

Міністерство освіти і науки України

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ:  
АНТИАЛІМЕНТАРНІ ФАКТОРИ, КСЕНОБІОТИКИ,  
ХАРЧОВІ ДОБАВКИ**

*Навчальний посібник*

Харків  
ХНАДУ  
2017

УДК 658.62

ББК 36-4

Б 12

Рекомендовано до друку  
Вченою радою НТУ «ХПІ» (протокол №9 від 25.11.2016р.)

Рецензенти: проф.. Ведь В.Є., д-р техн.наук, професор  
(Національний технічний університет «ХПІ»);  
проф.. Чумак О.П., канд.техн.наук, професор  
(Національний технічний університет «ХПІ»);

Колектив авторів:

*Кричківська Л. В.*, д-р біол.наук, професор;  
*Белінська А. П.*, канд. техн. наук, доцент;  
*Анан`єва В. В.*, асистент;  
*Дубоносів В. Л.*, старший викладач;  
*Овсяннікова Т. О.*, старший викладач

### **Кричківська Л.В.**

**Б 12**

Безпека харчових продуктів: антиаліментарні фактори, ксенобіотики, харчові добавки: навчальний посібник / Л.В. Кричківська, П. Белінська, В.В. Анан`єва та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2017. – 98 с.

У посібнику викладено теоретичні основи безпеки харчових продуктів і продовольчої сировини. Навчальний посібник призначений для студентів усіх форм навчання спеціалізації «Хімічні технології харчових добавок і косметичних засобів».

Розглянуто основні принципи управління якістю харчових продуктів, антиаліментарні фактори харчування, природні, техногенні ксенобіотики, а також ксенобіотики, що використовуються в рослинництві і тваринництві.

Зосереджено увагу на хімічній природі вказаних речовин, їхній дії на організм людини, джерелах забруднення продовольчої сировини і харчових продуктів, особливостях технологічної обробки сировини, а також хімічних методах аналізу для визначення небезпечних речовин у продуктах харчування.

Посібник може бути корисний для викладачів, аспірантів, працівників харчової промисловості, а також для всіх, хто цікавиться розглянутими проблемами.

УДК 658.62

ББК 36-4

## ВСТУП

Здоров'я людини переважно визначається впливом факторів навколишнього середовища, у тому числі якістю харчових продуктів. Недбайливе, корисливе ставлення людини до біосфери призвело до того, що рослинний і тваринний світ став також небезпечним для людини. У процесі переробки рослинної і тваринної сировини виникає все більше екологічних проблем, розв'язання яких зумовлено безпекою харчування. Безпека харчових продуктів – відсутність загрози шкідливого впливу харчових продуктів, продовольчої сировини та супутніх матеріалів на організм людини. Забезпечення безпеки продуктів харчування з кожним роком стає все більш актуальним і невідкладним завданням вчених, виробників харчової продукції, санітарно-епідеміологічних станцій, інших державних органів. Безпека продуктів харчування – це відсутність шкідливого впливу на здоров'я людини при їх вживанні, а саме токсичної, канцерогенної, мутагенної і тератогенної дії всіх складників.

Інтенсивний розвиток промисловості, широка урбанізація, хімізація сільськогосподарства призводить до надходження у продовольчу сировину та харчові продукти чужорідних речовин, які негативно впливають на здоров'я населення. Крім того, певну небезпеку може становити використання харчових добавок у нових технологіях виготовлення харчових продуктів. В зв'язку з цим безпека та якість харчової продукції є одними з основних факторів, які визначають здоров'я населення України. Важливе значення для забезпечення випуску якісної продукції та попередження переходу до організму людини шкідливих речовин у кількостях, що перевищують гігієнічні норми, має контроль за вмістом контамінантів хімічного та біологічного походження. Для цього на підприємствах, які випускають харчову продукцію, рекомендується встановлювати порядок та періодичність контролю за показниками безпеки.

Потенційним джерелом емісії шкідливих речовин в продовольчу сировину і продукти харчування є навколишнє середовище. Вихлопні гази автомобілів, викиди промислових підприємств, відходи тваринницьких комплексів, аерозолі, пестициди, добрива, миючі засоби, харчові консерванти і барвники - далеко неповний спектр джерел всіх органічних і неорганічних речовин, що забруднюють навколишнє середовище. Слідові кількості цих та подібних речовин зберігаються в рослинах, потрапляють в молоко і м'ясо тварин. Тобто, в організм людини з їжею, водою і повітрям проникає безліч хімічних речовин, для нього зовсім непотрібних, а нерідко і дуже шкідливих.

Основні шляхи антропогенного забруднення продуктів харчування і про-

довольчої сировини:

1. Застосування нових нетрадиційних технологій виробництва продуктів харчування, в тому числі і харчових речовин, отриманих шляхом хімічного і мікробіологічного синтезу.

2. Забруднення сільськогосподарських культур і продуктів тваринництва пестицидами, що використовуються для боротьби з шкідниками рослин і у ветеринарній практиці для лікувальної профілактики тварин.

3. Використання в тваринництві та птахівництві недозволених кормових добавок, консервантів, стимуляторів, профілактичних і лікувальних медикаментів, застосування дозволених препаратів у великих дозах.

4. Використання недозволених барвників, консервантів, антиокислювачів і застосування дозволених в кількостях, що перевищують їх граничні допустимі концентрації.

5. Порушення агротехнічних інструкцій з використання добрив, твердих і рідких відходів промисловості і тваринництва, стічних вод.

6. Міграція в продукти харчування токсичних речовин з харчового обладнання, упаковки внаслідок застосування недозволених полімерів, гумових та металевих предметів.

7. Утворення в харчових продуктах ендогенних токсичних сполук в процесі теплового впливу (наприклад, смаження, копчення, опромінення).

8. Недотримання санітарних вимог у технології виробництва та зберігання харчових продуктів, що призводить до утворення бактеріальних токсинів (афлатоксинів, мікотоксинів і ін.).

9. Надходження в продукти харчування і продовольчу сировину з навколишнього середовища токсичних і канцерогенних речовин, у тому числі і радіонуклідів.

З кількості зазначених антропогенних джерел забруднення харчових продуктів і продовольчої сировини останній є домінуючим, тому забруднення навколишнього середовища є свого роду індикатором оцінки їх екологічної чистоти і безпеки.

Хімічні елементи та сполуки можуть потрапляти в харчові продукти з ґрунту, атмосферного повітря, підземних і поверхневих вод, сільськогосподарської сировини, а через їжу – в організм людини.

# ГЛАВА 1.

## ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

### 1.1. Державне регулювання щодо безпеки харчових продуктів

Безпека харчових продуктів регулюється дією таких законодавчих актів:

1. **Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів»** (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1998 зі змінами, внесеними згідно із Законом від 31.05.2007). Цей Закон регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками) та споживачами харчових продуктів і визначає правовий порядок забезпечення безпечності та якості харчових продуктів, що виробляються, знаходяться в обігу, імпортуються, експортуються. Дія цього Закону не поширюється на тютюн і тютюнові вироби та спеціальні вимоги до харчових продуктів, пов'язані з наявністю у них генетично модифікованих організмів чи їх компонентів, що є предметом регулювання спеціального законодавства, а також на харчові продукти, вироблені для особистого споживання.

2. **Закон України «Про Державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів про безпечність та якість харчових продуктів»** від 31.05.2007. Цей Закон регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками), розробниками, дослідниками, науковцями та споживачами генетично модифікованих організмів та продукції, виробленої за технологіями, що передбачають їх розробку, створення, випробування, дослідження, транспортування, імпорт, експорт, розміщення на ринку, вивільнення у навколишнє середовище та використання в Україні (далі – поводження з ГМО) із забезпеченням біологічної і генетичної безпеки. Цей Закон не застосовується до тканин та окремих клітин у складі людського організму.

3. **Постанова Кабінету міністрів України № 468 «Порядок етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг»**. Цей Порядок визначає вимоги щодо етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг в Україні.

У Порядку терміни вживаються у такому значенні:

- харчовий продукт, який містить генетично модифіковані організми – це

такий харчовий продукт, який повністю або окремі його складники містять генетично модифіковані організми, вміст яких становить понад 0,9 %;

- харчовий продукт, вироблений з використанням генетично модифікованих організмів – це такий харчовий продукт, який не містить генетично модифікованих організмів, але повністю або частково вироблений з використанням сільськогосподарської продукції, вміст генетично модифікованих організмів в якій становив понад 0,9 %.

Етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми обсягом понад 0,9 % або вироблені із сільськогосподарської продукції, вміст генетично модифікованих організмів у якій становить понад 0,9 %, повинен проводитися їх виробником (постачальником) із зазначенням відповідної інформації. У переліку складників харчового продукту після найменування кожного з тих, що містять генетично модифіковані організми чи вироблені з їх використанням, у дужках виконується напис «(генетично модифікований)», «(містить генетично модифікований організм)» або «(вироблений з генетично модифікованого організму)» із зазначенням найменування організму або до кожного такого складника робиться відповідна виноска. Напис виконується таким самим шрифтом, що і перелік складників.

Для харчових продуктів, що містять одну складову, напис «генетично модифікований», «містить генетично модифікований організм» або «вироблений з генетично модифікованого організму» із зазначенням найменування організму виконується на етикетці шрифтом розміру не менш як 2 мм.

Етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням і реалізуються без упаковки або з упаковкою, найбільша площа поверхні якої становить менш як 10 см<sup>2</sup>, здійснюється продавцем шляхом проставлення відповідної позначки згідно з цього Порядку на ярликах поряд з назвою харчового продукту або на пакувальному матеріалі шрифтом розміру не менш як 2 мм.

Етикетування харчових продуктів, які не містять генетично модифіковані організми або вміст яких становить менш як 0,1 %, може бути здійснено добровільно з виконанням напису «Без ГМО». Харчові продукти, які містять генетично модифіковані організми обсягом понад 0,9 % або вироблені із сільськогосподарської продукції, вміст генетично модифікованих організмів у якій становить понад 0,9 %, на яких не виконано відповідний напис згідно з цим Порядком, підлягають вилученню з обігу.

**4. Закон України «Про захист прав споживачів»** регулює відносини між споживачами товарів (робіт, послуг), виробниками, виконавцями та продавця-

ми. Цим законом встановлюється право споживача на безпеку товарів (робіт, послуг).

5. **Декрети Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію», «Про порядок заняття торгівельною діяльністю і правила торгівельного обслуговування населення».**

6. **Накази** міністерств та відомств встановлюють конкретні засоби щодо забезпечення безпеки харчових продуктів в Україні.

7. **СанПіНи**, які затверджені Головним державним санітарним лікарем, встановлюють конкретні засоби щодо забезпечення безпеки харчових продуктів в Україні.

8. **Правила та нормативи**, які затверджені Головним ветеринарним лікарем встановлюють конкретні засоби щодо забезпечення безпеки харчових продуктів в Україні.

9. **Міжнародні стандарти серії ISO 9000** визначають заходи, щодо управління якістю продукції і містять вимоги до забезпечення її безпеки.

Комісією *Codex Alimentarius* опубліковано документ «Система аналізу небезпечного фактора і контрольної точки і керівництво до її застосування», який використовується у всьому світі як стандарт, що забезпечує належний контроль харчової продукції.

## **1.2. Системи аналізу загроз за критичними контрольними точками**

Серед пропонованих вимог до якості продуктів харчування одним з основних являється їх незараженість інфекційними мікроорганізмами. Розуміється, що досягти нульового рівня за цим показником не є можливим навіть при використанні самих досконалих методів підготовки продуктів. Тому бажаною метою є отримання продуктів харчування з найбільш низьким рівнем кількості існуючих в них інфекційних мікроорганізмів.

Для того щоб знизити час і кількість стадій обробки харчових продуктів, а також довести це до більш тривалих періодів зберігання і транспортування продуктів харчування на більш далекі відстані, перш ніж вони потраплять до свого споживача, необхідна розробка нових підходів для контролю надійності зберігаючих продуктів.

Стандартні підходи до мікробіологічного контролю якості харчових продуктів ґрунтуються виключно на визначеннях мікроорганізмів як у початковій сировині, так і в кінцевих продуктах. Однак для отримання результатів стандартного мікробіологічного аналізу багатьох харчових продуктів потрібно занад-

то багато часу. Розвиток і використання деяких швидких методів сучасного аналізу безумовно має велике значення. Проте тільки ці обставини не збільшують необхідності в розробці нових підходів аналізу для контролю тривалого зберігання харчових продуктів. Існує система аналізу загроз і критичних контрольних точок як метод відбору продуктів для гарантії зберігання продуктів при їх доставці від ферми до столу. Для характеристики нових концепцій, що з'являються, були введені так звані вимоги до безпеки продуктів. У випадках, коли це є необхідним, можуть бути встановлені мікробіологічні критерії для деяких складових та продуктів харчування, і це, поряд з графіком відбору зразків, є одним з компонентів системи аналізу загроз і критичних контрольних точок.

Для забезпечення гарантованої безпеки продуктів харчування на переробних підприємствах промислово розвинутих країн діє **система аналізу загрози за критичними контрольними точкам *НАССР* (Hazard Analysis and Critical Control Point)**. *НАССР* є системою, призначеною для ідентифікації небезпечних факторів (біологічних, фізичних, механічних або хімічних властивостей харчової продукції, які можуть вплинути на її безпеку) і встановлення засобів, необхідних для їх контролю. Ця система займає провідне місце у світовій харчовій індустрії.

*НАССР* є системою, застосування якої повинно призводити до виробництва мікробіологічно безпечних харчових продуктів шляхом аналізу ступеню небезпеки вихідних сирих матеріалів – тієї, яка може виникнути і на етапі виробництва харчових продуктів, і при їх споживанні. Використання даної системи передбачає активний систематичний контроль загроз, пов'язаних з харчовою продукцією. Незважаючи на те, що деякі класичні підходи до контролю безпеки харчових продуктів ґрунтуються виключно на тестуванні кінцевої продукції, *НАССР* відштовхується від принципу контролю якості та безпеки всіх складових і всіх стадій процесу виробництва харчових продуктів і виходить з тієї передумови, що безпечна і якісна продукція може бути отримана тільки при ретельному контролі всіх вихідних матеріалів і всіх стадій виробництва. Таким чином, дана система побудована на контролюванні та визначенні мікроорганізмів на етапі підготовки та виробництві продуктів харчування. Правильне застосування системи аналізу загроз і критичних контрольних точок на підприємствах харчової промисловості та харчового обслуговування, а також у домашньому господарстві безсумнівно веде до зниження харчових захворювань.

Принципи системи аналізу загроз і критичних контрольних точок:

**1. Брати під сумнів якість харчових продуктів і оцінювати біологічну**



**небезпеку і ризику, пов'язані з вирощуванням та збиранням сирого матеріалу харчових продуктів, їх складових, а також усіх процесів підготовки, виробництва, розподілу, маркетингу, приготування їжі та її вживання.**

Біологічна небезпека і ризику можуть бути оцінені з кожного індивідуального інгредієнта харчових продуктів за плаваючою діаграмою або за класифікацією кінцевого харчового продукту після присвоєння йому ступеня біологічної небезпеки.

**2. Визначення критичної контрольної точки необхідно для контролю певної біологічної небезпеки.**

Розрізняють два типи критичних контрольних точок (ККТ): ККТ-1 є критичною контрольною точкою для перевірки контролю біологічної небезпеки харчових продуктів, в той час як ККТ-2 є критичною контрольною точкою для мінімізації біологічної небезпеки продуктів харчування. Типовими ККТ є наступні:

1. Стадії термічної обробки, на яких для руйнування даних патогенів повинна підтримуватися взаємозалежність температури і часу.

2. При заморожуванні і періоді до заморожування – час перед тим, як патогени знаходять здатність до розмноження.

3. Підтримання рН харчових продуктів на рівні, що запобігає зростання патогенів.

4. Гігієна обслуговуючого персоналу.

**3. Встановлювати критичні ліміти, які можуть мати місце при кожній певній критичній контрольній точці.**

Критичний ліміт – це одне або більше з запропонованих допустимих відхилень, які повинні братися до уваги при визначенні ефективності контролю мікробіологічної небезпеки для здоров'я. Це може означати, наприклад, підтримання температури в холодильних установках на визначеному особливому рівні, в межах дуже вузької області або гарантування того, що досягнута певна температура, яка мінімально необхідна для руйнування мікроорганізмів і підтримується досить довго для досягнення ефекту руйнування.

**4. Встановлювати певні методичні підходи та процедури для моніторингу критичної контрольної точки.**

Якщо, наприклад, температура для певної стадії процесу не повинна перевищувати 40°C, має бути встановлений самописець, що фіксує температуру. Мікробіологічні аналізи при цьому не використовуються, в силу того, що їх проведення вимагає занадто багато часу для отримання результатів. Водночас, фізичні та хімічні параметри, такі як час, рН, температура і активність води,

можуть бути швидко визначені та результати отримані негайно.

**5. Встановлювати коригувальні заходи, які повинні бути прийняті у випадку виявлення відхилень при моніторингу даної критичної контрольної точки.**

Міри, що приймаються, повинні усунути біологічну небезпеку, яка була створена в результаті відхилень від плану системи аналізу ступеня небезпеки за критичної контрольної точки. Якщо для даного харчового продукту виявлена неможливість подальшого зберігання та вживання в результаті тих чи інших відхилень, він повинен бути негайно видалений. Незважаючи на те що, ті міри, що приймаються, можуть варіювати в широких межах, загалом і в цілому вони мають приводити до одного результату, а саме збереження критичної контрольної точки (ККТ) під суворим контролем.

**6. Встановлювати методичні підходи та процедури для обстеження того, що НАССР працює коректно.**

Верифікація включає методи, процедури та тести, які використовуються для того, щоб визначити, що система аналізу загроз і критичних контрольних точок працює в суворій відповідності з планом. У результаті верифікації отримують підтвердження того, що всі види біологічної небезпеки визначені планом системи аналізу загроз і критичних контрольних точок на стадії його розробки. Показники верифікації при їх встановленні можуть включати відповідність з набором встановлених критеріїв.

**7. Встановлювати ефективну систему реєстрації, яка документувала план системи аналізу загроз і критичних контрольних точок.**

План системи аналізу ступеня біологічної небезпеки за критичної контрольної точки повинен бути представлений окремим файлом у відповідному харчовому підприємстві або установі, і він повинен бути доступний офіційним інспекторам на їх вимогу.

Застосування принципів системи *НАССР* на практиці створює необхідні умови для гарантованого випуску безпечної продукції.

Супутні програми для впровадження системи *НАССР*. У сучасних умовах успішний процес інтеграції України у світове економічне співтовариство неможливий без координації зусиль із забезпечення випуску якісної і безпечної харчової продукції. Із цією метою на підприємствах харчової промисловості розробляють і впроваджують системи управління якістю і безпекою, для успішного використання яких необхідно дотримуватися загальних принципів гігієни харчових продуктів.

Система *НАССР* є частиною загальної системи управління підприємством,

яка ґрунтується на чинних програмах обов'язкових попередніх заходів *GHP* (*Good Hygiene Practice* – належної гігієнічної практики), *GMP* (*Good Manufacturing Practice* – належної виробничої практики) і стандартних санітарних робочих процедурах *SSOP* (*Sanitation Standard Operating Procedures*), які забезпечують дотримання санітарних вимог до харчового підприємства відповідного профілю, устаткування, будинків і споруд. *GHP* та *GMP* називають супутніми програмами *HACCP*, або програмами-передумовами, оскільки їх починають здійснювати задовго до початку основного виробничого процесу. Мета *GMP/GHP* полягає в мінімізації мікробіологічних, фізичних і хімічних ризиків під час виробництва харчової продукції.

*GMP* – сукупність організаційно-технічних вимог і правил, яка є частиною системи забезпечення якості і гарантує, що продукцію постійно виробляють і контролюють за стандартами якості, відповідними її призначенню та вимогам реєстраційного досьє. Принципи *GMP* затверджено на основі результатів наукових досліджень із безпеки продуктів. Вони містяться у відповідних документах ЄС. Принципів і правил *GMP/GHP* необхідно дотримуватися на підприємстві, щоб забезпечити виготовлення продукції відповідної якості й унеможливити її забруднення з внутрішніх чи зовнішніх джерел. Правила *GMP/GHP* є загальними настановами, які визначають принципи організації виробничого процесу, проведення контролю і містять мінімальні практичні вказівки щодо роботи сучасного харчового виробництва. Вони забезпечують управління загальними ризиками і дають змогу у плані *HACCP* сконцентрувати увагу на основних небезпеках, які вимагають додаткових специфічних заходів контролю.

Для впровадження правил *GMP/GHP* у різних країнах розробляють нормативні документи, які регламентують умови організації і ведення процесу виробництва на харчових підприємствах. В Україні – це державні санітарні правила і норми, державні будівельні норми і правила, кодекси, технічні та технологічні регламенти, СанПіН (санітарні правила і норми), які чинні в Україні, національні (ДСТУ) та галузеві (ГСТУ) стандарти України, міждержавні стандарти (ГОСТ) та нормативні документи підприємства. У цих документах максимально враховано чинники, що впливають на якість і безпеку харчової продукції: виробничі, адміністративні та допоміжні будівлі (вентиляція, опалення, освітлення, водопостачання, каналізація, стічні води, санітарія та ін.); персонал (особиста гігієна, одяг тощо); обладнання, посуд, тара, інвентар (конструкція, розміщення, підготовка до роботи та експлуатація, санітарне оброблення та дезінфекція); організація та ведення технологічного процесу, документації; контроль за процесом виробництва; контроль за якістю готової продукції; транспорту-

вання готової продукції.

Правила *GMP/GHP* розробляють для типових виробничих процесів, тому вони не охоплюють усіх аспектів безпеки харчових продуктів для конкретного підприємства. Крім того, самі правила *GMP* не вимагають додаткової документації. Однак ці загальні процедури впроваджують на підприємстві зазвичай через стандартні санітарні робочі процедури та виробничі інструкції. Починаючи розробляти систему *HACCP*, підприємству необхідно задокументувати процедури, які конкретизують правила *GMP/GHP* саме для цього підприємства, тобто стандартні санітарні робочі процедури та виробничі інструкції, форма яких може бути неоднаковою для різних підприємств.

Перш ніж застосовувати принципи системи *HACCP*, робоча група має перевірити наявність на підприємстві задокументованих актуалізованих процедур, що забезпечують виконання правил *GMP/GHP* для конкретного виробничого середовища. Адекватність та ефективність таких процедур як основи плану *HACCP* суттєво спрощує план *HACCP*, гарантуючи його дієвість і безпеку готової харчової продукції.

### **1.3. Міжнародне харчове законодавство. Кодекс Аліментаріус**

Із метою регламентації виробництва харчових продуктів, їх якості, асортименту, правил реалізації, заходів щодо профілактики харчових отруєнь, запобігання фальсифікації тощо державні органи видають закони, постанови, стандарти та інструкції, сукупність яких називають харчовим законодавством. Однак інтенсифікація і глобалізація сучасного виробництва харчових продуктів і міждержавних торгових відносин обумовили необхідність створення міжнародного харчового законодавства з метою впровадження жорсткіших вимог до безпеки харчових продуктів. З огляду на це було прийнято Кодекс Аліментаріус.

**Кодекс Аліментаріус** (лат. *Codex Alimentarius* – харчовий кодекс, харчовий закон) – сукупність визнаних міжнародною спільнотою стандартів на харчові продукти.

Він містить положення щодо гігієни харчових продуктів, харчових добавок, залишків пестицидів та інших контамінантів (англ. *contamination* – забруднення), маркування і подання продуктів, методів аналізу та відбирання проб, а також рекомендації, яких має дотримуватися міжнародна спільнота для захисту здоров'я споживачів і забезпечення однакових торговельних методів у вигляді правил, норм, настанов та інших документів.

Вимоги Кодексу Аліментаріус ґрунтуються на тому, що всі споживачі ма-

ють рівні права на одержання безпечних продуктів, а також на захист від несумлінного ведення торгівлі. До міжнародного продажу не допускаються продукти, що містять отруйні речовини, непридатні для споживання продукти розпаду, хвороботворні речовини і ксенобіотики, фальсифіковані і не відповідні етикетці продукти, а також продукти, що були приготовлені, упаковані та зберігалися або транспортувалися з порушенням санітарних правил чи іншим способом становлять загрозу здоров'ю людини.

Кодекс Аліментаріус складається із загальних (горизонтальних) стандартів і стандартів за групами продуктів (вертикальних).

Загальні стандарти містять загальні правила і нормативи, що поширюються на всі групи харчових продуктів. Вони регламентують порядок маркування продуктів; застосування харчових добавок; вміст контамінантів; методи аналізу і відбирання проб; харчову гігієну; продукти спеціального харчування; інспекцію імпорту й експорту продуктів і системи сертифікації; залишкові рівні ветеринарних препаратів у продуктах; залишкові рівні пестицидів у продуктах.

Вертикальні стандарти зазвичай охоплюють такі розділи:

- 1) «Галузь застосування» (назва товару і цілі його використання);
- 2) «Опис» (терміни і визначення, опис продукту, його основний склад і показники якості);
- 3) «Харчові добавки» (перелік і максимальні рівні технологічних харчових добавок зі списку добавок, дозволених ФАО/ВООЗ до застосування під час виробництва харчових продуктів);
- 4) «Контамінанти» (кількість забруднювачів (важких металів, пестицидів) у продуктах, що належать до сфери дії конкретного горизонтального стандарту);
- 5) «Гігієна» (принципи харчової гігієни і мікробіологічні критерії для харчових продуктів, на які поширюється дія конкретного стандарту);
- 6) «Маси і міри» (вага товару, наповнення тари);
- 7) «Маркування» (правила маркування харчових продуктів, що належать до сфери дії конкретного стандарту, відповідно до кодексу загальних стандартів з маркування розфасованих продуктів);
- 8) «Методи аналізу і відбирання проб» (опис методів аналізу і відбирання проб для харчових продуктів, на які поширюється дія конкретного стандарту).

Кодекс Аліментаріус поділено на томи:

– том 1 А «Загальні вимоги» (основні принципи і мета кодексу, етичні норми міжнародної торгівлі продовольством, вимоги до етикетування продуктів, харчових добавок, у т. ч. за іншими стандартами з харчових добавок, контамі-

нантів у харчових продуктах, у т. ч. за загальними стандартами стосовно забруднювачів і токсинів у харчових продуктах, опромінених продуктів, імпорту і експорту харчових продуктів, системи інспектування і сертифікації);

– том 1 В «Загальні вимоги» (гігієна харчових продуктів);

– том 2 А «Залишковий рівень пестицидів у харчових продуктах» (загальний текст);

– том 2 В «Залишковий рівень пестицидів у харчових продуктах» (граничні норми залишкового вмісту);

– том 3 «Залишкові рівні ветеринарних лікарських препаратів у харчових продуктах»;

– том 4 «Продукти спеціального харчування» (у т. ч. продукти для новонароджених і дітей);

– том 5 А «Перероблені і свіжозаморожені фрукти й овочі»;

– том 5 В «Свіжі фрукти й овочі»;

– том 6 «Фруктові й овочеві соки, нектари»;

– том 7 «Зернові, бобові й продукти з них, а також білки рослинного походження»;

– том 8 «Олії і жирові продукти»;

– том 9 «Риба і вироби з риби»;

– том 10 «М'ясо і м'ясні продукти, супи і бульйони»;

– том 11 «Цукор, какао-продукти, шоколад та інші продукти»;

– том 12 «Молоко і молочні продукти»;

– том 13 «Методи аналізу і відбирання проб».

