. Існують стандартизовані методики тестових технологічних операцій: квашення, посолу, варки, обжарювання, коптіння та інших.

Органолептичні та інструментальні методи застосовують для визначення як одиничних, так і комплексних показників. Одиничними називають показники, які характеризують якусь одну

властивість (наприклад, смак, або вміст цукру тощо). Комплексні показники відображають декілька властивостей (консистенція, харчова цінність, собівартість...).

Для виробників харчових продуктів обов'язковою для виконання є законодавча вимога інформування споживача про енергетичну та харчову цінність. Така інформація важлива для розуміння процесів засвоєння їжі, її впливу на здоров'я і працездатність людини, попередження і лікування деяких хвороб. Вона також вкрай необхідна при розробці нових повноцінних продуктів харчування.

Енергетична цінність визначається розрахунковим методом на підставі хімічного складу харчових продуктів та сировини за такою формулою:

$$ЕЦ = 4,0 Б + 9,0 Ж + 4,0 В + k C_{\text{кис}}, \quad (1)$$

де ЕЦ – енергетична цінність харчових продуктів та сировини, ккал/100 г;

4,0; 9,0; 4,0; k – коефіцієнти енергетичної цінності білків, жирів, вуглеводів та органічних кислот, які входять до складу продуктів і сировини (табл.1);

Б – масова частка білку у 100 г продукту або сировини;

Ж – масова частка жиру у 100 г продукту або сировини;

В – масова частка вуглеводів у 100 г продукту або сировини;

$C_{\text{кис}}$ – масова частка органічної кислоти у 100 г продукту або сировини.

Таблиця 1

Коефіцієнти енергетичної цінності основних нутрієнтів продуктів харчування

№ з/п	Нутрієнти продуктів харчування	Коефіцієнти енергетичної цінності, ккал/г
1.	Білкові речовини	4,0
2.	Жири та їх похідні	9,0
3.	Вуглеводи та їх похідні	4,0
4.	Сума моно- та дисахаридів	3,8
5.	Крохмаль та його модифікати	4,1
6.	Клітковина	0,0

№ з/п	Нутрієнти продуктів харчування	Коефіцієнти енергетичної цінності, ккал/г
7.	Органічні кислоти: яблучна	2,4
	лимонна	2,5
	оцтова	3,5
	молочна	3,6

Добова фізіологічна потреба людини в енергії залежить від багатьох факторів. Для середніх широт, у яких проживає більшість населення України, Беларусі і Росії, добова потреба в енергії складає, в середньому, 2400...2700 ккал (або 25...35 ккал в розрахунку на 1 кг маси тіла). Вона складається із витрат енергії на підтримання фізіологічних процесів, виконання фізичних та розумових робіт і розраховується за формулою:

$$\text{ДЕП} = \text{ЕВОО} \cdot \text{КФА}, \quad (2)$$

де ДЕП – добова енергетична потреба організму в енергії, ккал/доб;

ЕВОО – енергетичні витрати на основний обмін;

КФА – коефіцієнт фізичної активності людини (1,0...3,9).

Важливою складовою частиною добової потреби (біля 60...70 %) є енергетичні витрати на основний обмін (ЕВОО). Основним обміном у фізіології називають витрати енергії пов'язані з процесами кровообігу, дихання, травлення, росту, з роботою залоз внутрішньої секреції та іншими, які вимірюються у стані повного фізичного спокою. У переважній більшості чоловіків з нормальною будовою тіла ЕВОО складають в середньому 1 ккал/годину на 1 кг маси тіла, а у жінок – 0,9 ккал/годину. ЕВОО змінюються в залежності від віку і зросту людини. Для врахування цієї залежності використовують рівняння Харріса-Бенедикта:

$$\text{ЕВОО} = 66,5 + 13,5 \text{ M} + 5,0 \text{ З} - 6,75 \text{ В},$$

(3)

де М – маса тіла людини, кг;

З – зріст людини, см;

В – вік людини, роки.

В організмі підлітків цей показник тим вище, чим молодша дитина. У юнаків 14...17 років основний обмін дорівнює 1,7

ккал/год., у дівчат цього віку – 1,2 ккал/год.. У 40...50 років він знижується на 4...5 %, у старшому віці – на 10...15 %.

Крім витрат на основний обмін, потреба організму в енергії залежить ще від багатьох факторів, і, в першу чергу, від характеру та інтенсивності праці. Все працездатне населення за інтенсивністю праці поділяють на 5 груп:

I група – робітники переважно розумової праці (коефіцієнт фізичної

активності дорівнює 1,4);

II група – робітники, які зайняті легкою фізичною працею (КФА = 1,6);

III група – працівники, які зайняті працею середнього фізичного навантаження (КФА = 1,9);

IV група – робітники важкої фізичної праці (КФА = 2,2);

V група – чоловіки, зайняті особливо важкою фізичною працею (КФА = 2,5-2,9).