**Комісія з Кодексу Аліментаріус.** У 1962 р. Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (*FAO – Food and Agriculture Organization*, ФАО) і Всесвітньою організацією охорони здоров'я (*WHO — World Health Organization*, ВООЗ) було створено Комісію з Кодексу Аліментаріус як допоміжний орган для впровадження спільної програми стандартів ФАО/ВООЗ на харчові продукти. Основна мета діяльності Комісії — створення погоджених на міжнародному рівні правил національної системи контролю за продуктами. Базові критерії вироблення цих правил полягають у захисті здоров'я споживачів, дотриманні норм міжнародної торгівлі та урахуванні особливостей кожної країни. Водночас пріоритетом Кодексу Аліментаріус є інтереси споживачів, що передбачають виконання мінімально необхідних вимог до продукту, зокрема гарантування безпеки (відсутність ризику для здоров'я людини), зазначення стандарту якості, маси, складу продукту та наявності етикетки, яка відповідає вимогам стандарту.

Стратегічні завдання Комісії, що забезпечують досягнення мети, охоплюють:

- а) розвиток міжнародних харчових стандартів;
- б) застосування наукового підходу й аналізу ризиків;
- в) розвиток зв'язків Кодексу з іншими регулювальними організаціями;
- г) забезпечення можливостей швидкого й ефективного реагування на проблеми, що виникають, і нові розробки в харчовому секторі;
- г) залучення нових учасників Комісії;
- д) максимально можливе поширення та впровадження стандартів Кодексу.

Комісія з Кодексу Аліментаріус складається з кодексних і координаційних комітетів. Кодексні комітети займаються підготовкою проектів стандартів для подання в Комісію з Кодексу Аліментаріус, засідання якої щороку проводять по чергово в Римі, штаб-квартирі ФАО, і Женеві, штаб-квартирі ВООЗ. Кодексні комітети поділяють на комітети із загальних питань і комітети із груп продуктів.

Координаційні комітети забезпечують погоджену роботу регіонів або груп країн з розроблення стандартів. Вони відповідальні за проведення роботи Комісії з Кодексу Аліментаріус з урахуванням інтересів регіонів та країн, що розвиваються.

Основне завдання допомоги країнам, що розвиваються, полягає в наближенні їх харчового законодавства до Єдиного харчового стандарту. Складність його прийняття в цих країнах зумовлена існуванням різних правових, адміністративних і політичних систем.

Наближення харчового законодавства до Єдиного харчового стандарту в країнах, що розвиваються, здійснюється шляхом:

- проведення семінарів зі спеціалістами з контролю залишкового рівня пестицидів;
- поліпшення національних систем з контролю за якістю харчових продуктів, у т. ч. зміни національних стандартів і створення агенцій;
- упровадження передової практики роботи;
- використання сучасних методів аналізу й лабораторної практики;
- удосконалення системи захисту прав споживачів і культури виробництва;
- публікації звітів та обговорення на конференціях і симпозіумах.

Координаційні комітети не мають постійних географічних місць. Їхні засідання проводять з інтервалом в один-два роки в одній із країн регіону за згодою Комісії і за участю представників усіх країн регіону. Звіти засідань подають у Комісію для обговорення.

**Національна комісія України з Кодексу Аліментаріус.** У 1998 р. постановою Кабінету Міністрів України було створено Національну комісію України зі зводу харчових продуктів Кодексу Аліментаріус, яку в 2006 р. перейменовано на Національну комісію України з Кодексу Аліментаріус. Вона діє на підставі статті 8 Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» та Постанови Кабінету Міністрів України від 3 липня 2006 року № 903 «Питання Національної комісії України з Кодексу аліментаріус».

Основними завданнями Національної комісії є аналіз міжнародного та вітчизняного законодавства у сфері безпеки та якості харчових продуктів і розроблення пропозицій щодо їх удосконалення; гармонізація вітчизняного законодавства з міжнародним; сприяння впровадженню нових технологій, міжнародних стандартів, вітчизняних технічних регламентів і міжнародних санітарних заходів у сферу виробництва харчових продуктів та нових методів їх дослідження.

До складу Національної комісії залучено провідних фахівців наукових та інших установ, підприємств та організацій, представників центральних органів виконавчої влади з питань охорони здоров'я, аграрної політики, технічного регулювання та споживчої політики, економіки.

Національна комісія з Кодексу Аліментаріус для розв'язання покладених на неї завдань створює постійно діючі комітети і тимчасові робочі групи за відповідними напрямками діяльності, регламент і склад яких затверджує голова Комісії.

Кодекс Аліментаріус істотно підвищив рівень поінформованості міжнародної спільноти з таких життєво важливих питань, як якість харчових продуктів, харчова безпека і суспільна охорона здоров'я.

### **Питання з теми**

1. У чому полягає державне забезпечення безпеки продовольчої сировини і харчових продуктів?
2. У чому полягає Державне регулювання щодо безпеки харчових продуктів?
3. Що таке якість харчових продуктів?
4. Що таке безпека харчових продуктів?
5. Дайте визначення харчовій і біологічній цінності харчових продуктів.
6. Що таке фальсифікація харчових продуктів і продовольчої сировини?
7. Основні етапи системи аналізу загроз за критичними контрольними точ-



ками (НАССР).

8. Які існують принципи системи аналізу загроз і критичних контрольних точок?

9. Що таке GMP/GHP?

10. Нормативні документи для впровадження правил GMP/GHP в Україні.

11. Що таке Кодекс Алиментариус?

12. На чому ґрунтуються вимоги Кодексу Аліментаріус?

13. Що містять у собі загальні стандарти Кодексу Аліментаріус?

14. Які розділи охоплюють вертикальні стандарти Кодексу Аліментаріус?

15. Основна мета діяльності Комісії з Кодексу Аліментаріус.

16. Стратегічні завдання Комісії з Кодексу Аліментаріус.

17. Структура Комісії з Кодексу Аліментаріус.

18. Як організована на Україні робота національної комісії з Кодексу Аліментаріус?

## ГЛАВА 2.

### АНТИАЛІМЕНТАРНІ ФАКТОРИ ХАРЧУВАННЯ

Крім чужорідних сполук, що забруднюють харчові продукти, так званих контамінантів – забруднювачів та природних токсикантів, необхідно враховувати дію антиаліментарних факторів харчування. На думку академіка О.О. Покровського, до антиаліментарних чинників відносять сполуки, що не володіють загальною токсичністю, але володіють здатністю вибірково погіршувати або блокувати засвоєння нутрієнтів. Цей термін поширюється тільки на речовини природного походження, які є складовими частинами натуральних продуктів харчування. Перелік антиаліментарних факторів харчування доволі обширний. Представники цієї групи речовин розглядаються як своєрідні антагоністи звичайних харчових речовин. До антиаліментарних компонентів, за академіком О.О. Покровським, належать сполуки, які не мають токсичності, але є антагоністами необхідних організму харчових речовин.

#### 2.1. Інгібітори травних ферментів

**Природа.** Речовини білкової природи. Протекторний фактор рослин від несприятливих екологічних чинників (екзогенних протеаз комах, вірусів, бактерій і т.д.).

**Дія на організм.** Блокують активність травних ферментів (пепсину, трипсину, хімотрипсину,  $\alpha$ -амілази). Механізм дії цих сполук полягає в утворенні стійких комплексів «фермент-інгібітор», придушенні активності головних травних ферментів і, тим самим, зниженні засвоєння білкових речовин та інших макронутрієнтів. Присутність інгібіторів протеаз у харчових продуктах обумовлює виділення великої кількості травних ферментів, що веде до гіпертрофування підшлункової залози і збідненню тканин організму амінокислотами. Це, в свою чергу, призводить до різкого погіршення засвоєння білків, викликає уповільнення росту і виснаження тваринного і людського організмів. При зростаючому інтересі до використання сої в якості харчового продукту необхідно враховувати можливу загрозу здоров'ю людини у зв'язку з неповною інактивацією інгібіторів протеаз при порушенні технологічних режимів обробки.

**Джерело.** Виявлені в насінні бобових культур (соя, квасоля та ін), злакових (пшениця, ячмінь тощо), в картоплі, яєчному білку та інших продуктах рослинного і тваринного походження. В бульбах картоплі знаходяться інгібітори, здатні одночасно зв'язуватися і інгібувати протеазу і  $\alpha$ -амілазу. Такі білкові інгібі-

тори були виділені з рису, ячменю, пшениці, тритикале, жита.

**Особливості технологічної обробки сировини.** Розглянуті білкові інгібітори рослинного походження характеризуються високою термостабільністю, що в цілому не характерно для речовин білкової природи. Інгібітори тваринного походження (наприклад, що входять до складу яєчного білка) більш чутливі до теплового впливу. Встановлено, що соєве борошно, що не піддавалося термічній обробці, надає негативну дію на організм людини. Нагрівання сухих продуктів, що містять інгібітори трипсину і хімотрипсину до 130°C або кип'ятіння їх при 100°C протягом 30 хвилин, не призводить до істотного зниження їх інгібуючих властивостей. Для повного руйнування соєвого інгібітора трипсину необхідно нагрівання до 115°C протягом 20 хвилин або при 108°C упродовж 40 хвилин. Кип'ятіння соєвих бобів руйнує інгібітори протеаз протягом 2–3 годин. Для повної інактивації інгібіторів знежирені соєві боби повинні бути зволожені близько до 14 % з наступною термічною обробкою при 130°C упродовж години. Однак при такій обробці знижується засвоюваність соєвого білка і йде втрата незамінних амінокислот.

**Методи визначення:** спектрофотометричні, колориметричні (засновані на поглинанні світла в певних ділянках спектру активними групами ферментів, субстратів або продуктів реакції).

## 2.2. Антивітаміни

**Природа.** Відповідно до сучасних уявлень, до антивітамінів відносять дві групи сполук:

1. сполуки, що є хімічними аналогами вітамінів, із заміщенням якої-небудь функціонально важливої групи на неактивний радикал, тобто це окремий випадок класичних антиметаболітів;

2. сполуки, тим чи іншим чином специфічно інактивуючі вітаміни, наприклад, за допомогою їх модифікації або обмежують їх біологічну активність.

**Дія на організм.** Перша (антиметаболітна) група може розглядатися як конкурентні інгібітори, а друга – неконкурентні, причому в другу групу потрапляють дуже різноманітні за своєю хімічною природою сполуки і навіть самі вітаміни, здатні в ряді випадків обмежувати дію один одного. Таким чином, антивітаміни – це сполуки різної природи, що мають здатність зменшувати або повністю ліквідувати специфічний ефект вітамінів, незалежно від механізму дії цих вітамінів.

**Джерело.** Лейцин (амінокислота, що входить до складу всіх білків) – порушує обмін триптофану, в результаті чого блокується утворення з триптофану ніацину – одного з найважливіших водорозчинних вітамінів – вітаміну РР.

Індолілоцтова кислота і ацетил піридин, що містяться в кукурудзі – також є антивітамінами по відношенню до вітаміну РР. Надмірне вживання продуктів, що містять вищевказані сполуки, може посилювати розвиток пелагри, зумовленої дефіцитом вітаміну РР.

Аскорбатоксидази, поліфенолоксидази і деякі інші окисні ферменти проявляють антивітамінну активність по відношенню до вітаміну С (аскорбінової кислоти). Аскорбатоксидази каталізують реакцію окислення аскорбінової кислоти в дегідроаскорбінову кислоту. Вміст аскорбатоксидази і її активність в різних продуктах (в овочах, фруктах і ягодах) неоднакова: найбільш активна аскорбатоксидази в огірках, кабачках, найменш – у моркві, буряках, помідорах, чорній смородині та ін. Активність аскорбатоксидази має велике значення при вирішенні ряду технологічних питань, пов'язаних із збереженням вітамінів в їжі.

Тіаміназа – антивітамінний фактор для вітаміну В<sub>1</sub> – тіаміну. Вона міститься в продуктах рослинного і тваринного походження, обумовлюючи розщеплення частини тіаміну в харчових продуктах в процесі їх виготовлення і зберігання. Найбільший вміст цього ферменту відмічено у прісноводних риб (зокрема, у коропових, оселедцевих, корюшкових). Споживання в їжу сирової риби призводять до розвитку недостатності вітаміну В<sub>1</sub>. Однак у трісці, навазі, бичках і ряду інших морських риб цей фермент повністю відсутній.

У насінні льону виявлений лінатін – антагоніст піридоксину (вітаміну В<sub>6</sub>), в проростках гороху – антивітаміни біотину і пантотенової кислоти.

У сирій сої присутня ліпоксидаза, яка окисляє каротин.

Ортодифеноли і біофлавоноїди (речовини з Р-вітамінною активністю), що містяться в каві та чаї, а також окситіамін, який утворюється при тривалому кип'ятінні кислих ягід і фруктів, проявляють антивітамінну активність по відношенню до тіаміну.

Інгібітори піридоксалевих ферментів виявлені в їстівних грибах і деяких видах насіння бобових.

Авідин – білкова фракція, яка міститься в яєчному білку. Надмірне споживання сирих яєць призводить до дефіциту біотину (вітаміну Н), так як авідин пов'язує вітамін в незасвоювані сполуки. Теплова обробка яєць призводить до денатурації білка і позбавляє його антивітамінних властивостей.

**Особливості технологічної обробки сировини.** У подрібненій рослинній

сировині за 6 годин зберігання втрачається більше половини вітаміну С, тому що при подрібненні порушується цілісність клітини і виникають сприятливі умови для взаємодії ферменту і субстрату. Тому рекомендують пити соки безпосередньо після їх виготовлення або споживати овочі, фрукти і ягоди в натуральному вигляді, уникаючи їх подрібнення і приготування різних салатів.

Активність ферментів (аскорбатоксидази, ліпоксигенази) пригнічується при 1–3-хвилинному прогріванні сировини при 100°C.

**Методи визначення:** флуоресцентні, спектрофотометричні, колориметричні, хроматографічні, мікробіологічні.

### 2.3. Фактори, що знижують засвоєння мінеральних речовин (демінералізуючі речовини)

**Природа.** Щавлева кислота та її солі (оксалати), фітинова кислота (рис. 1), таніни (рис. 2), деякі баластні речовини, сірковмісні сполуки хрестоцвітих культур та ін.

Фітинова кислота, або міо-інозитгексафосфорна кислота, – це тривіальні назви D-міо-інозитол-1,2,3,4,5,6-гексаксидгідрофосфорної кислоти, яка являє собою складний ефір циклічного шестиатомного поліспирту міоінозиту (або міоінозиту) і шести залишків ортофосфорної кислоти.

Таніни – група фенольних сполук рослинного походження, що містять велику кількість гідроксильних груп. Таніни мають дубильні властивості і характерний терпкий смак. Дубильна дія танінів заснована на їх здатності утворювати міцні зв'язки з білками, полісахаридами і іншими біополимерами.

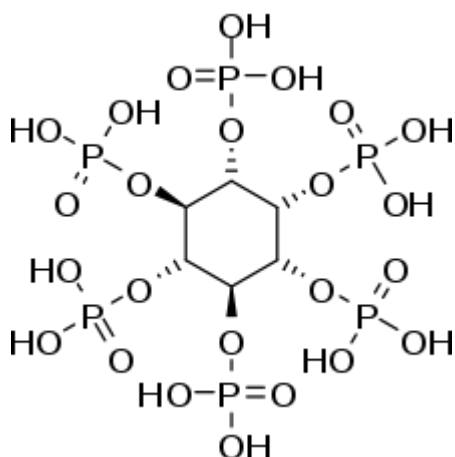


Рис. 1. Фітинова кислота.

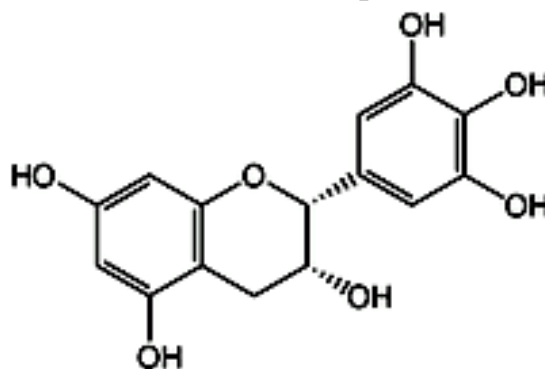


Рис. 2. Епігалокатехін.

**Дія на організм.** Потрапляючи в організм, вільна щавлева кислота зв'язує кальцій, який вже не засвоюється організмом. Демінералізуючий ефект щавлевої кислоти обумовлений утворенням практично нерозчинних у воді сполук з

солями кальцію. Тому продукти, що містять значну кількість щавлевої кислоти, здатні різко знизити засвоєння кальцію в тонкому кишечнику і навіть послужити причиною важких отруєнь. Летальна доза щавлевої кислоти для дорослих людей коливається від 5 до 15 г і залежить від ряду факторів. Встановлено, що інтоксикація щавлевою кислотою виявляється більшою мірою при дефіциті вітаміну D. Щавлева кислота пригнічує також надходження кальцію в організм з молока та молочних продуктів, що є основним джерелом легкозасвоюваного кальцію.

Фітин, завдяки своїй хімічній будові, легко утворює важкорозчинні комплекси з іонами Ca, Mg, Fe, Zn, і Cu. Цим пояснюється його демінералізуючий ефект – здатність зменшувати адсорбцію металів в кишечнику.

Дубильні речовини, кофеїн, баластні з'єднання також можуть розглядатися як чинники, що знижують засвоєння мінеральних речовин. Встановлено, що засвоюваність заліза знижується в присутності дубильних речовин чаю, оскільки вони утворюють з ним хелатні сполуки, які не всмоктуються в тонкому кишечнику. Такий вплив дубильних речовин не поширюється на гемове залізо м'яса, риби і яєчного жовтка.

Кофеїн, що міститься в каві, активізує виділення з організму кальцію, магнію, натрію, ряду інших елементів, збільшуючи тим самим потребу в них.

**Джерело.** Щавлева кислота в рослинній сировині міститься у вільному і зв'язаному станах. Найбільш несприятливий ефект мають шпинат, портулак, листя буряка, щавель, ревіль, в яких вміст щавлевої кислоти приблизно в 10 разів вище, ніж кальцію.

Достатньо велика кількість фітину міститься в злакових і бобових культурах: у пшениці, горосі, кукурудзі.

**Особливості технологічної обробки сировини.** Як вже було наведено, вплив щавлевої кислоти на засвоєння кальцію значно залежить від вмісту в кожному з продуктів кальцію і оксалатів. Зниження вмісту щавлевої кислоти можливо досягти шляхом консервування (кількість щавлевої кислоти знижується до 600 мг на кожні 100 г зеленої маси) або попередньою термообробкою перед приготуванням – у киплячій воді, протягом 5–7 хвилин (кількість щавлевої кислоти знижується до 870 мг на кожні 100 г зеленої маси).

Хліб, випечений з борошна вищого ґатунку, практично не містить фітину. В хлібі з житнього борошна його мало, завдяки високій активності фітази, здатної розщеплювати фітин. Відзначено, що декальцінуючий ефект фітину тим вищий, чим нижче співвідношення кальцію і фосфору в продукті і нижчий вміст в організмі вітаміну D.

Несприятливий вплив дубильних і баластних сполук на засвоюваність заліза гальмується аскорбіною кислотою, цистеїном, кальцієм, фосфором, що вказує на необхідність їх спільного використання в раціоні.

**Методи визначення.** Вміст щавелевої кислоти і оксалати визначають за допомогою перманганатометрії; фітин – колориметричним способом з попереднім озоленням; таніни – окисно-відновним титруванням.

## 2.4. Ціаногенні глікозиди

Ціаністі сполуки використовували як отруту, хоча їх хімічна природа не була відома. Історії відомі випадки застосування ціанідів для масового ураження людей.

**Природа.** Глікозиди деяких ціаногенних альдегідів і кетонів, які при ферментативному або кислотному гідролізі виділяють токсичний компонент – синільну кислоту.

**Дія на організм.** Синільна кислота викликає ураження нервової системи. Це легка летюча речовина з характерним запахом гіркого мигдалю. У кількості 0,05 г вона викликає у людини смертельне отруєння. Клінічна картина отруєння ціанідами полягає в наступному: у легких випадках отруєння виникають головний біль і нудота; у важких – поразка дихального центру, яке призводить до паралічу дихання і смерті.

**Джерело.** Виявлені в ядрах персиків, абрикосів, вишень, слив, гіркого мигдалю, бульб моніока, а також і інших рослин родини розоцвітих або настоянок з них. Вживання їх у великій кількості може призвести до смертельного отруєння.

З представників ціаногенних глікозидів доцільно відзначити – лімарин, що міститься в білій квасолі; – амігдалин, який виявляється в кісточках мигдалю (до 8 %), персиків, слив, абрикосів (від 4 до 6 %); – лінамарин, який є компонентом насіння льону і білої квасолі; – дхурін, що входить до складу зерна сорго.

**Особливості технологічної обробки сировини.** Застосування гіркого мигдалю в кондитерському виробництві обмежується. Встановлено, що в 100 г гіркого мигдалю вміст синільної кислоти становить 0,25 г, тобто близько п'яти смертельних доз для дорослої людини. У 5–10 ядрах міститься смертельна доза для маленької дитини. Вживання приблизно 60–80 г очищених гірких ядер абрикос може викликати смертельне отруєння.

**Методи визначення:** ферментативний гідроліз, розщеплення аглікону, відгонка ціаністого водню з його кількісною ідентифікацією.

## 2.5. Лектини

**Природа.** Речовини білкової природи, що мають властивості специфічно і оборотно зв'язувати вуглеводи або їх залишки в біополімерах (наприклад, у глікопротеїні). Більшість лектинів – глікопротеїни, багато з них містять координаційно пов'язані йони  $Mn^{2+}$  та  $Ca^{2+}$ , які необхідні для прояву біологічної активності. Для деяких лектинів характерна просторова структура.

**Дія на організм.** Відносна їх активність специфічна по відношенню до кров'яних тілець – еритроцитів різних видів тварин. Крім взаємодії з клітинами крові, лектини здатні до стимуляції ділення клітин і аглютинації ракових клітин. Дані властивості лектинів обумовлюють їх здатність до зв'язування специфічних груп цукрів, локалізованих на поверхні клітин. Деякі лектини – абрин і рицин – хоча і не здатні викликати аглютинацію клітин, але також є токсичними. Лектини пригнічують активність клітин слизової кишки і знижують тим самим їх здатність до поглинання поживних речовин.

**Джерело.** Широко поширені в рослинах, особливо в бобових. Відомо, що деякі навіть їстівні види бобових – квасоля, сочевиця, горох – містять фітогемаглютинін. Багато лектинів містять у собі морепродукти, особливо молюски, палтус, вугор.

**Особливості технологічної обробки сировини.** Для повної нейтралізації токсинів, наприклад квасолі звичайної, насіння перед тепловою обробкою необхідно замочувати, хоча нагрівання упродовж 30 хвилин також повністю пригнічує гемаглютинуючу активність. Тому при переробці бобових культур слід суворо стежити за дотриманням технологічних режимів їх теплової обробки.

**Методи визначення:** вибіркова взаємодія лектинів з еритроцитами (реакція аглютинації модифікованих або інтактних еритроцитів).

## 2.6. Алкалоїди

**Природа.** Азотвмісні гетероциклічні основи небілкової природи (рис. 3, 4). У рослинах вони існують зазвичай у вигляді солей органічних кислот. Крім вуглецю, водню та азоту молекули алкалоїди можуть містити атоми сірки, рідше – бром.



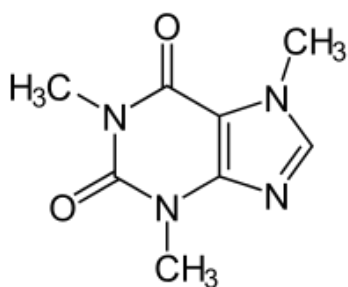


Рис. 3 Кофеїн.

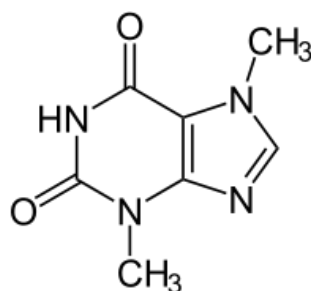


Рис. 4. Теобромін.

**Дія на організм.** Кофеїн стимулює центральну нервову систему, підсилює серцеву діяльність, прискорює пульс, викликає розширення кровоносних судин (переважно судин скелетних м'язів, головного мозку, серця, нирок), підсилює сечовиділення, знижує агрегацію тромбоцитів.

Теобромін – алкалоїд, що міститься в грейпфруті і какао, близький за хімічним складом до кофеїну, має з останнім аналогічну дію, викликаючи в терапевтичних дозах збудження серцевого м'яза.

У невеликих концентраціях соланін має протизапальну, антиалергічну, знеболюючу та спазмолітичну дію. У великих дозах він викликає отруєння.

Капсаїцин дратує верхні дихальні шляхи, шкіру і слизові оболонки. У невеликих концентраціях сприяє травленню, підсилюючи виділення шлунком шлункового соку. Має виражені антибактеріальні та антиоксидантні властивості.

**Джерело.** На даний час відомо кілька тисяч алкалоїдів, багато з яких мають високу токсичність для тварин. Часто алкалоїди локалізуються лише в певних органах рослини, напр. в листі, насінні, бульбах, корінні, корі. Хімічна структура і вміст алкалоїдів в рослині зазвичай сильно залежать від періоду вегетації рослини і місця його зростання.

У зернах кави та листах чаю, в залежності від виду сировини, від 1–4 %; в напоях кави і чаю, в залежності від способу приготування, відповідно до 1500 мг/л (кава) і до 350 мг/л (чай). У напоях пепсі-кола і кока-кола до 1000 мг/л і вище.

Теобромін – алкалоїд, що міститься в грейпфруті і какао. Зміст теоброміну в какао-бобах коливається від 1 до 3 %. У шоколаді його зміст менше – в середньому близько 0.4 % (тобто 4000 мг на 1 кг продукту).

Соланін – отруйний глікоалкалоїд (глікозид), хімічно споріднений стероїдів, який виробляється в рослинах сімейства пасльонових. Контамінант. Міститься в будь-якій частині рослини – у листьях, плодах, стеблах, бульбах і т. п. Найбільший вміст соланіну спостерігається в незрілих ягодах пасльону. У бульбах уживаного в їжу картоплі міститься до 0,05 % соланіну (в пророслих, по-

зеленіли бульбах рівень соланіну значно підвищується), причому найбільша концентрація соланіну спостерігається безпосередньо в шкірці і в паростках. Соланін також міститься в недозрілих помідорах, але коли плід помідора виростає до розмірів, характерних для його сорти, і починає світлішати, стаючи білуватим або трохи рожевим, вміст соланіну зменшується і такі плоди стають придатними в їжу після кулінарної обробки (маринування або засолювання).

Капсаїцин – алкалоїд, що міститься в стручковом перці.

**Особливості технологічної обробки сировини.** Існують наступні методи видалення кофеїну із зерен кави:

- кавові зерна обробляються парою 30 хвилин і потім проводиться обробка етилацетатом, метіленхлорідом;

- кавові зерна замочують у воді і після поміщають в камеру з вуглекислим газом при температурі 70°C;

- зелені зерна замочують у гарячій воді, яка екстрагує з кавових зерен смакові і ароматичні речовини, а також кофеїн. Після вода пропускається через вугільні фільтри затримують кофеїн, одержуваний розчин називають «екстрактом зеленої кави».

Для руйнування соланіну в картоплі застосовується термічна обробка.

**Методи визначення:** Відомо визначення алкалоїдів методом ВЕРХ. Незважаючи на численні відомості про хроматографічні методики визначення органічних речовин, рідинна екстракція продовжує займати лідируючу позицію серед методів розділення і концентрації. Такі завдання можуть бути вирішені із застосуванням рідинної екстракції і подальшим аналізом екстракту. Метод визначення кофеїну заснований на швидкому вилученні хлороформом з попередньо нагрітого і обробленого водним аміаком матеріалу і подальшої титриметрії.

Теобромін витягають екстракцією з водного розчину розчинами камфори в етилацетаті і потім аналізують екстракт методом УФ спектрофотометрії.

Соланін найчастіше визначають за допомогою якісної реакції, яка заснована на виборчій екстракції речовини сумішшю оцтової кислоти і оцтовоетілового ефіру, взаємодією з трихлороцтовою сурмою з утворенням забарвленої сполуки.

## 2.7. Біогенні аміни

**Природа.** Це речовини, які утворюються в організмі тварин або рослин з амінокислот при їх декарбоксілюванні (видаленні карбоксильної групи) ферментами декарбоксилаз і володіють високою біологічною активністю. До біо-

генних амінів відносяться дофамін, норадреналін і адреналін (спочатку синтезуються з тирозину), серотонін, мелатонін і триптамін (синтезуються з триптофану) і багато інших сполук (рис. 5, 6).

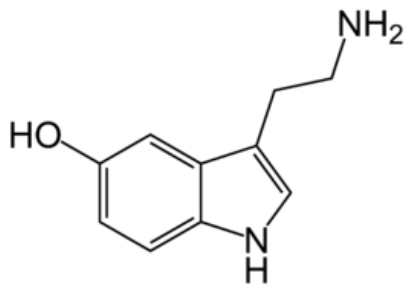


Рис. 5. Серотонін.

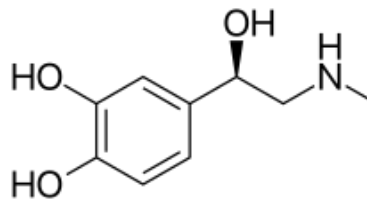


Рис.6. Адреналін.

**Дія на організм.** В організмі тварин багато біогенних амінів виконують роль гормонів і нейромедіаторів. Активні біогенні аміни мають значний фізіологічну дію на людей, переважно на центральну нервову і судинну системи. У більшості випадків харчові отруєння викликаються гістаміном, в той час як тирамін і фенілетиламін можуть ініціювати гіпертензивні кризи. Здатність біогенних амінів до взаємодії з нітридами (з утворенням нітросоамінів) робить їх потенційними канцерогенами.

Високе надходження амінів з продуктами харчування при одночасному прийомі певних медикаментів здатне підвищувати кров'яний тиск, наприклад тирамін, зазвичай розщеплюється в кишечнику за допомогою ферменту моноамінооксидази. Моноамінооксидази можливо інгібувати гіпотензивними препаратами, антидепресантами або протитуберкульозними препаратами таким чином, що концентрація тираміну в кишковнику збільшується. В цьому випадку всмоктується велика кількість тираміну, що сприяє звільненню норадреналіну з симпатичних нервових закінчень і підвищення кров'яного тиску.

**Джерело.** Зміст біогенних амінів в їжі і кормах широко досліджено: вони виявлені в сирі, рибних і м'ясних продуктах, яйцях і грибах, харчових продуктах, приготовлених в результаті ферментування, або тих, що зазнали мікробіального забруднення при зберіганні або транспортуванні, а також в деяких фруктах і овочах.

Біогенні аміни можуть утворюватися мікроорганізмами, наприклад при ферментативному декарбоксілюванні. Зроблені за допомогою мікробіологічної техніки продукти харчування (сири, пиво) містять значну кількість біогенних амінів. При псуванні продуктів харчування збільшується вміст біогенних амінів внаслідок діяльності мікроорганізмів.

У деяких продуктах (шоколаді, сирі, пиві, вині та квашеній капусті) тира-

мін міститься в підвищених кількостях. Пацієнтам з високим кров'яним тиском часте вживання цих продуктів харчування може бути шкідливим.

Серотонін міститься, в основному, в овочах і фруктах (бананах, волоських горіхах, помідорах), збільшує кров'яний тиск.

Гістамін, (міститься в деяких сортах вин), здатний вступати в з'єднання з етанолом. Прийом значних кількостей гістаміну веде до гострої інтоксикації у людини, яка виражається сильними головними болями і спазмами гладкої мускулатури.

**Особливості технологічної обробки сировини.** Фактори, що впливають на їх утворення, включають доступність вільних амінокислот, присутність мікроорганізмів, які можуть декарбоксилувати ці амінокислоти, сприятливі умови для зростання цих мікроорганізмів і виробництва ферментів. Хоча зазвичай біогенні аміни утворюються при псуванні і розкладанні продуктів харчування, підвищені концентрації можуть спостерігатися ще до того, як їжа стане зіпсованою або органолептично непридатною.

**Методи визначення.** На даний час застосовуються хроматографічні методи, що вимагають використання дорогого устаткування, яке недоступно для більшості дослідницьких лабораторій, і значних витрат часу. Одним з перспективних підходів до вирішення даної проблеми є застосування електрохімічних методів аналізу, оскільки аміни є електроактивними сполуками.

Наведені дані свідчать про необхідність подальшого ретельного вивчення питань, пов'язаних із взаємодією різних природних компонентів харчової сировини та продуктів харчування, впливу на них різних способів технологічної та кулінарної обробки, а також режимів і термінів зберігання з метою зниження витрат цінних макро- і мікронутрієнтів та забезпечення раціональності та адекватності харчування.

### *Питання з теми*

1. Які речовини називають антиаліментарними факторами харчування?
2. У чому полягає механізм дії інгібіторів ферментів травлення?
3. Яким чином відбувається руйнування інгібіторів ферментів травлення у харчовій сировині?
4. Які речовини відносяться до антивітамінів? Наведіть приклади.
5. Як впливає подрібнення рослинної сировини на взаємодію ферменту та субстрату?

6. Природа лектинів. Їх функціональна роль.
7. Яким чином можливо повністю інгібувати гематогліутинуючу активність лектинів?
8. Охарактеризуйте інгредієнти, що знижують засвоєння мінеральних речовин.
9. Особливості технологічної обробки рослинної сировини для зниження кількості демінералізуючих речовин.
10. Якими методами визначають вміст демінералізуючих речовин у продукті?
11. Механізм дії на організм ціаногенних глікозидів. Наведіть приклади.
12. Які методи визначення ціаногенних глікозидів існують?
13. Структура алкалоїдів.
14. Наведіть приклади дії на організм окремих алкалоїдів.
15. Від яких факторів залежить структура та вміст алкалоїдів у рослинах?
16. Наведіть приклади визначення алкалоїдів у сировині.
17. Утворення біогенних амінів у живому організмі.
18. Які функції виконують біогенні аміни у живому організмі?
19. У яких продуктах містяться біогенні аміни?
20. Фактори, що впливають на утворення біогенних амінів у продуктах харчування.

## ГЛАВА 3.

### КСЕНОБІОТИКИ

Ксенобіотики – чужорідні хімічні речовини та біологічні агенти, які надходять в організм людини з їжею чи іншими шляхами, не виконують жодної із функцій харчування і за певних умов несприятливо впливають на здоров'я.

Закономірності взаємодії організму зі шкідливими хімічними речовинами, що надходять у складі їжі, з метою профілактики гострих і хронічних отруєнь, віддалених ефектів і алергозів вивчає аліментарна (харчова) токсикологія.

Токсичну дію ксенобіотиків розрізняють за критеріями ризику: тяжкістю, поширеністю і терміном настання ураження. Найбільшу небезпеку з точки зору розповсюдження і токсичності мають наступні ксенобіотики: токсини мікроорганізмів; токсичні (важкі) метали; антибіотики; пестициди; нітрати; нітрит; нітрозамінники; діоксин і діоксиноподібні сполуки; поліциклічні ароматичні вуглеводні; радіонукліди.

Важлива особливість ксенобіотиків полягає в тому, що вони здатні акумулюватися, передусім у гідросфері – із просуванням водними харчовими ланцюгами вони накопичуються в дуже великих кількостях. За незначних кількостей дихлордифенілтрихлорметилетана (ДДТ) у воді водойми в планктоні його концентрація збільшувалась у 800 разів, у тканинах щуки – у 26 тис. разів, а в тканинах чаплі і баклана, які харчуються рибою (у т. ч. щуками) із цих водойм, концентрація ДДТ зросла, відповідно, в 70 тис. і 528 тис. разів. Тому наявність у харчових продуктах чужорідних хімічних речовин, будь-яких ксенобіотиків у кількостях, що хоча б у 2–3 рази перевищують їх фоновий (звичайний для певної місцевості) вміст, є небажаною.

Ксенобіотики харчових продуктів, що потрапляють з довкілля, представляють найбільшу небезпеку для здоров'я, особливо якщо йдеться про дітей. У свою чергу, забруднювачі харчових продуктів діляться на речовини природного і техногенного походження, а також ксенобіотики, що використовуються в рослинництві та тваринництві.

Природні ксенобіотики харчових продуктів: мікроорганізми; бактеріальні токсини; мікотоксини (токсини мікроскопічних грибів); токсини одноклітинних і багатоклітинних водоростей; віруси; гельмінти і простіші та ін.

Техногенні ксенобіотики харчових продуктів: важкі метали (ртуть, свинець, хром, миш'як, кадмій, кобальт, олово, нікель, цинк, мідь, залізо); поліциклічні ароматичні вуглеводні, діоксини, радіонукліди.

Ксенобіотики, що використовуються в рослинництві: добрива, нітрати, ні-

трити, пестициди і продукти їх метаболізму; регулятори росту рослин та ін.

Ксенобіотики, що використовуються в тваринництві: антибіотики; сульфаміламіди, стимулятори росту сільськогосподарських тварин та ін.

Ступінь забруднення харчових продуктів безпосередньо залежить від ступеня забруднення довкілля. Чужорідні речовини, що потрапляють в навколишнє середовище в результаті життєдіяльності людини, накопичуються в ґрунті, атмосферному повітрі, воді, а, отже, пересуваючись по ланцюжку, неминуче потрапляють в організм людини і викликають порушення здоров'я.

Запобігти несприятливим наслідкам впливу ксенобіотиків можна шляхом повного усунення аліментарного або трансаліментарного контакту людини зі шкідливою речовиною, коли це можливо, або обмеження надходження цієї речовини з їжею рівнем, безпечним для здоров'я.

### **3.1. Природні ксенобіотики харчових продуктів**

#### **3.1.1. Мікроорганізми**

**Мікробіологічні показники.** Епідеміологічна безпека харчових продуктів як тваринного, так і рослинного походження визначається, перш за все, за мікробіологічними показниками. Забруднення продуктів харчування мікроорганізмами відбувається в процесі їх переробки і транспортування. Джерелом мікроорганізмів можуть бути обладнання, обслуговуючий персонал, повітря, вода і допоміжні матеріали. Деякі види мікроорганізмів викликають погіршення якості і знижують стійкість продуктів при зберіганні.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) розробила наступний перелік категорій харчових продуктів за ступенем забруднення мікроорганізмами і частоті випадків харчових отруєнь.

1 – харчові продукти або їх компоненти, які найбільш часто є прямим джерелом харчових отруєнь;

2 – харчові продукти або їх компоненти, які є джерелом харчових отруєнь людини при порушенні технології виробництва і транспортування;

3 – харчові продукти або їх компоненти, які можуть бути причиною харчових отруєнь при недотриманні санітарних вимог при переробці;

4 – харчові продукти або їх компоненти, які за деякими випадками є причиною харчових отруєнь;

5 – харчові продукти або їх компоненти, які підлягають термічній обробці, яка забезпечує їх безпеку;

б – харчові добавки, які забруднюють основний продукт.

З урахуванням приведеної класифікації обов'язковим є мікробіологічний контроль продовольчої сировини і харчових продуктів.

В молочнокислих і одержаних шляхом бродіння харчових продуктів містяться в великій кількості мікроорганізми, які надають їм смакові якості та певну консистенцію (специфічну мікрофлору). Крім того, в продуктах можуть міститися мікроорганізми або їх спори, які потрапили із зовнішнього середовища (неспецифічна мікрофлора).

Розмноження деяких мікроорганізмів призводить до непридатності харчових продуктів до вживання. В окремих випадках харчові продукти можуть бути заражені сальмонелами, шигелами, стафілококами, клостридіями ботулізму, *Escherichia coli* (кишкова паличка, вірулентні штами якої викликають гастроентерити), *Bacillus cereus* (викликає харчові токсикоінфекції у людини, включаючи блювотний і діарейний синдром) та іншими бактеріями, які призводять до виникнення у людей різних захворювань.

Мікроорганізми, які постійно знаходяться в організмі людини або тварини і не живуть в зовнішньому середовищі відносять до **санітарно-показникових** мікроорганізмів. Наявність санітарно-показникових мікроорганізмів в різних об'єктах зовнішнього середовища свідчить про забруднення їх виділеннями людини або тварини. Чим більше санітарно-показникових організмів ззовні, тим імовірніша присутність також і специфічних збудників інфекційних захворювань.

Мезофільні аеробні і факультативно анаеробні мікроорганізми (МАФАМ) – це мікроорганізми, оптимальна температура росту яких 25–40°C за присутності кисню або без нього. Показником санітарно-гігієнічного стану продукту є загальне обсіменіння МАФАМ, тобто загальне число мікроорганізмів.

В усьому світі ідуть пошуки нових індикаторних мікроорганізмів. До санітарно-показникових мікроорганізмів відносять всі різновиди кишкової палички – бактерії групи кишкових паличок (БГКП).

Виявлення кишкової палички у продукті, який досліджується, свідчить про порушення технологічного режиму його одержання. Оскільки бактерії *E. coli* легко гинуть навіть при обробленні за низьких температур, то їх наявність в консервованому продукті свідчить на явні порушення режиму консервування, тому, неможна гарантувати, що в продукті не містяться інші, більш небезпечні бактерії.

Важливу роль при виникненні харчових захворювань людей можуть відігравати деякі бактерії, які об'єднують у групу **умовно-патогенних мікроорганізмів**.



**нізмів.** До них відносять групи кишкової палички, які часто викликають харчові захворювання. Ці бактерії досить широко розповсюджені в зовнішньому середовищі або постійно знаходяться у кишечнику тварин і людини.

Всі умовно-патогенні бактерії мають відносно високу стійкість. На різних об'єктах ззовні зберігаються від 10 днів до 6 місяців, стійкі до високих концентрацій повареної солі і до висихання, не гинуть за мінусових температур, здатні існувати у сирій колодязній і водопровідній воді і т.д. Швидко гинуть ці бактерії за температури 68°C та вище.

**Патогенними** називаються мікроорганізми, які викликають захворювання людини, тварин і рослин. Вони характеризуються трьома основними властивостями: патогенністю, вірулентністю і токсиноутворенням.

**Патогенність** – здатність патогенних мікроорганізмів викликати захворювання. Патогенність є видовою властивістю бактерій, однак у різних представників даного виду вона може бути різною.

**Вірулентність** – це ступінь патогенності. Вірулентність може бути посилена (підвищена) або послаблена (знижена) у результаті дії на патогенний мікроорганізм різними способами. Наприклад, Л. Пастер одержав вакцину проти сибірської виразки шляхом вирощування її збудника за високої температури (42°C), яка посприяла втраті плазмід, яка визначала патогенність збудника.

**Токсиноутворення** – здатність патогенних мікроорганізмів утворювати ендо- і екзотоксини, які володіють своєрідною дією і викликають серйозні порушення життєдіяльності організму.

Із усіх мікроорганізмів, які викликають харчові отруєння у людей, 70 % є патогенними. Особливу небезпеку представляють сальмонели, стрептококи, стафілококи, які розмножуються і накопичуються у харчових продуктах та не призводять до зміни їх органолептичних властивостей. Патогенні мікроорганізми попадаючи у повітря, ґрунт, на різні предмети і харчові продукти залишаються життєздатними деякий час.

За ступенем патогенності мікроорганізми поділяють на 3 групи: сапрофіти, умовно-патогенні та патогенні. Однак, подібне розділення відносне, так, як не враховує особливостей макроорганізму і умов навколишнього середовища. Так, наприклад, деякі сапрофіти, наприклад, лактобактерії при певних умовах (іммунодефіцит, порушення бар'єрних захисних механізмів) можуть викликати інфекцію. З іншого боку, навіть патогенні мікроорганізми (збудники чуми, черевного тифу та ін.), потрапивши до організму з сильним імунітетом, не викликають інфекцій.

Велика група мікроорганізмів відноситься до умовно-патогенних. Як пра-

вило, це мікроорганізми, які живуть ззовні – на шкірі, слизових оболонках та здатні викликати інфекції лише при зниженні резистентності макроорганізму (в результаті перевтомлення організму, його перегріву, охолодження, інтоксикації). До патогенних відносять мікроорганізми, які, як правило, викликають інфекційний процес. Є мікроорганізми, патогенні тільки для людини (менінгокок), для людини і тварини (сальмонели, ієрсинії, хламідії і ін.), або тільки для тварин.

Патогенні властивості мікроорганізмів в значній мірі обумовлені різними токсичними субстанціями, які утворюються мікроорганізмами, а саме екзо- і ендотоксинами.

**Екзотоксини** легко переходять із мікробної клітини в навколишнє середовище. Вони пошкоджують певні органи і тканини, з характерними зовнішніми ознаками, тобто володіють специфічністю дії. Екзотоксини, які утворюють і виділяють мікроорганізми в процесі життєдіяльності, зазвичай мають білкову природу і володіють специфічністю дії. Вони дуже отруйні. Наприклад,  $5 \cdot 10^{-3}$  мл рідкого правцевого (стовбнякового) токсину або  $1 \cdot 10^{-7}$  мл ботулінічного токсину вбиває морську свинку. Від моменту введення екзотоксину в організм тварини до початку захворювання проходить період від декількох годин до декількох діб. Екзотоксини не стійкі до дії світла, кисню і температури (руйнуються при температурі 60–80 °С впродовж 10–60 хв.). Під дією деяких хімічних речовин вони втрачають свою токсичність. Здатністю до утворення екзотоксинів володіють збудники ботулізму, стовбняка, дифтерії, холерного вібріону, деякі шигели і ін. В теперішній час відомо більш ніж 50 видів екзотоксинів.

**Ендотоксини** не виділяються із мікробної клітини під час її життєдіяльності; вони вивільняються тільки після її гибелі. Ендотоксини не мають строгої специфічної дії і в організмі викликають загальні ознаки отруєння. Виділення ендотоксинів, які представляють собою ліпополісахариди клітинної мембрани, властиво грамнегативним мікроорганізмам (сальмонели, шигели, менінгокок, збудники черевного тифу, паратифів і ін.). Вони вивільнюються при руйнуванні мікробної клітини та проявляють свою токсичну дію при взаємодії зі специфічними рецепторами клітинної мембрани клітин макроорганізму. Ендотоксини менш токсичні. Вони вражають організм в великих дозах; прихований період у них зазвичай вираховується годинами. Вони термостійкі: деякі ендотоксини витримують кип'ятіння при 120°C упродовж 30 хвилин.

Наявність в харчових продуктах деяких мікроорганізмів або їх метаболітів може визвати захворювання людини, які поділяються на дві загальні форми: харчові отруєння та харчові інфекції. Харчові отруєння та харчові інфекції є

найбільш серйозними небезпеками, які пов'язані з харчуванням.

**Харчові (кишкові) інфекції та інтоксикації.** Інфекція (лат. *infectio* – заражаю) – це процес взаємодії між макро- і мікроорганізмом, якій протікає в конкурентних умовах зовнішнього середовища. Існує три основні джерела інфекції: людина, тварина і об'єкти зовнішнього середовища, які слугують природним середовищем існування деяких патогенних мікроорганізмів.

Мікроорганізми можуть потрапляти до організму людини насамперед із ґрунту, води і харчових продуктів. На харчових продуктах збудники харчових інфекцій тривалий час можуть зберігатися життєздатними і вірулентними та багато з них стійкі до низьких температур і виживають навіть у заморожених продуктах.

До харчових інфекцій відносяться захворювання, при яких харчовий продукт лише передає патогенні мікроорганізми; у продукті вони зазвичай не розмножуються, але можуть довго зберігатися.

Харчові інфекції викликають віруси, ентеропатогенні кишкові палички, ентерококи, патогенні галофіли та ін.

До харчових інфекцій відносять:

- дизентерія, збудниками якої є бактерії роду шигела (*Shigella*);
- черевний тиф і паратиф, збудниками якої є бактерії роду сальмонела (*Salmonella typhi* і *Salmonella paratyphi A, B, C*);
- бруцельоз, збудник – бактерії роду бруцелла (*Brucella*);
- туберкульоз, збудник – мікобактерії туберкульозу (*Mycobacterium tuberculosis*);
- сибірська виразка, збудник – бактерії сімейства бацил (*Bacillaceae anthracis*).

Збудники даних захворювань є патогенними мікроорганізмами.

Дизентерія, черевний тиф і паратиф відносять до кишкових інфекцій, збудники яких входять до родини *Enterobacteriaceae*, яка також включає умовно-патогенні бактерії роду *Escherichia* (основний представник – кишкова паличка *E. coli*). Загальні властивості представників даної родини: локалізація бактерій у кишковому тракті людини і тварини та виділення в навколишнє середовище разом з фекаліями.

**Харчові отруєння, які викликають патогенні мікроорганізми.** Харчові отруєння (харчові інтоксикації) – це захворювання різної природи, які виникають при споживанні їжі, яка містить хворобливі мікроорганізми. Харчові інток-

сикації (токсикози) можуть виникати і при відсутності в їжі мікроорганізмів, але і при наявності мікробних токсинів. Токсикози по своїй природі бувають бактеріальні і грибні. Прикладами харчової інтоксикації є:

- стафілококові отруєння,
- ботулізм,
- септична ангіна (з зараженням крові).

На відміну від кишкових інфекцій, харчові отруєння не передаються від хворої людини до здорової. Ці захворювання можуть виникати масово та охоплювати значну кількість людей. Для харчових отруєнь характерно спонтанний початок та швидке одужання. Виникнення отруєнь, як правило, пов'язано з вживанням одного харчового продукту, який містить шкідливі речовини.

Клінічні прояви отруєнь частіше носять характер розладу шлунково-кишкового тракту. Однак є випадки, коли ці симптоми відсутні (при ботулізмі і ін.). Найбільш чутливі до харчових отруєнь діти, люди похилого віку та хворі шлунково-кишковими захворюваннями. У них отруєння протікають у більш складній формі.

Харчові отруєння викликають бактерії роду сальмонела, деякі умовно-патогенні бактерії (*E. coli*, *Proteus*), *C. perfringens*, *B. cereus*, кокові мікроорганізми (стафілококи, стрептококи), анаеробні мікроорганізми (*C. botulinum*), а також токсигенні гриби. Харчові токсикози грибної природи (мікотоксикози), як правило, виникають від вживання в їжу заражених грибами продуктів рослинного походження. Однак, літературні дані останніх років указують на можливість харчових мікотоксикозів при вживанні м'ясних продуктів.

Зараження харчових продуктів мікроорганізмами і їх токсинами може відбуватися різними шляхами. Так, продукти можуть заражуватися внаслідок санітарних і технологічних порушень на виробництві, транспортування, зберігання і реалізації продуктів. Продукти тваринного походження (м'ясо, яйця, риба) можуть бути заражені ще при житті тварини (це випадки інфекційних захворювань тварин або якщо вони є носіями хворобливих бактерій). Однак, при вживанні заражених мікроорганізмами харчових продуктів не завжди виникають харчові отруєння. Продукт стає причиною захворювання тільки при масовому розмноженні в ньому мікроорганізмів або значному накопиченні токсинів. Це пояснює найбільшу кількість харчових отруєнь в теплий період року, коли складаються оптимальні умови для розвитку мікроорганізмів.

Здатність мікроорганізмів (вірусів, хламідій, мікоплазм (бактерії без клітинної стінки), рикетсій, грибків) викликати захворювання, тварин, рослин обумовлена їх патогенністю.

**Бактеріальні токсикози.** Токсикози або харчові інтоксикації, викликаються екзотоксинами, які продукують бактерії в процесі життєдіяльності на різних харчових продуктах. До них відносяться ботулізм і стафілококова інтоксикація.

**Ботулізм** – тяжка форма харчової інтоксикації, яка пов'язана з вживанням продуктів заражених *Clostridium botulinum* і характеризується з ураженням центральної нервової системи.

*Clostridium botulinum* тривалий час зберігаються в природі і в харчових продуктах, так, як утворюють спори, які за сприятливих умов (літній період) можуть проростати і розмножуватися. Спори добре переносять низькі температури і не гинуть за температури  $-190^{\circ}\text{C}$ . Також спори переносять кип'ятіння впродовж 5 годин, а також стійкі до бактерицидних речовин: при обробленні 20% розчином формаліну спори загинуть через 24 години, етиловим спиртом – через 2 міс, а 10 % HCl – лише через годину. Токсини *C. botulinum* стійкі до дії фізичних і хімічних факторів. Вони не руйнуються протеолітичними ферментами шлунково-кишкового тракту. В кислому середовищі більш стійкі ніж в нейтральному і лужному. Термостійкі, руйнуються лише при кип'ятінні упродовж декількох хвилин.