Кількість енергії, що витрачається організмом, залежить також від статі людини, її віку, зросту, об'єму поверхні тіла, конституції, стану здоров'я, рівня активності нейроендокринної системи, інтенсивності та тривалості м'язової діяльності, характеру харчування, клімату, метеорологічних факторів, пори року, часу доби.

Жінки порівняно з чоловіками витрачають енергії менше в середньому на 15 %. Організм, що росте, потребує більшої кількості енергії на одиницю маси тіла, ніж у дорослих людей, внаслідок використання її на процеси росту та розвитку органів і тканин. У людей віком 30...39 років витрати енергії на 4...5 % нижче, ніж у 18...29-літніх, а у 40...59-літніх нижче на 9...10 %.

На витрати енергії впливає також характер їжі. Це явище отримало назву специфічно-динамічної дії їжі. Так, прийом з їжею білків підвищує витрати енергії основного обміну на 30...40 %. Таку властивість білків використовують під час складання меню деяких розвантажувальних дієт та для лікування ожиріння. Жири збільшують енерговитрати на 10...15 %, вуглеводи на 4...7 %. Під час споживання «змішаної» їжі витрати енергії підвищуються, в середньому, на 10 %.

Харчова цінність – узагальнене поняття, яке відображає всю повноту корисних властивостей продукту. Вона визначається:

- енергетичною цінністю продукту;
- вмістом і співвідношенням у продукті основних харчових речовин (білків, жирів, вуглеводів);
- вмістом і співвідношенням у продукті біологічно активних речовин (вітамінів, незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, мінеральних елементів та ін.);
- органолептичними властивостями (зовнішнім виглядом, кольором, запахом, смаком, консистенцією та іншими);
- безпечністю (відсутністю у складі продукту шкідливих для організму речовин: токсинів, важких металів, радіонуклідів, пестицидів, канцерогенів тощо).

Харчова цінність різних видів сировини і продуктів неоднакова. Більш високу цінність мають ті види сировини і продуктів, в яких містяться в необхідному для організму співвідношенні білки, жири, вуглеводи та біологічно активні речовини. До таких відносяться м'ясо свійської птиці, тварин і риба, молочні продукти, яйця, ікра риби. Значно поступаються ним за цим показником харчові продукти із зерна, бобових, а також більшість плодів і овочів.

Ряд продуктів має понижено харчову цінність, тому що в них не має повного набору необхідних для організму харчових речовин. Наприклад, в цукрі, патоці, крохмалю містяться в основному вуглеводи, в тваринних жирах і оліях переважають ліпіди, в мінеральній воді і кухонній солі – мінеральні елементи. В прянощах знаходяться, головним чином, ароматичні речовини, тому вони використовуються як добавки, які покращують смак і аромат їжі і тим самим сприяють кращому її засвоєнню.

Деякі продукти володіють умовною харчовою цінністю. Наприклад, горілчані вироби містять етиловий спирт, який в організмі людини окислюється з виділенням значної кількості енергії. Однак надмірне вживання спиртних напоїв наносить шкоду здоров'ю. Такі продукти у фізіології називають джерелом «пустих калорій».

Харчова цінність продуктів формується під впливом різноманітних факторів. Так, в овочах і плодах вона залежить від сорту, погодних і кліматичних умов, агротехнічних прийомів

вирощування. Хімічний склад і органолептичні показники м'яса і птиці визначаються породою тварин, їх віком, режимом і раціоном годівлі. Харчова цінність дикорослих плодів і овочів, риби, дичини залежить від виду, місця зростання, часу збору (лову) та ін.

У формуванні харчової цінності продуктів, які отриманні шляхом переробки сільськогосподарської сировини, основна роль належить сировині і технології виготовлення. Харчова цінність продуктів може змінюватися під час зберігання і транспортування за результатами біохімічних, хімічних і фізичних процесів, що протікають в них.

Для розрахунків потреби у основних харчових речовинах, необхідних організму людини для забезпечення його нормального функціонування, використовують, так звану формулу збалансованого харчування (ФЗХ). Вона була запропонована акад. О.О. Покровським на початку ХХ століття і набула широкого використання у фізіології при розробці норм фізіологічних потреб у харчових продуктах для різних вікових груп населення та у харчових виробництвах для оцінювання відповідності хімічного складу харчових продуктів потребам організму людини.

Порівняння хімічного складу продуктів і сировини з формулою збалансованого харчування (інтегральний скор) дає можливість отримати узагальнену характеристику харчової цінності об'єкту, показати ступінь його відповідності фізіологічним потребам організму, його збалансованість. Тому інтегральний скор в харчових технологіях використовують як об'єктивний критерій оцінки харчової цінності продуктів. У скороченому варіанті ФЗХ представлена в таблиці 2.