Головний фактор патогенності збудника ботулізму – екзотоксин (нейротоксин), який продукується у вигляді токсичних білкових компонентів. Середовищем існування *Clostridium botulinum* є ґрунт. Із ґрунту вони потрапляють у воду, харчові продукти, в кишечник людини, тварин, птахів, де вони розмножуються. Ботуліністичний токсин швидко всмоктується в шлунку і кишечнику, проникає в кров і вибірково діє на клітини спинного мозку. Клінічна картина пов'язана з наступними симптомами: нерівномірне розширення зіниць ока, поява косоокості, іноді сліпота. М'язи тіла слабшають, виділяється густий тягучий слиз. Ніяких гострих проявів зі сторони шлунково-кишкового тракту не спостерігається. На заключній стадії відбувається розлад дихання, потім параліч дихання і серця. Кількість летальних випадків становить 35–85 %.

В основі профілактики ботулізму є строге дотримання санітарно-гігієнічного режиму при обробленні продуктів на харчових підприємствах, особливо пов'язаних з виготовленням консервів, ковбас, а також при копченні та засоленні риби.

**Стафілококова інфекція** викликається патогенними бактеріями роду *Staphylococcus*. До цього роду входить близько 20 видів, із яких найбільше значення мають *S.aureus* (золотистий стафілокок), *S.epidermidis*, *S.saprophyticus*.

Фактори патогенності. До них відносять мікрокапсулу, компоненти клітинної стінки (тейхоєві кислоти, білок А), ферменти і токсини.

Ентеротоксини – термостабільні білки з властивостями суперантигенів. Вони викликають надлишковий синтез інтерлейкіну, який і обумовлює інтоксикацію. Інтоксикації частіше пов'язані з вживанням інфікованих стафілококами молочних продуктів.

Стафілококові інфекції можуть носити характер ендогенної інфекції (пошкодження органів і тканин з проникненням збудника) або екзогенний характер, обумовлений різними шляхами зараження – аліментарним (при стафілококових отруєннях), контактано-побутовим і повітряно-крапельним. Особливості клініки і патогенезу. Тільки інфекції, які викликає золотистий стафілокок, включають більше 100 різних форм. Стафілококові інфекції можна розділити на локальні (фурункули, панариції, мастит, гнійні ускладнення раневих поверхонь) і системні (сепсис («гнилокрів'я») з розмноженням збудника в крові), стафілококові пневмонії, ускладнення після пологів і операцій, які призводять до синдрому токсичного шоку).

### **Токсикоінфекції**

**Протеї.** Бактерії роду *Proteus* широко розповсюджені в природі і відомі як бактерії гниття. Оптимальна температура розвитку їх від 20 до 37°C, рН – 3,5–12; витримують нагрівання до 65°C впродовж 30 хв.; стійкі до висихання і високої концентрації повареної солі. Органолептичні властивості продукту при масивному обсіменінні бактеріями роду *Proteus* не змінюються.

Протейна паличка тривалий час зберігає життєздатність в зовнішньому середовищі, в том числі і в харчових продуктах. Джерелом обсіменіння продуктів харчування можуть слугувати фекалії людини і тварин. У виникненні токсикоінфекції протейної етіології велике значення має забруднення готових страв, тих, які пройшли термічну обробку, або холодних закусок, які вживаються без попередньої обробки. Хвороба протікає за типом отруєння, викликаним кишковою паличкою.

**Паличка перфрінгенс (*Clostridium perfringens*)** – це один із найрозповсюджених у природі мікроорганізмів. Виявляється в ґрунті, воді, харчових і кормових продуктах, фекаліях людей і тварин. При розмноженні мікроорганізмів в продуктах харчування зовнішній вигляд, органолептичні властивості їжі не змінюються. Частіше токсикоінфекції пов'язані з вживанням м'яса і м'ясних виробів, які довго зберігаються за кімнатної температури. Токсикоінфекції, викликані паличкою перфрінгенс типу А, зазвичай протікають легко; інкубаційний

період 6–12 годин; хвороба супроводжується порушенням шлунково-кишкового тракту і закінчується в продовж доби. Отруєння, викликані іншими типами токсину, в 30–40 % випадках закінчуються летально.

**Мікроорганізми псування харчових продуктів.** Для більшості груп мікроорганізмів нормується маса продукту, в якій не допускаються групи кишкових паличок, більшість умовно-патогенних мікроорганізмів, а також патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели. В інших випадках норматив відображає кількість колонієутворюючих одиниць в 1 г (мл) продукту (КУО/г, мл).

В продуктах масового споживання, для яких відсутні мікробіологічні нормативи, патогенні мікроорганізми, в т. ч. сальмонели і лістерії (*Listeria monocytogenes*), не допускаються в 25 г продукту. У всіх видах доброякісної рибної продукції не повинно бути більш 10 КУО/г парагемолітичного вібріона. Контроль вмісту цього мікроорганізму проводиться при складній епідеміологічній ситуації в регіоні. При цьому проводиться контроль вмісту в готових продуктах (салати і насіння із сирих овочів) бактерій роду *Yersinia* (не допускаються в 25 г продукту). При одержанні негативних результатів аналізу, хоча б за одним із мікробіологічних показників, проводять повторний аналіз подвійного об'єму, взятого із тієї ж партії. Результати повторного аналізу розповсюджуються на всю партію.

В продовольчій сировині і харчових продуктах не допускається наявність збудників паразитарних захворювань (гельмінти, їх яйця і личинкові форми). В м'ясі і м'ясних продуктах не допускається наявність збудників: личинки трихинел і ехінококів, цисти, саркоцист і токсоплазм. В рибі, ракоподібних, молюсках, земноводних, плазунів і продуктах їх переробки не допускається наявність живих личинок паразитів, небезпечних для здоров'я людини.

Санітарно-гігієнічна оцінка харчових продуктів і продовольчої сировини тваринного походження проводиться після ветеринарно-санітарної експертизи, яка проводиться Державною ветеринарною службою у відповідності з діючими правилами.

### **3.1.2. Цвілеві токсиноутворюючі гриби**

Цвілеві токсиноутворюючі гриби, що мають величезне видове різноманіття, практично повсюдно вражають сільськогосподарські рослини при вегетації і можуть розвиватися на агропродукції при зберіганні. В ряду так званих пріоритетних забруднювачів одне з провідних місць належить токсичним метаболі-

там цвілевих грибів – мікотоксинів (від грец. *mikos* – гриб; *toxikon* – отрута). Потрапляючи в організм тварин з кормами, більшість мікотоксинів накопичується в м'язових тканинах і тим самим забруднюють продукцію тваринництва. Мікотоксикози зареєстровані у всіх зонах країни. Більш того, мікотоксини, як правило, зберігаються в продуктах після технологічної обробки і консервування. В даний час відомо більше 250 видів різних мікроскопічних грибів, які продукують близько 500 токсичних метаболітів, що відрізняються не тільки високою токсичністю, а й мутагенними, тератогенними і канцерогенними властивостями. Цвілеві гриби вражають продукти як рослинного, так і тваринного походження на будь-якому етапі їх отримання, транспортування і зберігання, у виробничих і домашніх умовах. Несвоєчасне збирання врожаю або недостатня сушка його до зберігання, зберігання і транспортування продуктів при недостатньому захисті від вологи призводять до розмноження міксоміцетів.

Мікотоксини можуть потрапляти в організм людини також через харчові продукти – з м'ясом і молоком тварин, яким згодовували корми, забруднені пліснявими грибами.

Розмножуючись на харчових продуктах, багато цвілевих грибів не тільки забруднюють їх токсинами, а й погіршують органолептичні властивості цих продуктів, знижують харчову цінність, призводять до псування, роблять їх непридатними для технологічної переробки. Використання в тваринництві кормів, уражених грибами, веде до загибелі або захворювання худоби і птиці.

В останні роки були виділені в чистому вигляді багато мікотоксинів. У зв'язку з цим захворювання стали називати по тому найменуванню, яке отримав виділений в чистому вигляді мікотоксин. Мікотоксини відрізняються між собою за хімічною будовою, токсичністю і механізмом дії. Загальною ознакою всіх мікотоксинів є токсичність переважно щодо еукаріотичних організмів.

Відкриття на початку 60-х років високотоксичних і канцерогенних мікотоксинів, відомих в даний час під назвою «афлатоксини», призвело до розширення сучасних досліджень по боротьбі з ними.

Серед мікотоксинів, що представляють небезпеку для здоров'я людини і тварин, небезпечними є афлатоксини, тріхотецени, патулін, охратоксини, зеараленон і зеараленол, рубратоксин, цитріовіридин, мальторіцин, нідулоктосин, ніваленони. Ряд інших мікотоксинів, на які сьогодні не розповсюджуються нормативні акти на допустимість присутності в харчових продуктах, потребують детальнішого вивчення.

**Запобігання зараженню мікотоксинами та їх детоксикація.** Гриби, що



вважають сільськогосподарську продукцію та продукують мікотоксини, можуть бути розбиті на три групи: (а) гриби «поля»; (б) гриби «зберігання»; (с) так звані гриби «пошкоджень».

Первинне запобігання ураженню мікотоксинами потрібно здійснювати перед грибковою інвазією і забрудненням мікотоксинами. Цей рівень запобігання – найголовніший і ефективніший в плані скорочення грибкового росту і біосинтезу мікотоксинів. Рекомендується декілька методів встановлення несприятливих умов для будь-якого грибкового росту. Вони включають:

- створення грибковостійких рослин;
- контроль за ступенем зараження рослин грибами;
- сівоzmіна, підбір відповідних попередніх культур;
- зменшення вологості насіння після збору урожаю і протягом зберігання;
- зберігання продуктів при низьких температурах;
- використання фунгіцидів і консервантів проти грибкового росту;
- контроль за ураженням насіння комахами при зберіганні, обробка насіння інсектицидами.

Вторинне запобігання ураженню мікотоксинами полягає у перевірці зразків з партій зерна, ураженого токсикогенними грибами, біотестами на наявність прихованої токсичності. Встановлений зв'язок рівня прихованої токсичності зерна і зернопродуктів з токсичністю продукції тваринництва і птахівництва, отриманої при використанні токсичного зерна для корму.

Існуючі токсикогенні гриби потрібно видалити або зупинити їх ріст, щоб запобігти зниженню якості продукції і забрудненню її мікотоксинами. Для вторинного запобігання ураження мікотоксинами пропонуються наступні прийоми:

- зупинка росту грибків шляхом повторного просушування продукції;
- видалення зараженого насіння;
- інактивація або детоксифікація продукції, забрудненої мікотоксинами;
- захист продукції від будь-яких умов, які сприяють грибковому зростанню.

Після того, як врожай зібраний, ступінь його сухості, належне зберігання та перевезення продуктів мають першорядну вагу. Існує декілька чинників, які сприяють росту грибів і виробленню мікотоксинів: високий вміст вологи, вологий клімат, тепла температура (25–40 °С) та пошкодження. У зараженій продукції гриби не припиняють токсиноутворення при зберіганні, так за 4 місяці в зерні може накопичитися до 300 ГДК (гранично допустимих концентрацій) зеа-

раленона. Для запобігання грибкового росту можуть бути використані фізичні, хімічні і біологічні підходи:

- висушування насіння і продуктів до безпечних рівнів вологості (<9 % для арахісу і < 13,5 % для зерна);

- обслуговування контейнерів зберігання або складу при низьких температурах і вологості;

- уникнення попадання комах і паразитів в місця зберігання;

- обробка продуктів  $\gamma$ -променями;

- хімічна обробка продуктів синтетичними фунгіцидами;

- обробка продуктів органічними кислотами: оцтова, пропіонова, масляна, маленова, бензойна, сорбінова, молочна, лимонна і їх натрієвими солями;

- обробка продуктів хлоридом натрію;

- обробка продуктів похідними бензойної кислоти: *o*-нітробензоат, *o*-амінобензоат, *n*-амінобензоат, бензокаїн (етиламінобензоат), етилбензоат, метилбензоат і аспірин (*o*-ацетоксибензойна кислота);

- обробка продуктів сульфідом і фторидом калію;

- обробка продуктів фумігантами: аміак і фосфін;

- обробка продуктів аліцином (субстанцією часникових і цибульних витяжок);

- обробка продуктів гвоздичною ефірною олією;

- обробка продуктів чебрецем, анісовим насінням, чорним і білим перцями;

Нові методи – використання антигрибкових ензимів: хітанази і  $\beta$ -1,3-глюканази, які екстрагують з насіння рослин. Вони розщеплюють хітин і глюкан, з яких формуються клітинні стінки грибів.

Якщо продукція сильно заражена грибками, первинне і вторинне запобігання не будуть ефективними. Тому необхідно зробити заходи по запобіганню передачі і розмноженню грибків в продукцію і наше оточення. Так, арахісове масло екстрагується з насіння арахісу та завжди містить дуже високі рівні афлатоксину. Розчинний в маслі токсин можна екстрагувати дією лугів протягом процесу очищення масла. При третинному запобіганні ураження рекомендовані наступні методи: повне знищення зараженої продукції; дезактивація або руйнування мікотоксинів до мінімального рівня.

Заражені мікотоксинами сировину та продукти харчування потрібно перемістити, інактивувати або детоксифікувати фізичними, хімічними або біологічними засобами залежно від умов. Проте обробка має свої власні обмеження, головне з яких – продукція повинна бути безпечною для споживача.

Нагріваючи та обробляючи продукти під тиском, можна знищити приблизно 70 % афлатоксину в рисі. Обсмажування може скоротити на 50–70 % вміст афлатоксину В<sub>1</sub>. Проте, в результаті цих методів, руйнуються вітаміни та амінокислоти, що значно знижує цінність продуктів.

Іонізуюче випромінювання, наприклад,  $\gamma$ -промені, може зупинити ріст мікроорганізмів, зокрема бактерій, грибків і дріжджів. Воно також інактивує хвороботворні організми, зокрема, паразитичних черв'яків і комах. Повідомляють, що  $\gamma$ -промені (5–10 Mrad) викликали зниження рівня афлатоксину. Випромінювання, проте, не змогло цілком знищити токсин і його мутагенність.

Хімічна обробка визнана як найбільш ефективний засіб для видалення мікотоксинів з заражених продуктів. Система детоксикації здатна до перетворення токсину на нетоксичне похідне без шкідливої зміни в сирому продукті. Для детоксикації мікотоксинів використовують наступні речовини: оцтова кислота (CH<sub>3</sub>COOH); газ (NH<sub>3</sub>) аміак або NH<sub>4</sub>OH, або солі амонія, 3–5 %; гідроксид кальцію (Ca(OH)<sub>2</sub>); формальдегід; пероксид водню (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>); озон (O<sub>3</sub>); фосфатна кислота (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>); бікарбонат натрію (NaHCO<sub>3</sub>); гідросульфід натрію (NaHSO<sub>3</sub>); гіпохлорит натрію (NaOCl).

Хімічні реакції детоксифікації афлатоксину – приєднання до подвійного зв'язку фуранового кільця та окиснення з утворенням фенолу і розкриттям лактонного кільця. За наявності кислоти, афлатоксини В і G перетворюватимуться на їх 2-гідроксипохідні.

Мікотоксини, які мають подібну до афлатоксину структуру та лактонне угруповання в молекулі – патулін, пеніцилін, цитреовілідін, цитрінін, циклолоротін, охратоксин, рубратоксин, тріхотецени і зеараленон. Вони можуть бути знешкодженні в лужному середовищі.

Серед мікотоксинів найбільш токсичними і канцерогенними властивостями виділяються афлатоксини, охратоксини, патулін. Нижче наведена коротка характеристика даних мікотоксинів.

**Афлатоксини** (рис. 7, 8) – мікотоксини, що виробляються грибами *Aspergillus flavus* і *Aspergillus parasiticus*.

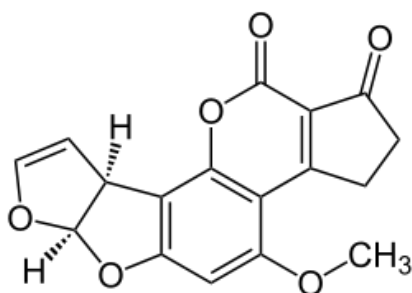


Рис. 7. Афлатоксин В<sub>1</sub>.

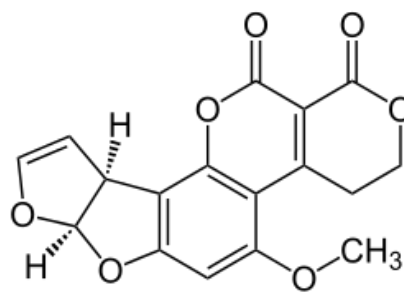


Рис. 8. Афлатоксин G<sub>1</sub>.

**Природа.** За хімічною структурою афлатоксини відносяться до класу фурукумаринів. Чотири основних види токсинів, які вони виділяють, позначають символами:  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $G_1$ ,  $G_2$  – це перші літери слів «*blue*» і «*green*», які відповідають кольору флюоресценції чистих афлатоксинів (при опромінюванні їх УФ-промінням). Тобто, окремі члени цієї групи позначаються додаванням букви і цифри, які відносяться до молекулярної або біологічної характеристики сполук. Основними грибковими метаболітами є дві сполуки, які мають голубе світіння при ультрафіолетовому опроміненні (афлатоксини  $B_1$  і  $B_2$ ), і дві сполуки, які мають зелене світіння (афлатоксини  $G_1$  і  $G_2$ ). Ці чотири афлатоксини складають групу, яка переважно міститься у заражених харчових продуктах. Більшість повідомлень про наявність афлатоксинів в харчових продуктах, переважно, відмічають присутність саме цих чотирьох сполук. Найбільше значення має афлатоксин  $B$ , який відноситься до групи високотоксичних сполук.

Афлатоксини  $B_1$  і  $B_2$ , при проходженні через організм самок ссавців, піддаються біотрансформації і виводяться з молоком як афлатоксини  $M_1$  і  $M_2$ .

**Дія на організм.** Афлатоксини найсильніші з відомих гепатотоксинів та гепатоканцерогенів. При надходженні їх в організм у великій дозі, розвивається гострий токсикоз. Він проявляється у втраті апетиту, зменшенні маси тіла, порушеннях діяльності нервової системи, пожовтіння епітелію слизових оболонок. При наявності цих симптомів, хвороба має летальний кінець. Менші дози афлатоксинів викликають хронічний перебіг хвороби. Відмічається пожовтіння м'язової тканини, цироз печінки, гіперплазія жовчних каналів.

По українських нормах доза афлатоксину  $B_1$  не повинна перевищувати 0,005 міліграм/кг продукту, а в ЄС – 0,001–0,008 міліграм/кг. Для молока і молочних продуктів – 0,001 мг/кг (для афлатоксину  $M_1$  – 0,005 мг/кг). У продуктах дитячого та профілактичного харчування афлатоксини не допускаються. Допустима добова доза (ДСД) – 0,005–0,01 мкг/кг маси тіла.

**Джерело:** арахіс, кукурудза та ін. видів зерна, насіння олійних культур.

**Особливості технологічної обробки сировини.** Афлатоксини відносно нестабільні у хімічно чистому вигляді і чутливі до дії повітря і світла, особливо ультрафіолетового випромінювання. Незважаючи на це, слід зазначити, що афлатоксини практично не руйнуються в процесі звичайної технологічної або кулінарної обробки забруднених харчових продуктів. Повне руйнування афлатоксинів може бути досягнуто лише шляхом їх обробки аміаком або гіпохлоритом натрію.

Найкращим засобом обмежити забруднення харчових продуктів афлатоксинами та мікотоксинами є запобігання росту цвілі (плісняви) на всіх стадіях

заготівлі культур, переважно шляхом висушування або використання антигрибних препаратів, наприклад, кислот. Цей спосіб може бути доповнений фізичним відокремленням невеликої кількості уражених продуктів.

**Методи визначення.** Афлатоксини мають здатність сильно флюоресціювати при впливі довгохвильового ультрафіолетового випромінювання, що лежить в основі практично всіх фізико-хімічних методів, їх виявлення і кількісного визначення. Ці сполуки слабо розчинні у воді (10–20 мкг/л), нерозчинні в неполярних розчинниках, але легко розчинні в розчинниках середньої полярності таких, як хлороформ, метанол і диметилсульфоксид.

Аналітичні методи придатні для визначення афлатоксинів B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> і M<sub>1</sub> у всіх продуктах, які заражені. В більшості, відомі методи включають: видобування токсинів з продуктів; декількох видів хроматографічного відокремлення токсинів від інших речовин; кількісне визначення токсинів; якісні реакції встановлення їх хімічної будови. Кількісне визначення включає порівняння інтенсивності флюоресценції передбачених токсинів з інтенсивністю флюоресценції стандартних токсинів на тонких шарах хроматографічних пластинок.

Складність у встановленні вмісту афлатоксину в партії харчових продуктів полягає в тому, що зараження проходить, переважно, локально. Якщо врахувати аналітичні дані, то основна складність полягає в тому, щоб підготувати проби, які дадуть достовірні результати. Винятком є рідкі продукти, наприклад, молоко.

Необхідно відмітити, що присутність плісняви на харчових продуктах ще не є доказом присутності афлатоксинів. Навпаки, афлатоксини можуть бути присутніми в харчових продуктах і без наявності та зростання видимої плісняви.

**Профілактичні дії.** Основним у профілактиці афлатоксікозів є попередження розвитку цвілевих грибів і токсиноутворення на харчових продуктах. В останні роки в цьому напрямку проводяться інтенсивні заходи. Встановлено санітарний контроль як за вітчизняними, так і за імпортованими продуктами. Вивчаються способи обеззараження забруднених продуктів і кормів. Звичайні прийоми обробки зернових продуктів, зокрема помел, знижують вміст афлатоксинів на 25–49 %. Існують також хімічні методи інактивації афлатоксинів, що містяться в харчових продуктах і кормах, але вони дорого коштують і не завжди ефективні.

**Тріхотецени** – мікотоксини, синтезовані грибами виду *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* і *Trichothecium*.

Із зерновими продуктами, зараженими грибами *Fusarium*, пов'язані два відомих захворювання людей. Одне з них, що отримало назву «п'яний хліб», виникає при використанні в їжу фузаріозного зерна. Захворювання супроводжується травними розладами і нервовими явищами – людина втрачає координацію рухів, потім можливі параліч і смерть. Це відбувається внаслідок накопичення в зернівці мікотоксину. Отруєнню «п'яним хлібом» схильні і сільськогосподарські тварини, причому отруйним може бути не тільки зерно, а й солома. Друге захворювання – аліментарна токсична алейкія – наголошувалося в СРСР під час другої світової війни при використанні в їжу перезимувалого під снігом зерна.

**Природа.** Група сесквитерпеноїдів, включає більше 80 мікотоксинів, які поділяють на 4 типи: А, В, С і D.

**Дія на організм.** В основі механізму токсичної дії лежить здатність пригнічувати синтез білка. Проявляють тератогенні, цитотоксичні, імунодепресивні, дерматотоксичні властивості, діють на кровотворні органи, центральну нервову систему, викликають лейкопенію.

**Джерело:** виявлені в ґрунті та зернових сховищах, на старому сирі, солонині, в тваринних кормах.

**Методи визначення:** високоефективна рідинна хроматографія, імуноферментний аналіз.

**Патулін** – вторинний метаболіт і мікотоксин, що продукується деякими видами мікроскопічних цвілевих грибів роду *Aspergillus*, *Penicillium* и рідше *Byssochlamys*.

**Природа:** похідне пірану (4-гідроксіфуropіранон).

**Дія на організм.** Доказів канцерогенності і токсичності патуліну для людини поки не виявлено, хоча дослідження показали можливість його впливу на імунну систему, а також негативний вплив на структуру клітин і хромосом.

**Джерело:** продукт обміну ряду цвілевих грибів, що зустрічаються на фруктах, фруктових виробах і інших харчових продуктах. *Penicillium expansum* – збудник коричневої гнилизни в яблуках, грушах, айві, абрикосах, персиках і томатах; *Penicillium urticae* – що зустрічається іноді на цих же плодах і що викликає гниття; *Byssochlamis nivea* – терmostійкий гриб, виділений з фруктових соків.

**Особливості технологічної обробки сировини.** У їжі патулін частково взаємодіє з тіоловими групами (ділянками молекул, що містять сірку) і таким чином нейтралізується. Тому водний розчин патуліну, наприклад, фруктовий сік, більш токсичний, ніж патулін, що міститься у фруктах. Однак у сидрі та

інших спиртних напоях, отриманих з яблучного соку, цей токсин невиявлений, так як повністю руйнується при бродінні.

Патулін досить стійкий до нагрівання, але поступово розкладається в присутності аскорбінової кислоти, а також містять сірку речовин, наприклад, цистеїну, глутатіону і діоксиду сірки. Недавні дослідження також показали, що знизити вміст цього микотоксина в соку може обробка ультрафіолетом в лабораторних умовах.

**Методи визначення:** високоефективна рідинна хроматографія, імуноферментний аналіз.

### **3.2. Техногенні ксенобіотики харчових продуктів.**

Техногенні (хімічні) ксенобіотики потрапляють із навколишнього середовища, в яке вони потрапляють в основному від промислових підприємств, автотранспорту, при використанні пестицидів і хімікатів у сільськогосподарському виробництві, при використанні полімерних та інших матеріалів, із яких виробляється посуд, пакувальні та інші вироби, які контактують з харчовими продуктами. За останні 100 років в біосферу було внесено велику кількість хімічних речовин, більшість із яких не зустрічалися в екосистемах. І тому або вкрай повільно окиснюються і метаболізуються, або недоступні дії редуцентів. Близько 4 млн. хімічних речовин визнані потенційно небезпечними для навколишнього середовища, особливо внаслідок їх тривалого потенціювання більше ніж 18 000 – мають виражені токсичні і мутагенні ефекти. В теперішній час у світі виробляються і використовуються не менш 40 тис. особливо небезпечних для людини хімічних речовин. При цьому слід зазначити, що з початку 90-х років екологічна ситуація в країні погіршилась. Це впливає на рівень забруднення харчових продуктів різними ксенобіотиками.

Ксенобіотики, які потрапляють в навколишнє середовище в результаті антропогенної дії людини (рис. 9), здатні накопичуватися в ґрунтах, водоймах, з атмосферними і водними потоками розповсюджуватися на тисячі кілометрів. Пересуваючись по харчових ланцюгах, ксенобіотики потрапляють в організм людини і викликають серйозні порушення здоров'я – від гострих отруєнь до захворювань, які проявляються тільки через роки.

Розподіл хімічних сполук між повітрям, водою і ґрунтом відбувається відповідно до їх фізико-хімічних властивостей. Перенесення хімічних сполук на межу «ґрунт — вода» має вирішальне значення в процесі забруднення природних вод. Із ґрунту забруднювачі потрапляють у водойми внаслідок внесення хі-

мічних засобів захисту рослин чи їх надходження з дощем. Забруднення може відбуватися як водою, що стікає поверхнею ґрунту, так і ґрунтовими водами. Для всіх шляхів переходу хімічних продуктів через межу «ґрунт – вода» основну роль відіграють процеси адсорбції.

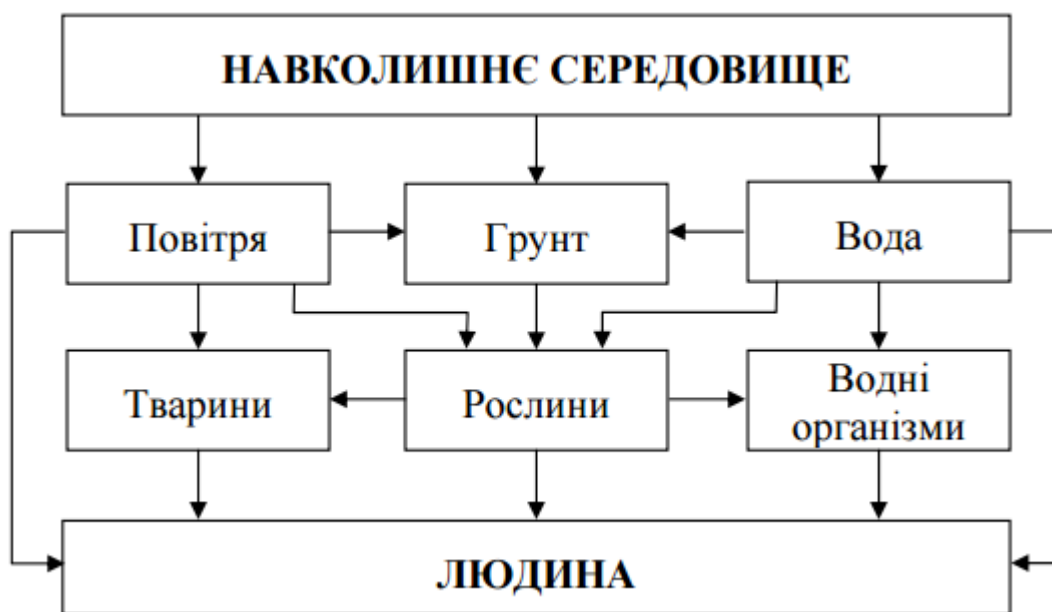


Рис. 9. Схема потрапляння ксенобіотиків із навколишнього середовища в організм людини по харчовим ланцюгам

Перехід речовин у природних умовах з водного середовища в атмосферу називають леткістю; цей процес здійснюється внаслідок дифузії. Зворотний процес перенесення називають сухим осадженням у воду.

Транспортні потоки між ґрунтом і атмосферою є найскладнішими. Перехід речовини з ґрунту в атмосферу шляхом дифузії в природних умовах називають леткістю з ґрунту, а зворотний процес – сухим осадженням у ґрунт.

Будь-яка хімічна речовина поглинається і засвоюється живими організмами. Рівновага чи стан насичення в процесі засвоєння досягається в тому разі, якщо надходження речовини та її виведення з організму відбуваються з однаковою швидкістю. Встановлена при цьому в організмі концентрація називається концентрацією насичення. Якщо вона вища за ту, що спостерігається в навколишньому середовищі або харчових продуктах, відбувається збагачення або акумуляція (накопичення) хімічних сполук у живому організмі. Це небажаний процес, оскільки зовнішні забруднювачі негативно впливають на людину та інші живі організми.

Процеси акумуляції хімічних речовин водними і наземними живими організмами характеризуються такими показниками:

- а) біоконцентрація – збагачення організму хімічними сполуками внаслідок



прямого сприйняття з навколишнього середовища без урахування забруднення ними харчових продуктів;

б) біомноження – збагачення організму хімічною сполукою безпосередньо під час харчування. У природному водному середовищі цей процес перебігає одночасно з біоконцентрацією;

в) біоаккумуляція – збагачення організму хімічною речовиною шляхом її надходження з навколишнього середовища і харчової продукції.

Кількісна характеристика токсичності речовин досить складна і вимагає багатостороннього підходу. Судити про неї припадає по результатам впливу речовини на живий організм, для якого характерна індивідуальна реакція, індивідуальна варіабельність, оскільки в групі випробуваних тварин завжди присутні більш-менш сприйнятливі до дії досліджуваного токсину індивідууми.

Існують дві основні характеристики токсичності –  $LD_{50}$  і  $LD_{100}$ .

$LD$  – аббревіатура летальної дози, тобто дози, що викликає при одноразовому введенні, загибель 50 або 100 % експериментальних тварин. Дозу зазвичай визначають в розмірності концентрації. Токсичними вважають всі ті речовини, для яких  $LD$  мала. Прийнята наступна класифікація речовин за ознакою гострої токсичності ( $LD_{50}$  для щура при пероральному введенні, мг/кг):

Надзвичайно токсичні	< 5
Високотоксичні	5–50
Помірно токсичні	50–500
Малотоксичні	500–5000
Практично нетоксичні	5000–15 000
Практично нешкідливі	> 15 000

У разі одночасного і послідовного надходження в організм декількох чужорідних речовин виявляється їх комбінована дія. Вона є результатом фізичних чи хімічних взаємодій один з одним або з мікро- або макронутриєнтів їжі; індукції або інгібування ферментних систем, інших біологічних процесів.

Розрізняють два основних ефекти:

- **антагонізм** – ефект впливу двох або декількох речовин, при якому одна речовина послаблює дію іншої речовини (наприклад, дію ртуті та селену в організмі тварин і людини);

- **синергізм** – ефект впливу, що перевищує суму ефектів від дії кожного фактора (наприклад, комбінований вплив ксенобіотиків і деяких медикаментів).

При хронічній інтоксикації вирішальне значення набуває здатність речовини проявляти кумулятивні властивості, тобто накопичуватися в організмі і передаватися по харчових ланцюгах. У зв'язку з цим виникає небезпечність віддалених наслідків, найважливішого значення набувають наступні впливи ксенобіотиків:

- **канцерогенний** (виникнення ракових пухлин);
- **мутагенний** (якісні і кількісні зміни в генетичному апараті клітини);
- **тератогенний** (аномалії в розвитку плоду, викликані структурними, функціональними і біохімічними змінами в організмі матері і плоду).

На основі токсикологічних критеріїв (з точки зору гігієни харчування) міжнародними організаціями ООН, ВООЗ, ФАО та ін., а також органами охорони здоров'я окремих держав прийняті наступні базисні (основні) показники: ГДК, ДСД і ДСП.

**ГДК** (гранично допустима концентрація) – встановлені законом гранично допустимі кількості шкідливих(чужорідних) речовин в атмосфері, воді, продуктах харчування з точки зору безпеки їх для здоров'я людини. ГДК – це такі концентрації, які при щоденному впливі, протягом тривалого часу, не можуть викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень, в житті теперішнього і наступних поколінь.

**ДД** (допустима добова доза) – щоденне надходження речовини, яке не робить негативного впливу на здоров'я людини протягом усього життя.

**ДДП** (допустиме добове споживання) – величина, що розраховується як добуток ДД на середню величину маси тіла (60 кг).

### **3.2.1. Важкі метали**

Важкі метали – група хімічних елементів з властивостями металів (в тому числі і напівметали) і значною атомною масою або щільністю. Відомо близько сорока різних визначень терміну «важкі метали», і неможливо вказати на одне з них, як найбільш прийняте. Відповідно, список важких металів згідно різних визначень включатиме різні елементи. Критерієм може бути атомна маса понад 50, і тоді в список потрапляють всі метали, починаючи з ванадію, незалежно від густини. Іншим часто використовуваним критерієм є густина, що приблизно дорівнює або більша густині заліза ( $8 \text{ г/см}^3$ ), тоді в список потрапляють такі елементи як свинець, ртуть, мідь, кадмій, кобальт, а, наприклад, більш легке олово випадає зі списку.

Термін «важкі метали» найчастіше розглядається не з хімічної, а з медич-

ної та природоохоронної точок зору і, таким чином, при включенні в цю категорію враховуються не тільки хімічні і фізичні властивості елемента, але і його біологічна активність і токсичність, а також обсяг використання в господарській діяльності.

Такі важкі метали, такі як залізо, мідь, цинк, молібден, беруть участь в біологічних процесах і в певних кількостях є необхідними мікроелементами для функціонування рослин, тварин і людини. З іншого боку, важкі метали та їх сполуки можуть мати шкідливий вплив на організм людини, здатні накопичуватися в тканинах, викликаючи ряд захворювань. Не мають корисної ролі в біологічних процесах такі метали як свинець і ртуть, вони визначаються як токсичні. Деякі елементи, такі як ванадій або кадмій, зазвичай мають токсичний вплив на живі організми, але можуть бути корисні для деяких видів організмів.

**Джерело.** Забруднення водойм, атмосфери, ґрунту, сільськогосподарських рослин і харчових продуктів токсичними металами обумовлено дією наступних факторів:

- викиди промислових підприємств і ТЕЦ (особливо вугільної, металургійної та хімічної промисловості);
- викиди міського транспорту (мається на увазі забруднення свинцем від згоряння етилованого бензину);
- використання у сільському господарстві металовмісних пестицидів;
- застосування в консервному виробництві неякісних внутрішніх покриттів і при порушенні технології припоїв;
- контакт з обладнанням (для харчових цілей допускається вельми обмежене число сталей та інших сплавів);
- контакт харчових продуктів з посудом, друкарськими фарбами, паперовими і поліетиленовими обгортками та етикетками.

Важкі метали через ґрунт, повітря, воду потрапляють в рослини. Іони металів, зазвичай, є компонентами природних водоймищ. Вони існують у складі сполук, які можуть бути істинно розчинними, колоїдно-дисперсними, або входити до складу мінеральних та органічних суспензій. При цьому, можуть утворюватися гідрокомплекси різного типу, які для деяких металів є досить стійкими. Саме ці комплекси є одною з найпотужніших форм міграції металів у природних водах. Слід відзначити, що комплекси, які утворені кислотами ґрунту (ґрунтовими кислотами) з солями феруму, алюмінію, титану, урану, ванадію, купруму, молібдену та інших важких металів, є, відносно, добре розчинними в умовах нейтрального, слабокислого та слаболужного середовища. Тому, ком-

плекси металів здатні мігрувати у природних водах ( в тому числі, підземних) на досить велику відстань.

Певні частини забруднених металами рослин, використовуються, як продовольча сировина та продукти харчування. Існує цікаве твердження, що рослини «не переїдають». У процесі розвитку, вони висмоктують з ґрунту стільки елементів, скільки їм потрібно, причому, в певному визначеному співвідношенні, але це в ідеалі. Нажаль, в реальності, підвищений вміст цинку, плюмбуму, кадмію та інших металів у продуктах харчування пов'язаний з тим, що рослини вирощують на територіях, які забруднені різноманітними ксенобіотиками.

Ситуація ускладнюється тим, що для важких металів не існує механізмів природного самоочищення, а очисні споруди практично повністю «пропускають» мінеральні солі, в тому числі, сполуки, які утворені токсичними і канцерогенними важкими металами.

Упродовж багатьох десятиріч, для пакування харчових продуктів, використовується алюмінієва фольга. Вона добре себе зарекомендувала для пакування у харчовій промисловості. Разом з тим, якщо створюються відповідні корозійні умови, то, як сам алюміній, так і його домішки з фольги (елементи феруму, купруму, цинку, мангану і хрому) можуть потрапити до продуктів.

**Дія на організм.** Встановлено канцерогенний, ембріотоксичний та тератогенний ефекти для хрому, арсену, кадмію, берилію та нікелю. Особливо небезпечні для здоров'я людини елементи, які мають властивість акумулюватися в організмі.

- Металічні йони вступають у взаємодію з реакційно здатними групами, які містяться в біомолекулах організму, перш за все, сульфогідрильними, карбоксильними, фосфатними тощо. При цьому, порушується певна біологічна функція біомолекул. У результаті, може статися, наприклад, інактивація ферментів.

Токсичні елементи витісняють есенціальні елементи, які містяться у живому організмі, порушуючи тим самим ті функції організму, які від них залежать.

**Профілактичні дії.** Найбільш відомі реагенти детоксикації металів – етилендіамінтетрацетат та його кальцій-динатрієва сіль, британський антилюїзит, пеніциламін та алюмініон (рис. 10).

**Етилендіамінтетрацетат (ЕДТА).** При лікуванні хворих з отруєннями металами, найчастіше, застосовують кальцій-динатрієву сіль ЕДТА. ЕДТА утворює комплекси з бівалентними катіонами, обмінюючи один іон кальцію на іон

металу. ЕДТА збільшує ниркову екскрецію свинцю у 20-50 разів, а також екскрецію цинку та феруму.

**Димеркапрол або БАЛ (британський антилюїзит).** БАЛ був вперше отриманий під час другої світової війни як антидот проти бойової отруйної речовини люїзиту, що містила арсен. Його комплексоутворююча здатність обумовлена наявністю сульфогідрильних груп, які утворюють комплекс з іонами полівалентних металів. Спорідненість БАЛу до металів є достатньо високою для того, щоб звільнити значну частину ферментів, зв'язаних з токсичним металом.

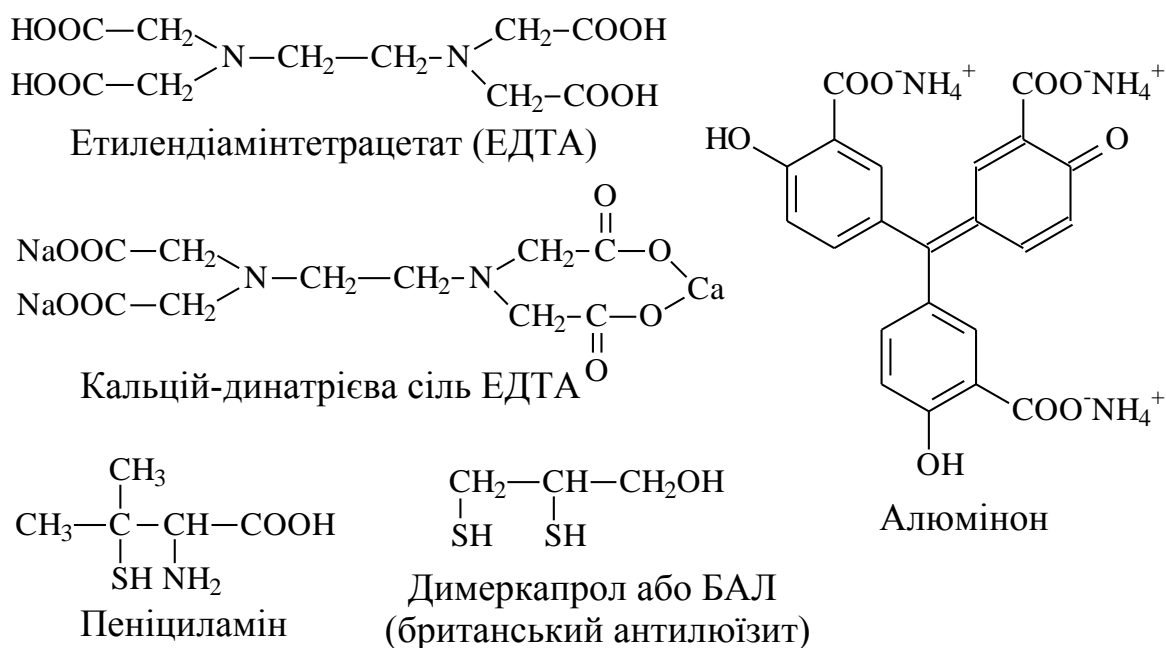


Рис. 10. Комплексоутворюючі сполуки – реагенти детоксикації важких металів.

**Пеніциламін** – комплексоутворюючий засіб, що реагує з металами. Захисна дія пеніциламіну зумовлена наявністю трьох функціональних груп (сульфогідрильної, аміної та карбоксильної). Застосування його N-ацетилової форми особливо ефективно при отруєннях неорганічними сполуками ртуті.

**Алюмінон** (триамонійна сіль аурінтрикарбонової кислоти) використовують для зв'язування катіонів алюмінію та берилію.

**Методи визначення:** колориметрія, атомно-абсорбційна спектроскопія, нейтроно-активаційний аналіз.

Нижче наведена коротка характеристика основних токсичних металів, вміст яких у харчових продуктах нормується.

**Купрум та цинк** – елементи, які характеризуються високою біохімічною активністю і є головними складовими багатьох металоферментів.

Добова потреба організму в купрумi – 4–5 мг. Однак, при нормальному вмісті в їжі молібдену і цинку – фізіологічних антагоністів міді – за оцінкою експертів ФАО, добове споживання міді може становити не більше 0,5 мг/кг маси тіла (до 30 мг в раціоні). Її дефіцит призводить до анемії, недостатності зростання, і виникненню захворювань. В організмі є різні механізми біотрансформації міді. При тривалому впливі високих концентрацій міді руйнуються механізми адаптації організму, що призводять до інтоксикації і специфічного захворювання. Встановлено, що вміст купруму в джемах, пюре, фруктових соках вище, ніж у сировині. Наприклад, у яблуках – 0,102 мг/кг, у яблучному соці – 1,59 мг/кг, у яблучному пюре – 3,62 мг/кг. Це пояснюється тим, що основними джерелами забруднення є устаткування і деталі з купруму, які застосовуються в харчовій промисловості. Встановлено, що при виробництві консервованих продуктів з фруктів і овочів, сліди купруму можуть призвести до повного руйнування вітаміну С. Купрум каталізує окиснення ліпідів, вітаміну А і С та погіршує, тим самим, органолептичні показники харчових продуктів.

Цинк присутній у багатьох харчових продуктах і напоях, особливо в продуктах рослинного походження. Цинк як кофактор входить до складу близько 80 ферментів, беручи участь тим самим у численних реакціях обміну речовин. Типовими симптомами недостатності цинку є уповільнення росту у дітей, статевий інфантилізм у підлітків, порушення смаку (гіпогезія) і нюху (гіпосмія) та ін. Як важливий біомікроелемент людини, цинк входить до складу близько 80 ферментів. Він є малотоксичним елементом. Надлишок цинку призводить до анемії. Відомі випадкові отруєння цинком, зв'язані з використанням оцинкованого посуду для приготування кислих продуктів. Разом з тим, хронічні отруєння цинком у медичній літературі не зареєстровані.

Добова потреба в цинку дорослої людини становить 15 мг, при вагітності і лактації – 20–25 мг. Цинк, що міститься в рослинних продуктах, менш доступний для організму, оскільки фітин рослин і овочів пов'язує цинк (10 % засвоюваності). Цинк з продуктів тваринного походження засвоюється на 40 %. Вміст його в харчових продуктах становить: в м'ясі – 20–40 мг/кг, рибопродуктах – 15–30 мг/кг, устрицях – 60–1000 мг/кг, яйцях – 15–20 мг/кг, фруктах і овочах – 5 мг/кг, картоплі, моркви – близько 10 мг/кг, горіхах, зернових – 25–30, борошні вищого сорту – 5–8, молоці – 2–6 мг/л. У добовому раціоні дорослої людини вміст цинку становить 13–25 мг. Токсичність цинку багато в чому визначається присутністю домішок інших важких металів, особливо кадмію, підвищена акумуляція якого може приводити до недостатності цинку в організмі, що виявляється в пригніченні ферментативних реакцій. Надлишок цинку в організмі веде до

зростання швидкості утворення молочної кислоти і, як наслідок, збільшення рН крові та порушення функції нирок.

**Нікель** належить до мікроелементів, необхідних для нормального розвитку живих організмів. В організмі тварин та птахів він накопичується в ороговілих тканинах, особливо в пір'ї. Передбачається, що біологічна роль нікелю полягає в його участі в структурній організації і функціонуванні основних клітинних компонентів – ДНК, РНК і білка. Разом з тим, він приймає участь у гормональній регуляції організму. Сполуки нікелю, також, відіграють важливу роль у кровотворних процесах.

Разом з тим нікель належить до канцерогенних елементів. Вважається, що вільні іони нікелю ( $Ni^{2+}$ ) приблизно в 2 рази більш токсичні, ніж його комплексні сполуки. Підвищений вміст нікелю в довколишньому середовищі приводить до появи ендемічних (регіональних) захворювань, бронхіального раку. Сполуки нікелю відносять до 1 групи канцерогенів. Припускають, що канцерогенна дія нікелю пов'язана з його проникненням в клітини, де він викликає порушення ферментних і обмінних процесів, в результаті чого утворюються канцерогенні продукти. Нікель зв'язується з РНК, значно менше з ДНК, викликаючи порушення структури та функції нуклеїнових кислот.

У організм сполуки нікелю поступають з їжею та водою. У шлунково-кишковому тракті людини всмоктується від 1 до 10 % нікелю, що поступив з їжею. Нікель, що поступає в організм з водою абсорбується на 20–25 %. Основні харчові джерела нікелю: шоколад, горіхи, висушені боби, горох та зерно. Звичайні раціони забезпечують близько 150 мкг нікелю щодня. Багато нікелю міститься у чаї, какао, гречці, моркві і салаті. Джерело нікелю у їжі – це, також, маргарин, який виготовляють з рослинної олії. Щоб соняшникова олія стала твердою її гідрують – насичують молекулами водню за допомогою каталізатора. Звичайно це нікель, нанесений на носій. При цьому, щоб процес пройшов швидко, порошок каталізатора інтенсивно перемішують з рослинною олією при високій температурі. Потім суміш необхідно очистити від каталізатора. Гарячу суміш ретельно фільтрують, але повністю видалити каталізатор не вдається. Якщо технології мають певні порушення, то в кінцевий продукт потрапляє немало нікелю.

У саломасах (напівфабрикат для отримання маргарину, кондитерських, кулінарних і хлібопекарських жирів) завжди є близько 5 % білка. Оскільки нікель легко з'єднується з білками при гідрогенізації (високі тиск та температура), то наявність у їжі білкових молекул з вмістом нікелю безумовно можлива.

Вважають, що оптимальна інтенсивність надходження нікелю в організм складає 100–200 мкг/день. Дефіцит нікелю в організмі може розвинутиися під час поступлення цього елемента в кількості 50 мкг/день та менше. Поріг токсичності нікелю для організму людини складає 20 мг/день. Токсична доза для людини – 50 мг.

Нікель та його сполуки, що поступають в організм з їжею, як правило, відносно нетоксичні. Проте при надмірному надходженні нікелю може розвинутиися не тільки контактний дерматит, але і системна гіперчутливість до нікелю. На виробництвах з використанням нікелю у 10–13 % робочих виникають алергічні реакції (папульозні, папуло-везикульозні висипи). У жінок алергічні реакції на нікель спостерігаються у 3–5 разів частіше, ніж у чоловіків. Описана навіть так звана "алергія куховарок", яка розвивається у кухарів і домогосподарок, що контактують з нікельованим посудом. Описані випадки алергічних уражень у касирок банків, які мали справу з металевими монетами.

Серед багатьох захворювань, що породжуються токсикозом при надмірному насиченні організму нікелем, особливу увагу слід приділити цукровому діабетові, оскільки це важке та невиліковне захворювання, масштаби розповсюдження якого говорять про глобальну епідемію. ВООЗ відзначає, що найвищого поширення цукровий діабет набув серед дітей Фінляндії, що є незрозумілим феноменом. Є гіпотеза, що причиною алергічних реакцій є модифіковані нікелем білки, що поступають в організм дітей з молоком. Фінляндія – країна, в якій розвинене молочне тваринництво, видобуває та переробляє нікель, що неминуче приводить до забруднення токсичним металом навколишнього середовища та їжі.

Проблема токсикації організму нікелем настільки гостра, що існують директиви Європейського парламенту № 94/27/ЕС від 30 червня 1994 р. розроблені 4 міжнародних стандарту, що регламентують норми та методи контролю міграції нікелю з виробів, що мають прямий і постійний контакт з тілом людини (EN 1810:1998, EN 1811:1998, EN 12472:1998, EN 12471:1998).

**Плюмбум** внаслідок низької температури плавлення (328–347 °С), був одним з перших металів, який почала використовувати людина. Вважають, що його одержали одразу ж після початку використання вогню. У Єгипті та в греко-римській період плюмбум одержували як побічний продукт під час видобування срібла. Отруєння плюмбумом відомі ще 6000 років тому, у IV ст. до н.е. Гіппократ детально описав симптоматику інтоксикації плюмбумом. У греко-римській період та в середньовіччі ацетат плюмбуму, який має солодкий смак, використовували як харчову добавку до вина та їжі. Це було причиною повсяк-



денного поширення свинцевої інтоксикації серед населення Європи, а окремі автори вважали свинцеву інтоксикацію у патриційв Римської імперії однією з причин її занепаду. Психічні розлади у римських імператорів також пов'язують з отруєнням плюмбумом. Відомо, що у Велику Британію ввозили з Іспанії та Португалії вина, які містили добавки ацетату плюмбуму аж до ХІХ століття. Вони зумовили масові свинцеві інтоксикації, в основному, серед багатих споживачів. Дистиляція рому у вест-індійських колоніях з використанням деталей з плюмбуму, а також виготовлення сидру на аналогічному обладнанні, зумовили поширення свинцевої інтоксикації і серед широких верств населення Великої Британії. Лише у 1970 році Національний інститут професійної безпеки і гігієни США почав проводити моніторинг навколишнього середовища, а Центром контролю за захворюваністю встановлені нормативи ГДК плюмбуму в крові (менш як 20 мг/100 мл). Внаслідок цього, останнім часом вміст плюмбуму в повітрі, воді, харчових продуктах, а також в організмі людей зменшився. Аналогічні заходи проведені в розвинених країнах Європи та в Японії.

Наявність плюмбуму у навколишньому середовищі, пов'язана, перш за все, з його широким застосуванням у промисловості. Світове виробництво свинцю неухильно зростає. 4000 років тому воно становило лише 160 т на рік, 2700 років тому – 10 тисяч тонн на рік, у епоху Римської імперії – 80 тисяч тонн на рік. Тепер світове виробництво свинцю збільшилось до 3 мільйонів тонн на рік. Встановлено, що вміст свинцю у кістках сучасних людей у 10–100 разів більший, ніж у людей, які жили півтори та три тисячі років до н.е.