Таблиця 2

Розрахункова фізіологічна потреба людини в основних харчових речовинах (формула збалансованого харчування)

Компоненти харчових продуктів	Добова потреба
1	2
Вода, г	1750...2200
Білки, г	80...100 (75)*
у т.ч. тваринного походження, г	50

Продовження таблиці 2

1	2
Незамінні амінокислоти, всього, г	21...31
Замінні амінокислоти, всього, г	48...50
Вуглеводи, г	400...550 (500)
у т.ч. крохмаль	400...450
цукор	50...100 (65)
Харчові волокна (клітковина, пектини та ін.), г	25
Органічні кислоти, г	2
Жири, г	75...100 (83)
у т. ч. рослинні олії	20...30 (25)
Поліненасичені жирні кислоти, г	11
Холестерин, мг	300
Мінеральні речовини, г	
кальцій	0,8...1,0 (1)
фосфор	1,0...1,5 (1)
натрій	4,0...6,0 (2,5)
калій	2,5...5,0 (3,5)
магній	0,3...0,5 (0,4)
залізо, мг	15
цинк, мг	10...15
марганець, мг	5...10
Вітаміни, мг	
аскорбінова кислота (С)	70...100 (75)
тіамін (В ₁)	1,5...2,0 (1,5)
рибофлавін (В ₂)	2,0...2,5 (1,8)
ніацин (РР)	15...25 (20)
піридоксин (В ₆)	2...3 (2,0)
кобаломін (В ₁₂), мкг	5...8 (3,0)
рутин (Р)	25
ретиноли (А)	1,5...2,5 (1,0)
токофероли (Е)	2...6 (3,0)

* В дужках наведені прийняті зараз уточнені дані.

Питання для самоперевірки знань матеріалу даної теми

1. Поняття про якісний та кількісний аналіз сировини і продуктів.
2. Класифікація методів аналізу сировини та харчових продуктів.
3. Класифікація та характеристика органолептичних методів контролю харчової сировини і продуктів.
4. Сучасні тенденції в аналітичній практиці харчових виробництв.
5. Фізичні експрес-методи контролю і дослідження харчової сировини та продуктів із неї.
6. Застосування методів математичної статистики в аналітичній практиці харчових виробництв.
7. Сенсорний аналіз та органолептична оцінка харчових продуктів: види та характеристика.
8. Переваги та недоліки органолептичних методів.
9. Інструментальні методи аналізу і дослідження харчових продуктів: сутність, класифікація та сфера застосування.
10. Стисла характеристика основних методів якісного та кількісного аналізу білків, вуглеводів, ліпідів, вітамінів, мінеральних та чужорідних речовин.
11. Розрахунок енергетичної, харчової цінності та інтегрального скору сировини і продуктів.
12. Статистична обробка, точність та відтворюваність результатів досліджень.

ПЕРЕЛІК ОСНОВНОЇ ТА ДОДАТКОВОЇ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Біологічна і біоорганічна хімія. Підручник у 2 томах / Л.І. Остапченко, В.К. Рибальченко. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2015. 918 с.
2. Біохімія людини: підручник / Я.І. Гонський, Т.М. Максимчук; за ред. Я.І.Гонського. 3-тє вид., випр. і доповн. Тернопіль: ТДМУ, 2017. 732 с.
3. Біохімія молока і молочних продуктів : курс лекцій / О.С. Крамаренко. Миколаїв: МНАУ, 2017. 96 с.
4. Біохімія плодів та овочів / В. В. Євлаш, О. П. Прісс, М. Є. Сердюк, Л. Ф. Павлоцька, Л. А. Скуріхіна, Н. В. Дуденко, О. І. Сухаренко Навчальний посібник. Мелітополь, 2019. 205с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія. Київ-Вінниця:, Нова книга, 2017. 656с.
6. Домарецький В. А. Технологія солоду і пива: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. К.: ІНК ОС, 2004. 426 с.
7. Дубиніна А.А. та ін. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення: Підручник/А.А. Дубиніна, Л.П. Малюк, Г.А. Селютіна Г.А. та інші.- К.: ВД «Професіонал», 2007. – 384 с.
8. Іванова В.Д. Технологія виробництва продуктів бджільництва: Курс лекцій. Миколаїв: МДАУ, 2009. 245 с.
9. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень. К.: Фітосоціоцентр, 2021. 424 с.
10. Кучменко О.Б. Біохімія вітамінів. К.: Університет «Україна», 2012. 528 с.
11. Лапицька Н.В. Технологія напоїв, екстрактів та концентратів. Навчальний посібник. Чернігів: НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2021. 217 с.
12. Нельсон, Дейвід Лі, Основи біохімії за Ленінджером / Дейвід Л. Нельсон, Майкл М. Кокс ; [пер. з англ. О. Матишевська та ін. ; наук. ред. пер. С. Комісаренко та ін. ; ред. М. Мартиняк]. Львів : БаК, 2015. 1256 с.
13. Пешук Л.В., Носенко Т.Т. Біохімія та технологія оліежирової сировини: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2008. 295 с.