Велика кількість плюмбуму потрапляє з промисловими відходами в ґрунт і воду з таких виробництв, як добування і переробка залізної руди, виробництво сталі, акумуляторних батарей, пігментів, нафтопродуктів, фотографічних матеріалів, вибухових речовин, скла, телевізійних трубок тощо. Основна частина плюмбуму, як забруднювача навколишнього середовища, з повітрям осідає на землю та воду, а звідси потрапляє до харчових продуктів. Середній рівень плюмбуму в їжі жителів Європи та США становить близько 0,2 мг/кг. Оскільки кожна доросла людина щодня споживає в середньому 1,5 кг їжі, то вона поглинає 0,3 мг плюмбуму.

Значну небезпеку становить забруднення плюмбумом спиртних напоїв, якщо їх зберігають в кришталевому посуді. Зберігання вина в такому посуді протягом 4 годин сприяє підвищенню концентрації свинцю з 33 до 99 мкг/л. Доведено, що скляна тара, яка в своєму складі містить свинець, може різко підвищувати його вміст в міцних алкогольних напоях.

Особливість дії плюмбуму на живий організм, пов'язана з його здатністю утворювати колоїдні розчини у крові та шлунковому соці. Катіони плюмбуму, потрапляючи в організм людини, на 75–80 % акумулюються в ньому. При цьому, його шкідлива дія зосереджується на кровотворній, нервовій та травній системах, а також в нирках. Так, вплив сполук плюмбуму на центральну нервову систему проявляється в судомних нападах, «свинцевих психозах», у порушенні мови, ходи і, навіть, паралічу.

Перші (доклінічні) прояви хронічного отруєння свинцем носять неспецифічний характер: безсоння, підвищена активність, які пізніше змінюються значною втомлюваністю, навіть депресією. Все це – зміни з боку центральної нервової системи, тому часто свинцеві отруєння лікують як нервові захворювання. Основними симптомами хронічного свинцевого отруєння є зниження розумових здібностей, порушення пам'яті та психічного розвитку (у дітей). Всі процеси, які потребують мовних навичок та уваги, дуже чутливі навіть до відносно малих концентрацій плюмбуму.

Плюмбум спричиняє певні зрушення і в гормональній діяльності людського організму: знижує виділення наднирковою залозою кортикостероїдів і, навпаки, активізує виділення речовин мозкової частини (адреналін, норадреналін), пригнічує функцію щитовидної залози.

Механізм токсичної дії плюмбуму має подвійну направленість. По-перше, блокада функціональних SH-груп білків і, як наслідок, – інактивація ферментів; по-друге, проникнення плюмбуму у нервові і м'язові клітини, утворення лактату, потім, фосфату плюмбуму, які обумовлюють клітинний бар'єр для проникнення іонів  $Ca^{2+}$ . Неповноцінне харчування, дефіцит у раціоні кальцію, фосфору, феруму, пектинів, білків, збільшує засвоєння плюмбуму, отже, його токсичність. ГДК катіонів плюмбуму у питній воді складає 0,05 мг/л.

**Кадмій** є одним з найнебезпечніших токсикантів середовища (наприклад, він значно токсичніший плюмбуму). У природному середовищі кадмій зустрічається лише в дуже малих кількостях – саме тому його отруйлива дія була виявлена лише нещодавно.

Кадмій широко застосовується у різних галузях промисловості. У повітря кадмій потрапляє разом із плюмбумом, під час спалювання палива на ТЕЦ, а також із газовими викидами підприємств, які виробляють або використовують кадмій. Забруднення ґрунту кадмієм відбувається під час осідання кадмій-аерозолей з повітря та доповнюється внесенням мінеральних добрив: суперфосфату (7,2 мг/кг), калій фосфату (4,7 мг/кг), селітри (0,7 мг/кг). Встановлено

помітний вміст кадмію і в гної, де він виявляється в результаті наступного ланцюга переходів: повітря – ґрунт – рослини – травоядні тварини – гній.

Кадмій небезпечний в будь-якій формі – прийнята всередину доза в 30–40 мг вже може виявитися смертельною. Через те, що одного разу поглинена кількість кадмію виводиться з людського організму дуже повільно (0,1 % в добу), легко може відбуватися хронічне отруєння. Перші його симптоми – ураження нирок і нервової системи, білок в сечі, порушення функцій статевих органів, пізніше виникають гострі кісткові болі в спині і ногах. Типово також порушення функції легенів.

У організмі кадмій, в першу чергу, накопичується в нирках; після досягнення порогової концентрації – близько 0,2 мг кадмію на 1 г ваги нирок – з'являються симптоми важкого отруєння і майже невиліковного захворювання.

Більше всього кадмію людина отримує з рослинною їжею. Кадмій надзвичайно легко переходить з ґрунту в рослини, останні поглинають до 70 % кадмію з ґрунту та лише 30 % – з повітря. Особливо велику небезпеку представляють в цьому відношенні гриби, які часто можуть накопичувати кадмій у високих концентраціях. Так, наприклад, в лугових печерицях було знайдено до 6 мг/кг кадмію (взагалі ж, в печерицях знаходили до 170 мг/кг). Лугові печериці акумулюють в основному кадмій, а разом з цим також плюмбум та ртуть. Тоді як ступінь забруднення продовольчих продуктів свинцем і ртуттю значно нижчий, у більшості регіонів, за міжнародні норми допустимого навантаження, забруднення кадмієм, згідно проведених оцінок, близьке до відповідних граничних рівнів.

У Японії цинкова копальня забруднила кадмієм річку Дзін-цу, і тамтешня питна вода почала містити кадмій, крім того, річковою водою зрошували рисові поля і плантації сої. Протягом 30 років від цього випадку, більше 150 чоловік померло від хронічного отруєння кадмієм, що супроводжувався атрофією кісток всього скелету. Цей випадок увійшов до історії ендемічних отруєнь важкими металами під назвою «хвороба ітаї-ітаї». У США випадки захворювання ітаї-ітаї мали місце у зв'язку з споживанням цукрового горошку, який містив великі кількості кадмію.

В Україні, в 2007 році при тестуванні на вміст кадмію в лабораторії продукції шести відомих виробників соняшникового насіння, в усіх без винятку зразках, вміст кадмію перевищував безпечну норму, яка, згідно із законодавством, повинна становити не більше 0,1 мг/кг. Найвищий вміст кадмію становив 0,4 мг/кг (учетверо вище норми), найменший показник кадмію – 0,148 мг/кг.

Вважають, що кращими ґрунтами для вирощування соняшника є глинисті й піщані, а саме вони найбільш багаті кадмієм.

Механізм токсичної дії кадмію пов'язаний із блокуванням сульфгідрильних груп білків. Крім того, він є антагоністом цинку, кобальту, селену, інгібує активність ферментів, які містять катіони цих металів. Відома здатність кадмію порушувати обмін феруму та кальцію. Все це може призвести до широкого спектру захворювань таких, як: гіпертонічна хвороба, анемія, ішемічна хвороба серця, ниркова недостатність тощо. Виявлено канцерогенний, мутагенний і тератогенний ефекти кадмію.

Здоровий організм людини містить близько 50 мг кадмію. В організмі новонароджених він відсутній і з'являється на 10-ому місяці життя. Велике значення у профілактиці інтоксикації кадмієм має правильне харчування (включення у раціон білків, багатих сульфуровмісними амінокислотами, продуктів, що містять аскорбінову кислоту, ферум, цинк, селен і кальцій).

Зокрема, навіть незначна нестача заліза може помітно підсилити акумуляцію кадмію. Тому жінки, які в результаті менструацій регулярно втрачають разом з кров'ю залізо, більш схильні до отруєння кадмієм, ніж чоловіки. На особливу небезпеку наражаються вагітні, у яких потреба в залізі ще вища через те, що плід накопичує в своїй печінці запаси заліза, необхідні йому для перших місяців життя після народження. Взагалі, достатня кількість феруму в крові, гальмує акумуляцію кадмію. Крім того, великі дози вітаміну D діють як протиотрута при отруєнні кадмієм.

Потрібно визнати, що не плюмбум та меркурій, а саме кадмій є найнебезпечнішим важким металом, особливо у зв'язку з тим, що він через ґрунт і коріння рослин легко потрапляє в харчові ланцюги.

**Меркурій** – один з найнебезпечніших і високотоксичніших елементів, що може накопичуватися в організмі рослин, тварин і людини. Людина одержує з добовим раціоном 0,045 – 0,06 мг меркурію, що приблизно відповідає рекомендованою ФАО/ВООЗ дозі – 0,05 мг.

Забруднення харчових продуктів меркурієм може відбуватися через його природний процес випаровування із земної кори, в кількості 25000–125000 т щорічно. Забруднення також здійснюється через використання меркурію та його сполук у хімічній та електротехнічній промисловості, медицині і стоматології, сільському господарстві.

Яким би шляхом меркурій не потрапляв у воду, мікроорганізми метилюють його, і при цьому завжди утворюється диметилмеркурій. Це ліпофільна сполука, надзвичайно отруйна та дуже стійка. Тому вона є однією з найотруй-

ніших форм ртуті.

М'ясо риби має найбільшу концентрацію ртуті та його сполук, оскільки, риби активно акумулюють її з води та кормів. У м'ясі хижих прісноводних риб рівень ртуті складає 107–509 мкг/кг, нехижих – 79–200 мкг/кг, океанських – 300–600 мкг/кг. Організм риб здатний синтезувати метилртуть, який накопичується в їх печінці.

Посилене споживання риби людиною, навіть при низькій концентрації в ній метилртуті (наприклад, 0,8 мкг/кг у окуня або 1,6 мкг/кг у щуки), приводить до відкладення ртуті у волосся в кількості 50 мкг/кг. При такому вмісті ртуті у волосся (а воно можливе і при меншому споживанні риби, якщо концентрація ртуті в щуках складає 2 мкг/кг), у людини починають виявлятися виразні ознаки захворювання. Якщо ж у волосся міститься близько 300 мкг/кг ртуті, то це означає небезпеку для життя.

Як з'ясувалося, волосся людини може служити зручним індикатором у разі загрози отруєння ртутю, воно є шкалою, що показує ступінь накопичення ртуті в організмі. При цьому, концентрації ртуті у волосся до 10 мкг/кг вважаються безпечними, оскільки, вони можливі навіть при споживанні води та риби, що практично не містять цього металу.

Органічні сполуки ртуті викликають ураження головного мозку (хвороба Мінамата), що супроводжується обмеженням поля зору, аж до загрози повної сліпоти, порушенням координації рухів, через що хворі нагадують «дихаючих дерев'яних ляльок», та можливістю летального кінця.

На хімічній фабриці, розташованій біля річки Мінамата (Японія), ртуть застосовувалася як каталізатор для отримання полівінілхлориду. Стоки, що містили ртуть, потрапляли в річку, а з річки – в море, в бухту біля містечка Мінамата. Кількість ртуті у виловленій рибі складала 5–20 мкг/кг. Внаслідок споживання риби, отруєною ртутю, загинуло близько 200 людей та тисячі захворіли. Таким чином, ртуть є одним з найбільш небезпечних і високотоксичних елементів, який має здатність накопичуватись у рослинах, організмах тварин і людини. Ртуть є отрутою кумулятивної дії.

Найбільш токсичні алкілртутеві сполуки з коротким ланцюгом – метилртуть, етилртуть, диметилртуть. Механізм токсичності дії ртуті обумовлений його взаємодією з сульфгідрильними групами білків. Блокуючи їх, ртуть змінює властивості або інактивує ряд життєво важливих ферментів.

Захисний ефект при дії ртуті на організм людини має цинк і, особливо, селен. Припускають, що захисна дія селену обумовлена деметилуванням мети-

лмеркурію, з утворенням нетоксичної сполуки – селено-меркурієвого комплексу.

Про високу токсичність меркурію свідчить і дуже низьке значення ГДК: 0,0003 мг/м<sup>3</sup> у повітрі та 0,0005 мг/л у воді. В організм людини меркурій потрапляє найбільше з рибопродуктами, в яких його вміст може в багато разів перевищувати ГДК.

Цікаво, що під час варіння риби і м'яса, концентрація катіонів меркурію в них знижується. Разом з тим, під час аналогічної обробки грибів, концентрація залишається незмінною. Ця різниця пояснюється тим, що в грибах меркурій зв'язаний з аміногрупами азотовмісних сполук, а у рибі і м'ясі – з сульфуровмісними амінокислотами.

**Алюміній.** Джерелом надходження алюмінію в організм людини є, переважно, алюмінієвий посуд, якщо він контактує з кислим або лужним середовищем та вода, яка збагачується іонами Al<sup>3+</sup> при її обробці алюмінійсульфатом на водоочищуючих станціях. Суттєву роль у забрудненні навколишнього середовища катіонами Al<sup>3+</sup> відіграють і кислотні дощі. Як буферну добавку, алюміній гідроксид вводять і в деякі препарати аспірину та губну помаду. Серед харчових продуктів, найбільшу концентрацію катіонів алюмінію (до 20 мг/г) має чай. Потрапляючи в організм людини, катіони Al<sup>3+</sup>, у формі нерозчинного фосфату, виводяться з фекаліями, частково, всмоктуються в кров і виводяться нирками. Порушення діяльності нирок призводить до накопичення алюмінію. Це, в свою чергу, впливає на метаболізм Ca, Mg, P, F та супроводжується зростанням крихкості кісток, розвитком різних форм анемії. Крім того, були виявлені і більш тяжкі прояви токсичності алюмінію: порушення мови, орієнтації, провали пам'яті тощо.

**Арсен** належить до тих елементів, необхідність яких для нормальної життєдіяльності організму людини не доведено. Разом з тим, доведено, що його сполуки, такі як, ангідрид і арсеніти є сильно отруйними. Арсен міститься в усіх об'єктах біосфери ( у земній корі – 2 мг/кг; у морській воді – 5 мкг/кг).

Нормальний рівень вмісту арсену, у продуктах харчування, не повинен перевищувати 1 мг/кг.

Арсен викликає пошкодження капілярів у організмі та має пряму токсичну дію на системи органів. Патологічні зміни при отруєнні арсеном характеризуються некрозом шлунку та тонкої кишки, судинними та дегенеративними змінами у печінці і нирках. У залежності від дози, арсен може спричинити гострі та хронічні отруєння, а разова доза арсену 30 мг – смертельна для людини. Ме-

ханізм токсичності дії арсену зв'язаний з блокуванням SH – груп білків і ферментів, що виконують в організмі різноманітні функції.

У даний час гостре отруєння арсеном може відбутися у результаті нещасного випадку на виробництві, спроби самогубства або вбивства. Хронічне отруєння арсеном настає при хронічному вживанні забрудненої їжі, води або медичних засобів.

**Олово.** Необхідність олова для організму людини не доведена. Разом з тим харчові продукти містять цей елемент до 1–2 мг/кг на організм дорослої людини.

Неорганічні сполуки олова малотоксичні, а органічні – більш токсичні. Вони знаходять застосування в сільському господарстві в якості фунгіцидів, в хімічній промисловості – як стабілізатори полівінілхлоридних полімерів. Основним джерелом забруднення харчових продуктів оловом є консервні банки, пляги, залізні і мідні кухонні котли, інша тара та обладнання, які виготовляються із застосуванням лудіння і гальванізації. Активність переходу олова в харчовий продукт зростає при температурі зберігання вище 20<sup>0</sup> С, високий вміст в продукті органічних кислот, нітратів і окислювачів, які підсилюють розчинність олова.

Є дані, що токсична доза олова при його одноразовому надходженні – 5–7 мг/кг маси тіла, тобто 300–500 мг. Отруєння оловом може викликати ознаки гострого гастриту (нудота, блювота, і ін.) І зниження активності травних ферментів.

**Залізо.** Займає четверте місце серед найбільш поширених в земній корі елементів (5 % земної кори по масі). Цей елемент необхідний для життєдіяльності як рослинного, так і тваринного організму. У рослин дефіцит заліза проявляється в жовтизни листя, у людини викликає залізодефіцитну анемію, оскільки двовалентне залізо – кофактор в гемвмісних ферментах, бере участь в утворенні гемоглобіну. Залізо виконує цілий ряд інших життєво важливих функцій: перенесення кисню, утворення еритроцитів, забезпечує активність негемових ферментів – альдолази, триптофаноксигеназа і т.п.

В організмі дорослої людини міститься близько 4,5 г заліза. Вміст заліза в харчових продуктах коливається в межах 0,07–4 мг/100 г. Основним джерелом заліза в харчуванні є печінка, нирки, бобові культури (6–20 мг/100 г). Потреба дорослої людини в залізі становить близько 14 мг/діб, у жінок в період вагітності і лактації вона зростає.

Залізо з м'ясних продуктів засвоюється організмом на 30 %, з рослин – 10 %. Останнє пояснюється тим, що рослинні продукти містять фосфати і фі-

тин, які утворюють з залізом важкорозчинні солі, що перешкоджає його засвоєваності. Чай також знижує засвоєваність заліза в результаті зв'язування його з дубильними речовинами в важкорозчинний комплекс.

### 3.2.2. Поліциклічні ароматичні вуглеводні

**Природа.** Хімічні сполуки, що містять конденсовані бензенові структури (рис. 11). До типових поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) відносяться 7,12-диметилбензантрацен, бенз(а)пірен та 1,2,5,6-добензантрацен, а також сполуки з нітрогеновмісними гетероциклами, наприклад, 9-метил-3,4-бензакридин та 4-нітрохінолін-N-оксид.

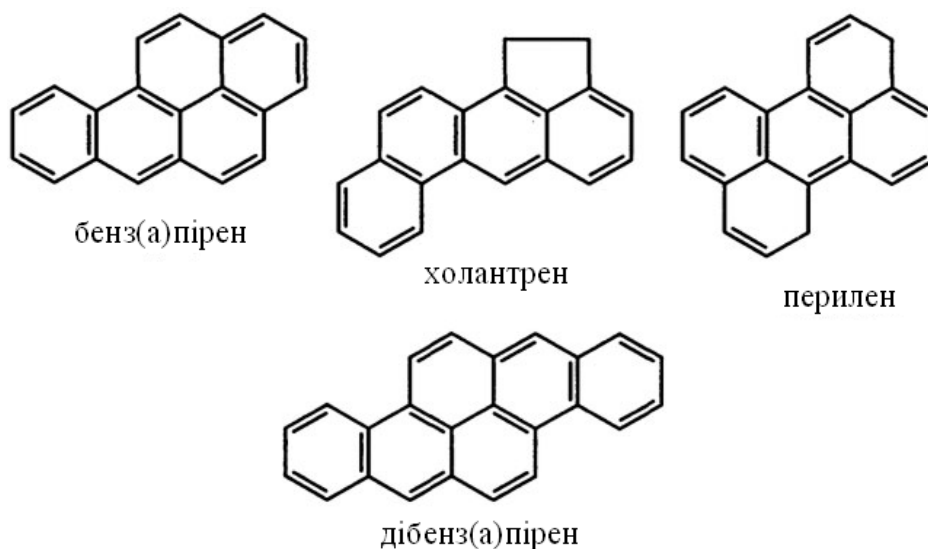


Рис. 11. Найбільш небезпечні ПАВ.

**Дія на організм.** Налічується понад 200 представників ПАР, значна частина яких є хімічними канцерогенами, що індукують злоякісні пухлини молочних залоз, м'язової та сполучної тканини.

ПАВ добре вивчені на прикладі бенз(а)пірену. Бенз(а)пірен характеризується максимальною відносною стабільністю при різноманітних фізико-хімічних впливах. Він завжди є присутнім там, де присутні і інші канцерогенні вуглеводні, будучи одним з найбільш розповсюджених та сильних канцерогенних агентів.

**Джерело:** Виявлені у нафтопродуктах та інших природних багатокомпонентних сумішах. До природних абіогенних джерел, що формують природний фон ПАВ, відносять вулканічну діяльність, процеси нафто-, вугле- та сланцеутворення. Встановлена можливість синтезу ПАВ рослинними організмами (зок-



рема, деякими злаками), рядом бактерій (наприклад, *Clostridium putride*), фітопланктоном.

У результаті діяльності людини, забрудненість біосфери канцерогенними ПАВ набагато збільшилась, а у промислових районах в сотні та тисячі разів перевищує їх природний фоновий рівень. Основні антропогенні джерела забруднення атмосфери ПАВ – промислові викиди та вихлопні гази автомашин.

Забруднення ПАВ водних екосистем відбувається у результаті скиду промислових стічних вод, а також викидів двигунів річних та морських кораблів. Циркуляція ПАВ у водному середовищі включає у себе процес їх розподілення між різними компонентами водної екосистеми та включення у ланцюги харчування. Ці процеси сприяють деструкції та зниженню вмісту ПАВ у водоймі. Більша частина ПАВ, як і більшість хімічних речовин, сорбується колоїдними частинками, що перебувають у воді, та осідає з ними на дно, звідки надходить у водорості та вищі водні рослини (водорості акумулюють більше ПАВ, ніж вищі водні рослини). Менша частина ПАВ, розчинена у воді, накопичується у мікропланктоні, і по мірі його відмирання надходить у донні відклади.

Як у прісних, так і у морських водоймах виявлена мікрофлора, що здатна трансформувати ПАВ. Специфічна біодеградація ПАВ за участю ендокринних систем клітин відбувається як у рослинних, так і у тваринних організмах (зокрема, у рибах). В організмі молюсків відсутні ендокринні системи деструкції ПАВ, внаслідок чого молюски накопичують канцерогенні речовини.

ПАВ, що накопичуються у верхніх шарах ґрунту (до 3 см), піддаються деструкції, швидкість якої залежить від кількості ПАВ, рН та вологості ґрунту, але у першу чергу – від складу мікробіоценозу. Біологічна очистка ґрунту від ПАВ забезпечується деякими бактеріями, широко розповсюдженими у забрудненому ПАВ ґрунті та воді. Частково ПАВ накопичуються у рослинах.

Висока концентрація бенз(а)пірену спостерігається в тютюновому димі.

Як у прісних, так і у морських водоймах виявлена мікрофлора, що здатна трансформувати ПАВ. Специфічна біодеградація ПАВ за участю ендокринних систем клітин відбувається як у рослинних, так і у тваринних організмах (зокрема, у рибах). В організмі молюсків відсутні ендокринні системи деструкції ПАВ, внаслідок чого молюски накопичують канцерогенні речовини.

**Особливості технологічної обробки.** У харчовій сировині, отриманій з екологічно чистих рослин, концентрація бенз(а)пірену становить 0,03–1 мкг/кг. Термічна обробка призводить до збільшення його змісту до 50 мкг/кг і більше. Полімерні пакувальні матеріали відіграють важливу роль в забрудненні харчових продуктів ПАУ. Наприклад, жир молока екстрагує до 95 % бенз(а)пірену з

парафінопаперових пакетів або стаканчиків.

З їжею доросла людина отримує бенз(а)пірену в кількості 0,0006 мг/рік. У інтенсивно забруднених районах ця доза збільшується в 5 разів і більше. Наведені дані свідчать про те, що бенз(а)пірен потрапляє в організм людини з такими харчовими продуктами, в яких до теперішнього часу існування канцерогенних речовин не передбачалося. Він виявлений в хлібі, овочах, фруктах, в копченині, смажених м'ясних продуктах. Причому його вміст коливається в залежності від способу технологічної та кулінарної обробки або ступеня забруднення навколишнього середовища. Біологічна очистка ґрунту від ПАВ забезпечується деякими бактеріями, широко розповсюдженими у забрудненому ПАВ ґрунті та воді.

**Методи визначення:** газова і рідинна хроматографія, люмінесцентна спектроскопія.

### 3.2.3. Діоксини

**Природа.** Діоксини – тривіальна назва поліхлорпохідних дібензодіоксинів (рис. 12), походить від скороченої назви тетрахлорпохідного – 2,3,7,8-тетрахлордибензо[b, e]-1,4-діоксину; сполуки з іншими замісниками – галогенідами – також відносяться до діоксинів.

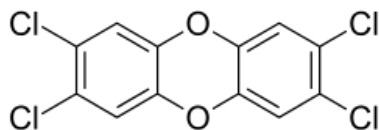


Рис. 12. Дібензо[b, e]-1,4-діоксин (ТХДД).

**Дія на організм.** Діоксини та діоксиноподібні сполуки є основними стійкими супертоксикантами навколишнього середовища, такими, що забруднюють ґрунт, воду та повітря, а отже, і продукти харчування та питну воду.

ТХДД відноситься до 1 класу токсичності. Розрахункова середньосмертельна доза для людини, при одноразовому оральному надходженні становить 0,05–0,07 мг / кг, при хронічному оральному надходженні – 0,1 мкг/кг.

Клінічна картина гострого отруєння цими надзвичайно токсичними речовинами: ураження шкіри (хлоракне – запалення сальних залоз; гіперкератоз, гіперпігментація («загар»), гіпертермія і набряк), подразнення слизових оболонок очей, верхніх дихальних шляхів та травного каналу, геморагічне запалення сечовивідних шляхів, судинна вегетодистонія, пригнічення сперматогенезу, головний біль, сенсорні порушення, периферійна нейропатія, токсична енцефало-

патія, гастрити, токсичні гепатити тощо. У жінок спостерігаються спонтанні аборти, передчасні пологи, народження дітей з вадами розвитку (з зовнішніми анатомічними дефектами та розумовою відсталістю).

Крім гострої токсичності, для ТХДД характерною є виражена і різноманітна хронічна дія. Майже в усіх видах експериментальних тварин, при дії ТХДД (1–3 мкг/кг), встановлені тератогенний, мутагенний та ембріотоксичний ефекти.

**Джерело:** Одним із найнебезпечніших джерел діоксинів вважають сміттєспалювальні заводи та звалища різних хімічних відходів. Встановлено також, що паперова промисловість вносить свій вклад у забруднення ТХДД та ТХДФ навколишнього середовища, оскільки усі паперові матеріали (газети, пакувальний папір, паперовий посуд, пакети тощо) містять ці речовини в малих концентраціях.

У організм людини діоксини проникають декількома шляхами: 90 відсотків – з водою та їжею через шлунково-кишковий тракт, інші 10 відсотків – з повітрям і пилом через легені та шкіру. Ці речовини циркулюють в крові, відкладаючись в жировій тканині і ліпідах всіх без виключення клітин організму. Через плаценту та з грудним молоком вони передаються плоду і дитині.

Діоксини володіють високою ефективністю накопичення в ґрунтах, водоймах, активно мігрують по харчових ланцюгах, особливо в жиромісних об'єктах.

В організм людини вони в основному надходять з м'ясними, рибними і молочними продуктами (98–99 % від загальної кількості). Здатність діоксинів накопичуватися в коров'ячому молоці в 40–200 разів вище, ніж в тканинах тварин. Основна частина діоксинів кумулюється в кореневих системах рослин (картопля, морква та інші коренеплоди).

**Особливості технологічної обробки.** ТХДД відрізняється високою стабільністю, не піддається гідролізу й окисненню, стійкий до високих температур (розкладається при 750° С), дії кислот, лугів, що не запалюються, має високу розчинність в жирах.

**Методи визначення:** високоефективна газова і рідинна хроматографія з мас-спектрометрією.

### 3.2.4. Радіонукліди

**Природа.** Радіонукліди, радіоактивні нукліди (менш точно радіоактивні ізотопи, радіоізотопи) – нукліди, ядра яких нестабільні і відчують радіоакти-

вний розпад. Все нукліди, що мають зарядове число, рівне 43 або 61 або більше 82, радіоактивні; відповідні елементи називаються радіоактивними елементами. Існують радіонукліди (головним чином  $\beta$ -нестійкі) і з іншими зарядовими числами (від 1 до 42, від 44 до 60 і від 62 до 82).

**Дія на організм.** Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод тощо), то вони швидко виводяться з організму, разом з ними.

Окремі радіоактивні речовини концентруються в різних внутрішніх органах людини. Елементи, які акумулюються в м'яких тканинах організму, легко виводяться з організму. Джерела  $\alpha$ -випромінювання (радій, уран, плутоній),  $\beta$ -випромінювання (стронцій, ітрій) і  $\gamma$ -випромінювання (цирконій) відкладаються в кістках, у вигляді хімічно зв'язаних сполук з кістковою тканиною і тому важко виводяться з організму.

В разі дії радіоактивних речовин на прості речовини (гази, метали тощо) будь-які зміни фізико-хімічної природи не спостерігаються. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони можуть трансформуватися або розпадатися (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини.

Більш суттєву роль відіграє механізм непрямой дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

Організм людини має у складі 60–70 % води. В результаті іонізації молекул води, під впливом радіоактивних речовин, утворюються вільні радикали, похідні гідропероксиду та пероксиду водню. Ці сполуки, як сильні окиснювачі, мають високу хімічну активність і вступають в реакції з білками, ферментами та іншими структурними елементами біологічної тканини, що призводить до зміни біологічних процесів в організмі. Внаслідок цього, порушуються процеси обміну, пригнічується активність ферментних систем, затримується ріст тканин, виникають нові хімічні сполуки – токсини – сильні отрути. Все це призводить до порушення життєдіяльності окремих систем та організму в цілому.

**Джерело:** Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею.

**Особливості технологічної обробки.** Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки із стронцієм, кобальтом, плумбумом, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також пектиновмісні продукти (чорна смородина, агрус, полуниця тощо) використовують у спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

**Методи визначення:**  $\beta$ - і  $\gamma$ -спектрометрія, радіометрія.

### 3.3. Ксенобіотики, що використовуються в рослинництві

Залишки ядохімікатів, які використовуються в сільському господарстві, представляють найбільш значну групу забруднювачів, тому що присутні майже в усіх харчових продуктах рослинного походження. До цієї групи контамінантів входять добрива, пестициди (бактеріоциди, фунгіциди, інсектициди, гербіцидів та ін.), регулятори росту рослин, засоби проти проростання, засоби, що прискорюють дозрівання плодів.

#### 3.3.1. Добрива

Застосування добрив у сільському господарстві має велике значення для управління родючістю ґрунтів, підвищення врожайності та харчової цінності сільськогосподарських культур. Порушення агрохімічних і гігієнічних регламентів застосування добрив призводить до надмірного накопичення їх у ґрунті, рослинах. Вони забруднюють продовольчу сировину та харчові продукти, діючи токсично на організм людини.

**Природа.** Залежно від хімічного складу розрізняють добрива азотні, фосфорні, калійні, вапняні, мікродобрива, бактеріальні, комплексні та ін. Умовно їх можна поділити на мінеральні та органічні.

Азотні добрива. Залежно від форми сполуки азоту існують:

- аміачні – азот присутній у вигляді вільного аміаку (рідкий, водний і безводний);
- амонійні – азот представлений іоном амонію (наприклад, сульфат амонію);
- нітратні – азот перебуває у складі залишку азотної кислоти (натрієва і ка-

льцієва селітри);

- амонійно-нітратні – містять азот в амонійній і нітратної формах (аміачна селітра);

- амідні – представлені сечовиною – амідом карбамінової кислоти, яка перетворюється у ґрунті під впливом уреазі бактерій у вуглекислий амоній.

Азот відіграє важливу роль у життєдіяльності рослин як компонента білків, нуклеїнових кислот, вітамінів, інших біологічно активних речовин.

Нітратна форма добрив в допустимих дозах сприяє утворенню в рослинах аскорбінової кислоти і кальцію, амонійна – фосфору.

Фосфорні добрива розрізняються кількістю оксиду фосфору  $P_2O_5$ . Один з найпоширеніших видів – суперфосфат. Накопичення в ґрунті і рослинах великої кількості  $P_2O_5$  гальмує протікання в них біологічних процесів.

Комплексні добрива. Містять комплекс поживних для рослин елементів (фосфорно-азотні, фосфорно-калійні).

Органічні добрива. Відіграють важливу роль у поліпшенні родючості ґрунтів з низьким вмістом гумусу, а також важких ґрунтів з нетривкою структурою.

**Особливості технологічної обробки.** Порушення гігієнічних правил використання добрив, особливо неорганічної природи, призводить до накопичення великої кількості елементів та їх сполук у ґрунті та сільськогосподарській сировині, створює проблему забруднення харчової продукції. Типовим прикладом може бути проблема нітратів, нітритів і нітрузоамінів при неконтрольованому застосуванні азотних добрив.

**Методи визначення.** За зовнішнім виглядом всі мінеральні добрива поділяють на дві групи: кристалічні та аморфні (порошкоподібні). Кристалічні добрива добре розчинні у воді. Аморфні – слабозчинні або нерозчинні. Належність добрив до тієї чи іншої хімічної групи визначається за допомогою якісних реакцій.

### 3.3.2. Нітрати

Проблеми нітратів у продуктах харчування пов'язані з вкрай низькою культурою землеробства як на колгоспних полях, так і на присадибних ділянках. Бездумне застосування азотних добрив веде до того, що надлишок азоту в ґрунті накопичується у вигляді великих кількостей нітратів у рослинах.

**Природа.** Нітрати – солі азотної кислоти – є джерелом азоту, що має велике значення в житті рослин; широко поширені в природі, вони є нормальними метаболітами будь-якого живого організму, як рослинного, так і тваринного.

Тому «безнітратних» продуктів в природі не існує. В організмі людини в добу утворюється і використовується в обмінних процесах 100 і більше міліграмів нітратів.

Кількість сполук цієї групи велика. Нітрати і нітрити широко поширені в навколишньому середовищі, головним чином в ґрунті і воді, і в тому числі в харчових продуктах. Можуть синтезуватися в організмі людини з попередників. Поряд з нітратами в ґрунті міститься інше мінеральне джерело азоту – амоній. Останній адсорбується ґрунтом та нітрифікується.

**Дія на організм.** При вживанні нітратів у підвищених кількостях вони в травному тракті частково відновлюються до нітритів (за допомогою нітрат-редуктази НАДФН):  $\text{NO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$ . Крім того, з нітритів у присутності амінів можуть утворюватися N-нітрозаміни, що мають канцерогенну активність.

ДДД нітриту – 0,2 мг/кг маси тіла, крім дітей грудного віку. Гостре отруєння відзначається при одноразовій дозі 200–300 мг, летальний результат – при дозі 300–2500 мг. ДДД нітратів – 5 мг/кг маси тіла, ГДК у харчовій воді – 45 мг/л.

Механізм токсичної дії нітритів на організм полягає в їх взаємодії з гемоглобіном крові. ДДД нітриту – 0,2 мг/кг, за винятком дітей грудного віку. Гостре отруєння відзначається при одноразовій дозі – 200–300 мг, летальний результат – 300–2500 мг.

Токсичність нітритів залежить від складу раціону, індивідуальних особливостей організму. Поряд з клінічними проявами інтоксикації (рясне потіння, синюшність шкіри, задишка, запаморочення) хронічний вплив нітритів призводить до зниження вмісту в організмі вітамінів А, Е, С, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>. З цим пов'язують зниження стійкості організму до впливу різних факторів, у тому числі онкогенних.

Нітрати, на відміну від нітритів не володіють вираженою токсичністю. Гострі отруєння спостерігаються у людей при випадковому прийомі 1–4 г нітратів, доза 8–14 г може виявитися смертельною. Головною причиною гострої інтоксикації є відновлення нітратів у нітрити, що може протікати у харчових продуктах або травному каналі.

**Джерело.** Основними джерелами надходження нітратів в організм людини є рослинні продукти (80–90 %), в основному овочі, нітритів – м'ясні продукти (50–60 %). У споживанні цих сполук з добовим харчовим раціоном частка молока і молочних продуктів може скласти не більше 5 %. При тепловій обробці молока вміст нітратів і нітритів підвищується через вивільнення окислів азоту, які окислюються киснем повітря до нітратів.

Основні постачальники нітритів – м'ясні продукти (м'ясні консерви, ковбасні вироби і м'ясокопченості), на частку яких припадає 53–60 % від загального надходження нітритів в організм людини.

**Особливості технологічної обробки.** По здатності накопичувати нітрати овочі та фрукти діляться на 3 групи:

- з високим вмістом (до 5000 мг/кг сирової маси): салат качанний, шпинат, буряк, кріп, кінза, листові капуста, редис, зелена цибуля, кавун;

- з середнім вмістом (300–600 мг/кг): кольорова капуста, кабачки, гарбуз, ріпа, редька, білокачанна капуста, хрін, морква, огірки;

- з низьким вмістом (10–150 мг/кг): брюссельська капуста, горох, щавель, квасоля, картопля, томати, ріпчаста цибуля, фрукти, ягоди.

Накопичення нітратів у рослинах залежить від наступних причин:

- від біологічних особливостей самих рослин та їх сортів. Наприклад, більше нітратів накопичується в редисці сорту «Червоний велетень» у порівнянні з іншими її сортами («Рожевий з білим кінчиком», «Жара» тощо); морква «Нантська» містить нітратів у 2 рази більше, ніж «Шантане»;

- від віку рослин. Молоді рослини містять нітратів більше, ніж старі, на 50–70 % (крім шпинату і вівса). Нітратів більше в ранніх овочах, ніж в пізніх;

- від анатомічної частини рослини. Нітрати концентруються: у капусті – у качані, в огірках і редисці – у поверхневих шарах, в моркві – в центральній частині;

- від часу збору врожаю. Листяні овочі краще збирати у вечірній час, так як вміст нітратів у них на 30–40 % менше, ніж у ранкові години;

- від режиму мінерального живлення рослин. Мікроелементи (особливо молібден) знижують кількість нітратів у редисці і кольоровій капусті; цинк і літій – в картоплі, огірках і кукурудзі. Зменшується вміст нітратів у рослинах і в результаті заміни мінеральних добрив на органічні (гній, торф, тощо), які поступово розкладаються і засвоюються рослинами. Органічні добрива позитивно впливають на капусту, моркву, буряк, петрушку, картоплю, шпинат. Вміст нітратів зростає сильніше при використанні нітратних добрив ( $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), ніж при застосуванні амонійних;

- від факторів навколишнього середовища. Одна з причин підвищеного вмісту нітратів у овочах, вирощених під плівкою або в теплицях – брак світла. Яскрава освітленість, сонячне світло сприяють асиміляції азоту, що в підсумку призводить до зниження нітратів у рослинах. У теплицях вміст нітратів у рослинах може збільшуватися більш ніж в 10 разів порівняно з рослинами відкритого ґрунту, наприклад, в парникової зелені. Наявність нітратів у рослинах в



значній мірі залежить від температури (підвищення температури, як правило, сприяє зниженню їх вмісту) та від вологості (при збільшенні вологості їх кількість збільшується). При вологому і холодному літі вміст нітратів збільшується в 2,5 рази;

- від умов зберігання овочів. Вміст нітратів у харчових продуктах може зростати в міру їх зберігання. Крім того, в процесі зберігання свіжих овочів, особливо при кімнатній температурі, можливе перетворення нітратів у нітрити. Це пов'язано з розвитком мікрофлори, здатної відновлювати нітрити (багато представників лактобацил, *E.coli*, деякі види стрептококів та ін.) У цьому зв'язку свіжий сік дітям рекомендується вживати протягом однієї години після його приготування;

- від властивостей ґрунту. Чим багатший гумусом і загальним азотом ґрунт, тим більше нітратів накопичується в коренеплодах;

- від району вирощування. В овочів, вирощених поблизу підприємств, промислові викиди яких включають оксиди азоту, аміак, пил, азотовмісні добрива, сечовину, нітрати в основному надходять в рослини через листя.

Знизити їх кількість в овочах можна внесенням у ґрунт фосфорних і калійних добрив.

**Технологічні способи зниження вмісту.** При промисловому виробництві продуктів харчування з овочів слід враховувати їх вид і сорт. Перевагу доцільно віддавати тим сортам, які володіють меншою здатністю акумулювати нітрати. Для рослин, у яких здатність накопичувати нітрати особливо сильно виражена, наприклад листової зелені, кольрабі, редису, необхідно переглянути агротехніку.

Бажано обмежувати розпушування ґрунту при вирощуванні овочів під плівкою, що може сприяти підвищенню вмісту нітратів в овочах. Слід правильно вибирати ділянки для вирощування овочів, виключаючи затінені місця. Збір врожаю бажано проводити в другій половині дня.

У консервованих овочах, що мають здатність акумулювати нітрати (пюре зі шпинату швидкозаморожене) можливе відновлення нітратів у нітрити при зберіганні розмороженої продукції або повторному нагріванні.

При виробництві м'ясо-овочевих консервів необхідною умовою безпеки є запобігання комбінування нітрофільних овочів з копченостями.

При кулінарній обробці сировини кількість нітратів знижується: при очищенні, мийці, вимочуванні – на 5–15 %, варінні – на 80 % (у капусті – на 58 %, столовому буряку – на 20 %, картоплі – на 40 %) у зв'язку з переходом у відвар нітратів, інактивацією ферментів, які відновлюють нітрати в нітрити.

При більш жорсткій тепловій обробці нітрати руйнуються з утворенням оксидів азоту і кисню.

При консервуванні овочів, особливо огірків, капусти, вміст нітратів зменшується на 20–25 %, так як вони йдуть у розсол і маринад, які тому не використовують. При квашенні капусти кількість нітратів зменшується в 2,3 рази, при маринуванні в 2,1 рази.

Для зниження кількості нітратів в старих бульбах картоплі її слід залити 1 %-м розчином кухонної солі.

У зв'язку з тим, що нітрати концентруються в шкірці овочів і плодів (особливо огірки і кабачки), їх треба очищати повністю від шкірки, а у прямих трав слід використовувати тільки листя, а не стебла. У патисонів, кабачків і баклажанів необхідно зрізати верхню частину, яка примикає до плодоніжки.

Зберігати свіжі овочі і плоди слід в охолоджуваному місці, оскільки при температурі 2°C неможливе перетворення нітратів у нітриту. При підвищеній температурі зберігання відбувається мікробіологічне відновлення нітратів під дією ферменту нітратредуктази, у зв'язку з чим небезпечно зберігати овочеві страви тривалий час.

Для зменшення вмісту нітратів в організмі людини необхідно вводити в раціон продукти, багаті вітамінами С і Е, які знижують їх шкідливий вплив. Тому салати, закуски, страви зі свіжих овочів і фруктів рекомендується готувати безпосередньо перед їх вживанням, так як при зберіганні їх протягом 6 годин у подрібненому вигляді втрачається більше 50 % вітаміну С.

Необхідно суворо контролювати кількість нітратів і нітритів, введених в якості харчових добавок при виробництві м'ясопродуктів для додання їм характерного кольору. При введенні в ковбасний фарш, шинкові вироби, солоні м'ясопродукти вони взаємодіють з пігментним барвником м'яса (міоглобіном), в результаті чого утворюється нітрогемокромоген, який і додає м'ясним виробам яскраво-рожевий колір. Колір м'яса стає яскраво-червоним завдяки пігменту оксиміоглобіну при насиченні міоглобіну киснем.

Допускається вміст нітритів у харчових продуктах до 50 мг/кг, в солонині з яловичини і баранини – 200 мг/кг, в експортованих – до 30 мг/кг. Для забезпечення зазначених нормативів нітриту використовують в таких кількостях: засолка яловичини, баранини, конини – 0,1–0,12 % від маси розсолу, для свинини – 0,06–0,08%, в ковбасних виробках – 0,003–0,005 % від маси м'яса.

Утворені азотисті сполуки окислюються до іонів нітратів і концентруються в продуктах  $\gamma$ -опроміненні, яке застосовують з метою стерилізації і збільшення тривалості зберігання.

Вміст нітратів у харчових продуктах може зростати в міру їх зберігання. Це пов'язано з розвитком мікрофлори, здатної відновлювати нітрати. Відновлювальними властивостями володіють багато представників лактобацил, деякі види стрептококів, картопляна паличка, інші мікроорганізми.

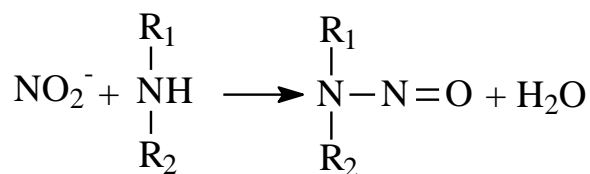
**Методи визначення.** Прямі методи засновані на фізико-хімічних властивостях нітратів, таких як адсорбція в ультрафіолетовій області спектра; відновлення при певній величині потенціалу (полярографія і полярографічна кулонометрія); активність іонів  $\text{NO}_3$  в розчині. Непрямі методи засновані на окислювальному нітруванні (окисленні органічних сполук (наприклад, діфеніламіну); окисленні ароматичних сполук (наприклад, хромотропової і саліцилової кислот) або їх нітрування; нітрування заміщених сполук фенольного типу); перетворенні нітратів в нітрити (хімічним або мікробіологічним шляхом) і їх визначення фотометричним методом; перетворенні нітратів в аміак з подальшою його відгонкою і визначенням титриметричним методом.

При виборі методу визначення нітратів необхідно враховувати їх вміст в уже згадуваному матеріалі, наявність речовин, що заважають визначенні. Важливо також звертати увагу на тривалість аналізу, необхідна точність визначення.

### 3.2.2. Нітрозосполуки

Нітрозосполуки – це хімічні сполуки, що мають одну або декілька нітрозогруп ( $-\text{N}=\text{O}$ ), зв'язаних з атомами вуглецю.

**Природа.** Схема утворення нітрозосполук може бути представлена наступним чином:



До найбільш вивчених нітрозосполук, що проявляють канцерогенну активність, відносяться *N*-нітрозодиметиламін, *N*-нітрозодиетиламін, *N*-метил-*N*-нітрозогуанідин, нітрозодиметилсечовина.

Характерною особливістю нітрозосполук є можливість їх ендogenous синтезу з вторинних та третинних амінів та нітратів. Ендogenous синтез нітрозосполук відбувається з попередників (нітритів, нітратів, амінів та амідів), що надходять у їжу людини та тварин у вигляді консервантів або у складі рослинних продуктів. Нітрати можуть накопичуватись у рослинах у результаті застосуван-

ня надлишкової кількості добрив, що забруднюють ґрунт та водойми. Джерелом амінів є білкові продукти харчування, вони є в овочах, чаї, хлібі, у деяких лікувальних препаратах. Висока забрудненість нітрозосполуками косметичних засобів, порошків та розчинів для миття посуду та чистки поверхонь.

**Дія на організм.** Вони відносяться до найбільш небезпечних канцерогенів, що викликають злоякісні пухлини печінки, легень, нирок, травного тракту.

В Україні вміст нітрузоамінів в харчових продуктах регулюють "Державні санітарні правила і норми захисту продовольчої сировини та продуктів харчування від забруднення нітрузоамінами". Згідно з цим документом, вміст нітрузоамінів в харчових продуктах не повинен перевищувати допустимих рівнів.

**Джерело.** Нітрузосполуки утворюються при виробництві гуми, азобарвників та риб'ячої муки, а також у процесі приготування смаженої їжі. Ряд нітрузосполук є продуктами метаболізму вищих та нижчих рослин. Вони можуть утворюватися у повітрі на поверхні частинок аерозолу, а також на поверхні епітелію дихальних шляхів з оксидів азоту та летючих амінів. В утворенні нітрузосполук приймають участь і мікроорганізми, що забезпечують кругообіг азоту у атмосфері, а також представники ендогенних мікробів – деякі штами *Escherichia coli* та ентерококів.

Основним джерелом забруднення ґрунту є промислові та побутові стічні води і добрива. Серед останніх найбільш небезпечними є різноманітні комбінації мінеральних добрив та пестицидів, а також забруднення типу формальдегідів та фенольних сполук. Надлишкове незбалансоване застосування мінеральних добрив (зокрема азотних) призводить до зростання забруднення рослинних продуктів нітрузосполуками, та їх попередниками. Відмічено збільшення вмісту нітратів у круп'яних та зернових продуктах по мірі збільшення строку та у залежності від умов зберігання. Забрудненість харчових продуктів тваринного походження, як правило, обумовлене умовами їх технологічної обробки.

Ендогенному утворенню нітрузосполук можуть сприяти паління цигарок, окиснення амонію, а також мікрофлора шлунково-кишкового тракту.

**Особливості технологічної обробки.** Вітамін С, β-токоферол і окремі харчові феноли гальмують утворення нітрузосполук. Додавання кухонної солі та аскорбата натрію дещо зменшує кількість нітрузоамінів у м'ясних продуктах. Найбільш сильним інгібітором нітрузування вважають вітамін С, механізм дії якого нез'ясований. Вітамін С гальмує реакцію утворення нітрузоамінів у тому випадку, коли його співвідношення з нітритами дорівнює 2:1. Здатність до детоксикації нітратів і нітритів внаслідок їх відновлення виявлена у каротина. Такі вітаміни, як фолат, вікасол, вітамін Р, мають здатність зв'язувати нітрити.

### **Технологічні способи зниження вмісту:**

- вживання більшої кількості інгібіторів утворення нітрузоамінів (танін, вітаміни А, РР, В<sub>2</sub>, В<sub>1</sub>, цистеїн, феноли, кофеїн, глюкоза, глютамін);
- заміна або відмова від використання нітритів в ковбасному виробництві та м'ясних консервах;
- заміна коптіння димом на оброблення коптільними препаратами. Відомо, що феноли коптільної рідини гальмують утворення нітрузоамінів;
- оброблення м'ясної продукції ультрафіолетовими променями;
- проведення термічного оброблення харчових продуктів з одночасним вакуумуванням;
- зменшення терміну зберігання харчових продуктів, багатих на попередники нітрузоамінів;
- готування продуктів у відкритому посуді, оскільки, в цьому випадку, легкі нітрузоаміни видаляються;
- додавання білкових добавок рослинного походження до м'ясних продуктів.

**Методи визначення:** хемілюмінісцентний метод, хромато-мас-спектрометрія и високоефективна рідинна хроматографія.

### **3.3.3. Пестициди**

Щорічно половину світових запасів продовольства пошкоджують комахи, цвілеві гриби, гризуни, птахи та інші шкідники. Необхідність боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур ні в кого не викликає сумнівів, але проблема полягає в тому, як боротися з ними, не заподіявши шкоди людині та навколишньому середовищу. Однак, незважаючи на наявні альтернативні методи боротьби з шкідниками і хворобами рослин і тварин, бур'яновими рослинами, шкідниками сільськогосподарської продукції, для регулювання росту рослин, передзбирального видалення листя і підсушування рослин, у всіх країнах широко застосовуються пестициди. Це хімічні речовини, які використовуються як засоби боротьби з шкідливими, з точки зору економіки та охорони здоров'я, мікроорганізмами, рослинами та тваринами (лат. *pestis* – зараза та *cuedere* – вбивати).

**Природа.** Пестициди відносяться до інгібіторів (отрутикам) ферментів (біологічних каталізаторів). Під дією пестицидів частина біологічних реакцій перестає протікати, і це дозволяє боротися з хворобами (антибіотики), довше зберігати їжу (консерванти), знищувати комах (інсектициди), знищувати бур'я-

ни (гербициди).

Пестициди підрозділяються на багато груп, зокрема, за хімічним складом: неорганічні і органічні. У свою чергу органічні пестициди поділяються на хлорорганічні (рис. 13, 14), фосфорорганічні, металоорганічні, алкалоїди (зокрема нікотинові похідні і неонікотиноїди).

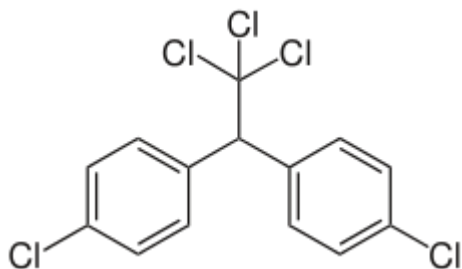


Рис. 13. Трихлорметил-ді-(п-хлорфеніл)-метан

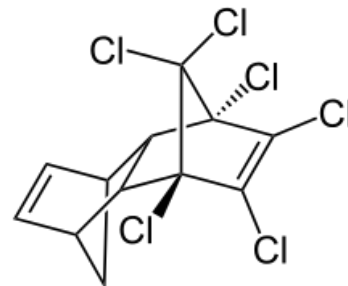


Рис. 14. Альдрин

За призначенням пестициди поділяються на:

- акарициди (для знищення кліщів, шкідливих для сільськогосподарських рослин і тварин),
- бактерициди (для знищення бактерій),
- гербициди (для знищення бур'янів),
- інсектициди (для знищення шкідливих комах),
- молюскоциди (для знищення молюсків),
- нематоциди (для знищення шкідливих для сільськогосподарських рослин нематод),
- родентициди (для знищення гризунів),
- регулятори росту рослин,
- фунгіциди (для знищення або попередження розвитку патогенних грибів і бактерій).

Зараз ухвалено класифікацію пестицидів за такими параметрами:

- за токсичністю, при одноразовому надходженні до шлунково-кишкового тракту людини, пестициди поділяють на надтоксичні речовини (ЛД<sub>50</sub> до 50 мг/кг), високотоксичні (ЛД<sub>50</sub> від 50 до 200 мг/кг), середньотоксичні (ЛД<sub>50</sub> від 200 до 1000 мг/кг), низькотоксичні (ЛД<sub>50</sub> більше 1000 мг/кг).

- за кумулятивними властивостями, пестициди розподіляють на речовини, які володіють надакумуляцією (коефіцієнт кумуляції менше 1), помірною кумуляцією (коефіцієнт кумуляції від 3 до 5), слабо вираженою кумуляцією (коефіцієнт кумуляції більше 5). Коефіцієнт кумуляції – це відношення сумарної дози препарату, яка спричиняє загибель 50 % піддослідних тварин при багато-

разовому введенні, до дози, яка спричиняє загибель 50 % тварин, при одноразовому введенні.