14. Прилуцька С.В., Гринюк І.І., Ткаченко Т.А. Біохімія. Навчальний посібник. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. 2022. 192 с.

15. Проценко Л.В., Ляшенко М.І., Свірчевська О.В., Гринюк Т.П., Власенко А.С. Методологія оцінювання хмелю і хмелепродуктів: монографія / за ред. Л.В.Проценко. Житомир: Рута, 2020. 272 с.

16. Славов В.П., Шубенко О.І., Ковальчук Т.І. Біохімія молока та молочних продуктів: Навчальний посібник. Житомир. Вид-во ЖДУ ім. І.Франка 2013. 208 с.

17. Стріха Л. О. Біохімія м'яса і м'ясних продуктів : курс лекцій / Л. О. Стріха. Миколаїв: МНАУ, 2015. 84 с.

18. Тупицька О., Кліх Л. Біохімія риби і рибних продуктів. К.: НВВ «Видавничий центр НУБіП України», 2015. 473 с.

19. Цехмістренко С.І. Біохімія молока та молокопродуктів: Навч. посіб. / С.І. Цехмістренко, О.І. Кононський. Біла Церква, 2014. 168 с.

20. Цехмістренко С.І. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: Навч. посібник / С.І. Цехмістренко, О.С. Цехмістренко. Біла Церква, 2014. 192 с.

21. Хлібопекарське виробництво.. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технології харчових виробництв» для студентів спеціальності 181 – Харчові технології / Укл.: М. П. Ксенюк, О. І. Сиза. Чернігів: ЧНТУ, 2018. 54 с.

22. Шевчук Т. В., Огороднічук Г.М. Біохімія молока і молочних продуктів: Навчальний посібник. Вінниця: ОЦ ВНАУ, 2010. 88 с.

23. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger Principles of Biochemistry. Publisher: W.H. Freeman (15th Edition), 2022, ISBN-10: 0-7167-7108-X. ISBN-13: 978-0-7167-7108-1. 1100 p.

Додаткова

1. Альохіна Т.М. Лабораторний практикум з біохімії: Білки та ферменти. Кривий Ріг: Криворізький державний педагогічний університет, 2022. 77 с.

2. Біохімія. Практикум / Л.І. Остапченко, І.В.Компанець, О.В. Скопенко та ін. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2018. 296 с.

3. Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І. Біохімія м'яса: Навчальний посібник. – Житомир. 2013. 170 с.

4. Лабораторний практикум з хімії і фізики молока і молочних продуктів / Укладачі: В.П. Ясній, Т.А. Довбуш. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 182 с.

5. Методи контролю продукції тваринництва та рослинних жирів: Навчальний посібник/ За заг. ред. Л.М. Крайнюк. -2-е вид., перероб. і доп. Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. – 300 с.

6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Хімія і біохімія вина» для здобувачів СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання, галузі знань 18 «Виробництво та технології», спеціальності 181 «Харчові технології», освітньої програми «Технології продуктів бродіння та виноробства» / Укл. О.Б. Ткаченко, Т.С. Сугаченко, О.М. Каниніна, О.Л. Ходаков, Л.О. Ткаченко. Одеса: ОНТУ, 2022. 51 с.

7. Механізми біохімічних реакцій: навч. посіб.: [для студ. вищ. навч. закл.] / [Н. О. Сибірна, Г. Я. Гачкова, О. Г. Стасик та ін.]; за ред. проф. Н. О. Сибірної. Видання третє, доповнене. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2021. 320 с. Серія «Біологічні Студії».

8. Сироватко К.М., Главатчук В.А. Біохімія продуктів тваринництва. Методичні вказівки до виконання практичних занять для підготовки здобувачів вищої освіти факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва та ветеринарії, галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», другого (магістерського) освітнього рівня. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2022. 74 с.

Навчальне видання

В. Я. Плахотін, О. Б. Кучменко

**БІОХІМІЯ
З ОСНОВАМИ ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ**

*Навчально-методичний посібник
для самостійної роботи студентів*

Технічний редактор – І. П. Борис
Верстка, макетування – О. В. Борщ

Підписано до друку 24.02.26 р.
Гарнітура Computer Modern
Замовлення № 216

Формат 60x84/16
Обл.-вид. арк. 10,6
Ум. друк. арк. 12,6

Папір офсетний
Ел. вид-ння



Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя.
м. Ніжин, вул. Воздвиженська, 3^А
(04631)7–19–72
E-mail: vidavn_ndu@ukr.net
www.ndu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2137 від 29.03.05 р.