- за стійкістю, пестициди поділяють на дуже стійкі (час розкладання на нетоксичні компоненти більше 2-х років), стійкі (від 0,5 до одного року), помірно стійкі (від 1 до 6 місяців), малостійкі (1 місяць).

**Дія на організм.** Деякі з них здатні надавати канцерогенну та мутагенну дію. Існує потенційна небезпека від впливу пестицидів як можливих сенсibiliзаторів і алергенів. Попадання залишкових кількостей пестицидів в їжу призводить до виникнення хронічних харчових отруєнь та віддалено негативних наслідків для здоров'я людей.

Дія хлорорганічних сполук та їх метаболітів на організм людини характеризується ураженням центральної нервової системи, печінки, нирок, ендокринної та серцево-судинної систем. Механізми дії хлорорганічних препаратів, переважно, пов'язані із блокуванням дихальних ферментів клітин. Під час гострих отруєнь, основна симптоматика виявляється з боку нервової системи.

Токсичність фосфорорганічних сполук зумовлена тим, що вони пригнічують діяльність ряду ферментів і, при цьому, у крові, накопичується ацетилхолін (приймає участь у передачі нервового збудження). Це призводить до порушення функцій центральної нервової та серцево-судинної систем.

Пестициди, що надходять в організм з їжею, піддаються біотрансформації. Це ускладнює їх виявлення і ускладнює розкриття механізмів впливу на людину. Крім того, проміжні продукти біотрансформації ксенобіотиків можуть бути більш токсичними, ніж первинний ксенобіотик. Тому велике значення набуває небезпека віддалених наслідків.

Захист людини від шкідливого впливу пестицидів забезпечується бар'єром гігієнічних нормативів і регламентів, але при їх недотриманні можуть виникати гострі і хронічні отруєння.

**Джерело:** В організм людини пестициди надходять як через технологічно необроблені сировинні продукти, так і через продукцію, що пройшла глибоку технологічну переробку з впливом фізичних факторів (консерви, ковбаси, молочні продукти, хлібобулочні вироби).

Пестицидами можуть забруднюватися як продукти рослинництва, так і продукти тваринного походження. Ці шкідливі хімічні сполуки потрапляють і накопичуються в харчових продуктах по ходу як біологічного, так і харчового ланцюга, що включає всі етапи сільськогосподарського та промислового виробництва продовольчої сировини і харчових продуктів, зберігання, упакування і маркування. Накопичення їх в продовольчій сировині та харчових продуктах в

межах вище допустимого рівня пов'язане головним чином з техногенним забрудненням навколишнього середовища, низькою агротехнічною культурою і порушенням агрохімічних технологій. Провідну роль у забрудненні продуктів харчування пестицидами грають фактори, безпосередньо пов'язані з їх застосуванням; немаловажну роль відіграють умови, тривалість зберігання і регламенти технологічної переробки продуктів. Однак у 80–96 % випадків встановити причини забруднення продуктів пестицидами практично неможливо.

Рослинні продукти інтенсивно забруднюються пестицидами, головним чином при неправильному їх застосуванні: при недотриманні установлених термінів обробки, норм витрат препаратів, кратності обробки продовольчих, фуражних і технічних культур. У деяких випадках при порушенні правил зберігання протравлених пестицидами насіння вони можуть змішатися з продовольчим або фуражним зерном і таким чином бути використаними для харчових або кормових цілей.

Рослини, за ступенем накопичення залишків хлорорганічних пестицидів у продуктивних органах, розташовуються у наступному порядку: морква > петрушка > картопля > буряк > багаторічні трави > томати > кукурудза > капуста. При цьому, головним чином, вони накопичуються в шкірці (на поверхні), а, в меншій кількості, у бадиллі і мінімально у м'якоті.

Для запобігання подібних випадків необхідно дотримуватися вимог безпеки при передпосівній обробці насіння, їх зберіганні, транспортуванні та висіві, представлені в СанПіН. Протруюванню підлягають насіння, доведені до посівних кондицій.

Продукти тваринництва і птахівництва забруднюються пестицидами внаслідок вмісту їх у кормах і при порушенні правил обробки сільськогосподарських тварин і курей.

Відповідно до правил застосування пестицидів у тваринництві (СанПіН 1.2.1077–01) для обробки сільськогосподарських тварин, птахів і приміщень для їх утримання повинні застосовуватися тільки пестициди, включені в каталог, з дотриманням встановлених регламентів.

**Особливості технологічної обробки.** У рослинах, змінюючи протягом певного часу фізіолого-біохімічні процеси, пестициди стимулюють або пригнічують синтез ряду нутрієнтів і перерозподілу їх між окремими органами рослин. Внаслідок цього можуть змінюватися органолептичні властивості продуктів (зміна інтенсивності забарвлення, ослаблення аромату і т. п.), знижуватися харчова цінність отриманої продукції. Так, наприклад, під впливом фосфорорганічних пестицидів в плодово-ягідних і овочевих культурах (яблука, виноград, чо-



рна смородина, картопля, морква, томати та ін.), зерні хлібних злаків, молоці, яйцях курей може змінюватися амінокислотний, вітамінний, мінеральний і вуглеводний склад, що призводить до порушення оптимальних відносин між ними і засвоюваності продуктів. Пестициди можуть впливати не тільки на харчову цінність, а й на технологічну якість харчової продукції. Під впливом тих же фосфорорганічних пестицидів знижується гідратація клейковини а, отже, здатність її до набухання, змінюються хлібопекарські властивості пшениці, зменшується об'ємний вихід хліба та припік.

**Методи визначення:** хроматографія у тонкому шарі, мас-спектрометрія. Часто використовують мікрокількісні хімічні реакції з пестицидами, що призводять до їх розпаду, приєднання або утворення продуктів конденсації, які потім знову піддають хроматографічному аналізу.

Багато пестицидів чутливі до розкладання або трансформації ферментами. На відміну від звичайних хімічних реакцій ці процеси дуже специфічні і в основному складаються з окислення, гідролізу або деалкилювання. Продукти переробки мають відрізняються від вихідної сполуки хроматографічними характеристиками і можуть бути використані з метою підтвердження при порівнянні з продуктами реакції, отриманими зі стандартними пестицидами.

### **3.4. Контамінанти, що застосовуються в тваринництві**

У продовольчій сировині та продуктах харчування тваринного походження, особливо промислового виробництва, можуть зустрічатись, як забруднювачі – антибіотики, сульфаніламід, нітрофуран та гормональні препарати. Ці сполуки використовуються для підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин, профілактики захворювань або збереження кормів.

#### **3.4.1. Антибіотики, сульфаніламід, нітрофуран**

Антибіотиками називають речовини, які продукуються переважно мікроорганізмами, а також деякими рослинами та клітинами тварин, у процесі їх життєдіяльності, і, які володіють здатністю здійснювати вибірково бактеріостатичну або бактерицидну дію на мікроорганізми. Основою дії антибіотиків є явище антибіозу, коли одні мікроорганізми виділяють у навколишнє середовище різні речовини, які здатні пригноблювати ріст та розмноження інших мікроорганізмів.

**Природа.** Звичайно, антибіотики класифікують за хімічною природою:

- антибіотики аліциклическої будови (група тетрациклінів) (рис. 15);
- антибіотики ароматичного ряду (група левоміцитину) (рис. 16);
- антибіотики гетероциклическої структури (пеніциліни, цефалоспорини тощо);
- антибіотики-глікозиди, а саме – стрептоміцини; антибіотики-аміноглікозиди (неоміцини, гентаміцини тощо);
- антибіотики-поліпептиди – граміцидини, поліміксини тощо;
- антибіотики, які мають протипухлинну дію (антрацикліни, актиноміцини тощо).

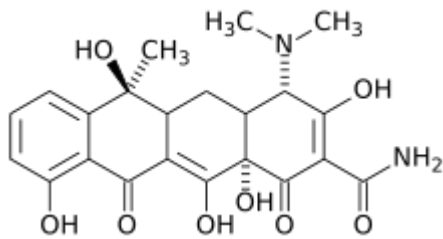


Рис. 15. Тетрациклін

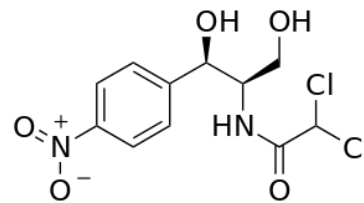


Рис. 16. Хлорамфеникол (левоміцетин)

Антибіотики, які зустрічаються у харчових продуктах, можуть бути різного походження:

- 1) природні антибіотики;
- 2) антибіотики, що утворюються в результаті виробництва харчових продуктів;
- 3) антибіотики, що потрапляють у харчові продукти в результаті лікувально-ветеринарних заходів;
- 4) антибіотики, що потрапляють у харчові продукти при використанні їх як біостимуляторів;
- 5) антибіотики як консервуючі речовини.

До першої групи належать природні компоненти деяких продуктів з вираженою антибіотичною дією. Наприклад, яєчний білок, молоко, мед, цибуля, часник, фрукти, прянощі містять природні антибіотики. Ці речовини можуть бути виділені, очищені і використані для консервування харчових продуктів та для лікувальних цілей.

До другої групи належать речовини з антибіотичною дією, що виникають при ферментативних процесах. Наприклад, при ферментації деяких видів сирів.

Третя група – антибіотики, що потрапляють у харчові продукти в результаті лікувально-ветеринарних заходів. В даний час близько половини вироблених у світі антибіотиків застосовуються у тваринництві.

Антибіотики здатні переходити в м'ясо тварин, яйця птахів, інші продукти

і надавати токсичну дію на організм людини. Особливе значення має забруднення молока пеніциліном, який дуже широко використовується для терапевтичних цілей у боротьбі з стафілококовою інфекцією.

Четверта група – антибіотики-біостимулятори, які додають в корм для поліпшення засвоюваності кормів і стимуляції росту. При цьому поліпшується баланс азоту і вирівнюється дефіцит вітамінів групи В. У якості біостимуляторів найчастіше використовують хлортетрациклін і окситетрациклін.

Дія антибіотиків полягає не в прямій стимуляції росту, а в зниженні різних факторів, що перешкоджають зростанню, наприклад, у придушенні бактерій, що заважають засвоєнню кормів.

До п'ятої групи належать антибіотики-консерванти, які додають у харчові продукти для попередження їх псування. З цією метою, як показали дослідження, найбільш прийнятні антибіотики з групи тетрациклінів (хлортетрациклін, тетраміцин). Крім того, пропонується використовувати пеніцилін, стрептоміцин, левоміцетин, граміцидін при наступних видах переробки:

- зрошення або занурення м'яса в розчин антибіотика;
- ін'єкції (внутрішньовенні і внутрішньом'язові);
- використання льоду, що містить антибіотик, при транспортуванні і зберіганні (використовується в основному для рибної продукції). При цьому рибу опускають в розчин антибіотика (50 мг/л), або зберігають в льоді з антибіотиком (5 мг/кг); додавання розчинів антибіотиків до різних харчових продуктів (молоко, сир, овочеві консерви, соки, пиво);
- обприскування свіжих овочів.

**Дія на організм.** Алергічні реакції – найбільш частий прояв побічної дії антибіотиків. Ці реакції спостерігаються при застосуванні практично всіх антибіотиків. Проте, найчастіше вони виникають при застосуванні антибіотиків групи пеніциліну.

Ускладнення, які пов'язані з специфічною антимікробною дією антибіотиків, відбуваються в результаті порушення гомеостазу організму людини. З цим пов'язані: і. поява дисбактеріозів і порушення вітамінного балансу організму; іі. вторинні інфекції, що викликаються резистентними до антибіотиків формами збудників.

Швидкий ріст молодих тварин, який зумовлений антибіотиками у вигляді добавки до кормів, є встановленим фактом. Антибіотики стимулюють окремі біохімічні процеси в організмі тварин, що призводить до поліпшення їх загального стану, прискорення росту, підвищення продуктивності, активації захисних реакцій. Саме тому, антибіотики використовують не тільки для лікування і

профілактики багатьох інфекційних хвороб, але і для стимулювання росту і відгодівлі тварин, підвищення їх продуктивності. У ряді випадків, міцеліальні препарати та кормові антибіотики мають більшу ефективність, ніж хімічно чисті антибіотики. Проте, встановлений факт наявності у м'ясі їх залишкових кількостей після вживання препаратів тваринами та птицею.

**Особливості технологічної обробки.** Залишки антибіотиків у молоці пригнічують процеси дозрівання сиру, ведуть до втрати його аромату. При цьому, надмірно розмножуються дріжджові гриби, з'являється солодкувато-гнильний смак, підвищується крихкість дозрілого сиру.

При пастеризації молока, руйнується всього 6–28 % антибіотиків. Молоко, в якому виявлені антибіотики, звичайно, використовують тільки після кип'ятіння або пастеризації та лише для згодовування тваринам.

У більшості розвинутих країн світу (США, Німеччина, Франція тощо), як ростостимулюючі препарати, дозволено використовувати тільки антибіотики немедичного призначення, які не використовуються у ветеринарній практиці, як лікувальні та профілактичні засоби.

Згідно з існуючим офіційним «Переліком продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні» (затверджений 01.02.2005 № 28) на вміст антибіотиків обов'язкової сертифікації підлягають також такі види харчової продукції та продовольчої сировини: суміші на основі сухого молока, призначені для дитячого та дієтичного харчування; консерви м'ясні для дитячого харчування; продукти молочні сухі, продукти молочні згущені; сири сичужні; масло вершкове, вершково – рослинне.

Для зменшення числа побічних реакцій, що викликаються антибіотичними речовинами, необхідно суворо дотримуватися принципів раціонального застосування антибіотиків, жорсткого контролю антибіотичних препаратів у продуктах харчування, по можливості, замінювати препарати, що володіють токсичною дією, на менш токсичні.

Раціональна та безпечна антибіотикотерапія тварин, провадження раціональної ветеринарії передбачає всебічний облік властивостей вживаних антибіотичних речовин, особливостей мікроорганізму, який викликає захворювання та організму хворого тощо.

**Методи визначення.** Антибіотики входять в групи інгібуючих речовин поряд з хімічними інгібіторами мікробіологічних процесів. Розвиток методів контролю інгібуючих речовин тісно пов'язане з їх застосуванням для встановлення фальсифікації харчових продуктів. Методи визначення вмісту інгібуючих речовин розділяються на мікробіологічні, імунологічні, хімічні та фізико-

хімічні.

Для визначення антибіотиків у молочній промисловості знайшли застосування імунологічні та мікробіологічні тести виробництва датської компанії «Християн Хансен», «Beta Star®», «Tetra Star®», «Beta Star® Combo», «Coran Test®». Це експрес-тести, засновані на аналізі специфічних рецепторів β-лактамів: білків, пов'язаних з частинками золота. Для проведення одного визначення потрібно 5 хвилин. Експрес-тести зручні і прості в застосуванні, не вимагають додаткового обладнання або пристрою, що зчитує, дозволяють проводити аналіз в польових умовах. Тестові смужки з результатами аналізу довго зберігаються і можуть бути використані для порівняльної оцінки визначень досить тривалий термін.

Широке застосування у виробництві знайшли також мікробіологічні методи, засновані на безпосередньому біологічному дію антибіотиків на чутливі штамми мікроорганізмів. Вміст антибіотиків виявляють при їх дифузії в агар за величиною гальмування зростання різних тест-культур, внесених в поживні середовища. Мікробіологічний тест «Coran Test®» – включає спори *Bacillus stearothermophilus calidolactis*, з високою чутливістю визначає антибіотики групи β-лактамів, тетрацикліну, аміноглікозидів, макролідів і інших антибіотиків. Можливість визначення повного спектру антибіотиків в молоці, порівняно невисока вартість, великий термін зберігання і простота у використанні забезпечили тесту широке застосування на підприємствах молочної промисловості, а також у ветеринарних лабораторіях, що видають ветеринарне свідоцтво і здійснюють державний контроль заготовленого молока.

Для швидкого визначення в молоці β-лактамічних антибіотиків (пеніциліну, ампіциліну та ін.) Застосовується також ферментативний колориметричний тест Penzym-100. Тест містить ензим ДД-карбоксилазу, яка гідролізує синтетичні субстрати типу R-D- Ala-D-Ala, і яка в той же час швидко реагує з антибіотиками β-лактамічного типу з утворенням забарвленого комплексу.

Новий варіант імуноферментного аналізу за допомогою амперометричного імуносенсора запропонований для визначення аміноглікозидного антибіотика гентаміцину. Імуноферментний сенсор включає спільно іммобілізовані фермент холінестерази і антитіла проти гентаміцину.

Для визначення залишкових кількостей антибіотиків стрептоміцину і дигідрострептоміцину в пробах цільного молока, меду, нирках і м'ясі свиней застосований оптичний імунологічний метод, заснований на інгібуванні ефекту поверхневого резонансу.

Ряд методів виявлення антибіотиків у молоці заснований на відновленні

барвників резазуріну або метиленового синього при розвитку в молоці чутливих до антибіотиків мікроорганізмів виду *Streptococcus thermophilus*.

При аналізі харчових продуктів на антибіотики також можуть використовуватися люмінесцентні, електрохімічні та хроматографічні методи.

**Сульфаніламід.** Антимікробна дія сульфаніламідів менш ефективно, чим дія антибіотиків, але вони більш дешеві й більш доступні для боротьби з інфекційними захворюваннями тварин. Сульфаніламід може накопичуватися в організмі тварин та домашніх птахів і забруднювати м'ясо, молоко, яйця.

Найчастіше виявляються наступні сульфаніламід: сульфадиметоксин, сульфаметозин. Припустимий рівень забруднення м'ясних продуктів препаратами цього класу – менш 0,1 мг/кг, молока й молочних продуктів – 0,01 мг/кг.

**Нітрофуран.** Найбільшу антибактеріальну активність проявляють 2-заміщені фурани. Вважається, що залишки цих лікарських препаратів не повинні знаходитись в їжі людини. У зв'язку із цим відсутні ПДК цих препаратів. Однак є дані про забруднення продуктів тваринництва такими препаратами, як фуразолідон, нітрофуран, нітрофазол.

### 3.4.2. Гормональні препарати

Це лікарські засоби, які містять гормони або гормоноїди, які проявляють фармакологічні ефекти подібно гормонам.

**Природа.** За хімічною будовою гормони ділять на три класи: стероїди; пептиди; аміни. Нижче наведений поширені гормональні препарати, що застосовуються в тваринництві.

Транквілізатори ( азаперон (рис. 17) та азаперол) – мають транквілізуючу дію, зменшують моторну діяльність нейронів, інгібують катехоламіни та понижують артеріальний кров'яний тиск.

$\beta$ -Аденоцептори-блокатори включають каразолол (рис. 18). Він є неспецифічним  $\beta$ -адренолітиком, що в основному вживається для попередження раптової загибелі свиней через стрес при транспортуванні.

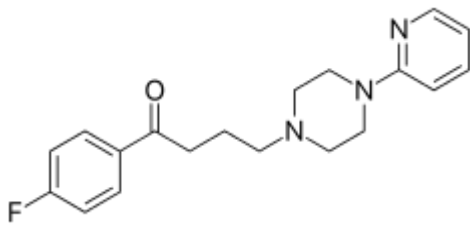


Рис. 17. Азаперон

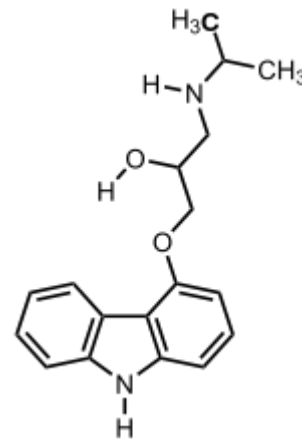


Рис. 18. Каразолол

**Дія на організм.** Гормональні препарати використовуються для стимуляції росту тварин, поліпшення засвоєння кормів, прискорення статевого дозрівання тощо. Частина гормональних препаратів має виражену анаболічну активність.

Комітет експертів прийшов до висновку, що люди, страждаючі хронічним бронхітом або астмою, дуже чутливі до дії каразололу. Слід відмітити, що дана група складає значну частину загального населення.

**Особливості технологічної обробки.** Створено багато гормональних препаратів, які за аналогічною дією переважають природні гормони більш, ніж у 100 разів. Багато синтетичних гормональних препаратів виявились більш стійкими, ніж природні. Вони погано метаболізуються і накопичуються в організмі тварин у великій кількості. Вони стабільні при приготуванні їжі, здатні спричинити небажаний дисбаланс в обміні речовин і фізіологічних функціях організму людини. Використання гормональних препаратів та інших біокаталізаторів вимагає додаткових гігієнічних досліджень відносно їх токсикології, накопичення в клітинах і тканинах організму.

**Методи визначення.** Для аналітичного визначення залишків гормональних препаратів використовують дві основні групи методів: хроматографічні (тонкошарова хроматографія – ТШХ; високоефективна рідинна хроматографія – ВЕРХ; рідинна хроматографія з мас-спектрофотометричним детектуванням – ЖХМС; газова хроматографія з мас-спектрофотометричним закінченням – ГХМС) і сучасні імунні методи (імуноферментний метод – ELISA і радіоімунний метод – RIA).

## *Питання з теми*

1. Які ви знаєте основні шляхи забруднення продуктів харчування і продовольчої сировини?
2. Як класифікують забруднювачі харчових продуктів?
3. Як потрапляють ксенобіотики із навколишнього середовища в організм людини? Наведіть приклади найбільш небезпечних ксенобіотиків.
4. Які ви знаєте мікробіологічні показники безпеки харчової продукції?
5. Охарактеризуйте санітарно-показникові мікроорганізми.
6. Охарактеризуйте умовно-патогенні та патогенні мікроорганізми. Що таке патогенність, вірулентність?
7. Поясніть значення терміну «токсиноутворення».
8. Які патогенні мікроорганізми викликають харчові інфекції та інтоксикації?
8. Які існують мікроорганізми псування харчових продуктів і в чому полягає їх небезпека?
9. Забруднення харчових продуктів мікотоксинами.
10. Як змінюються органолептичні властивості продукту при ураженні його токсикоінфекціями?
11. Заходи та прийоми для первинного, вторинного та третинного запобігання ураження токсинами сировини та продукції.
12. Процеси акумуляції хімічних речовин водними та наземними живими організмами.
13. Ефекти антагонізму та синергізму мікроорганізмів.
14. Що визначають показники ГДК, ДДД та ДДП?
15. Поясніть термін «важкі метали».
16. Якими факторами обумовлено забруднення навколишнього середовища токсичними металами?
17. Дайте кратку характеристику основним токсичним металам, вміст яких нормується у харчових продуктах.
18. Назвіть джерела поліциклічних ароматичних вуглеводнів.
19. Опишіть клінічну картину гострого отруєння діоксинами.
20. Що таке радіонукліди? Яку дію на організм вони чинять?
21. Позитивні та негативні сторони використання добрив у сільському господарстві.
22. Класифікація добрив за хімічним складом
23. Як класифікують пестициди? Який їх негативний вплив на організм



людини? Шляхи контамінації харчових продуктів пестицидними препаратами?

24. У чому полягає механізм токсичної дії нітритів на організм людини?

Від яких факторів залежить токсичність нітритів?

25. Чи вся рослинна сировина має однакову здатність накопичувати нітрати під час росту?

26. Перерахуйте причини, що сприяють накопиченню нітратів у рослинах.

27. Які умови зберігання сировини і готової продукції необхідно дотримуватися для зниження вмісту нітратів?

28. Які продукти необхідно вводити в раціон для зниження нітратів в організмі людини?

29. Яким чином в Україні регулюють вміст нітросоамінів у харчових продуктах?

30. Технологічні способи зниження вмісту нітросполук у харчових продуктах.

31. Класифікація антибіотиків за хімічною будовою

32. Як впливають на організм людини антибіотики, сульфаніламід, нітрофуран і гормональні препарати?

33. Які види харчової продукції підлягають обов'язковій сертифікації на вміст антибіотиків?

## ГЛАВА 4. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ

Відповідно до визначення ВООЗ, під харчовими добавками розуміють хімічні речовини та природні сполуки, які самі по собі не вживаються в їжу, а додаються до неї для поліпшення якості сировини та готової продукції. До харчових добавок не відносять сполуки, що підвищують харчову цінність продуктів харчування, наприклад, вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти.

Харчові добавки вносяться до продуктів харчування на різних етапах технологічної переробки. Важливо, щоб внесені добавки не змінювали поживних властивостей продуктів харчування. Харчові добавки можуть залишатися в продуктах повністю або частково в незміненому вигляді або у вигляді речовин, що утворилися в результаті хімічної взаємодії добавок з компонентами харчових продуктів.

Більшість харчових добавок не мають, як правило, харчового призначення і є біологічно інертними для організму. Однак відомо, що будь-яка хімічна сполука або речовина в певних умовах може бути токсичною. Отже, харчова добавка тільки тоді вважається безпечною, якщо у неї відсутні гостра і хронічна токсичності, канцерогенні, мутагенні, тератогенні і гонадотоксичні властивості. Тому до харчових добавок пред'являють суворі вимоги.

Поняття нешкідливості речовини, що застосовується в якості харчової добавки, і обумовлює спосіб його застосування. Вирішальне значення має добова кількість речовини, що надходить в організм, тривалість його споживання, режим харчування, шляхи надходження речовини в організм і багато інших чинників.

Крім того, слід враховувати, що дорослі люди, діти, літні й старі, вагітні та жінки мають різний рівні чутливості і захисних сил, і тому проблема застосування харчових добавок набуває ще більшого гігієнічного значення. Не менш важливим, є також можлива взаємодія харчових добавок з шкідливими хімічними речовинами, що потрапляють в організм людини з навколишнього середовища. Таким чином, харчові добавки можуть бути використані в харчовій промисловості тільки після всебічного вивчення перерахованих властивостей і встановлення повної безпеки застосування кожної конкретної добавки.

В даний час питаннями застосування харчових добавок займається спеціалізована міжнародна організація – Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок і ксенобіотиків (забруднювачів) – *JECFA* (ФАО – від англ. *FAO – Food and Agricultural Organization* – спеціалізована організація ООН з

питань продовольства та сільського господарства, ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я). *JECFA* встановлює кількість добавок, що може надходити в організм щодня протягом усього життя людини без суттєвого ризику. Члени *JECFA* відібрані з наукового співтовариства.

Для виконання Об'єднаної програми ФАО/ВООЗ з харчових стандартів при комітеті створена *Codex Alimentarius*, що представляє собою міжурядовий орган, що включає понад 120 держав-членів.

Вирішення питання про застосування харчової добавки є прерогативою Міністерства охорони здоров'я і медичної промисловості та Державного комітету санітарно-епідеміологічного нагляду. У спеціалізованих науково-дослідних інститутах, лабораторіях і кафедрах медичних вузів проводяться токсикологічні та інші дослідження для оцінки нешкідливості тієї чи іншої речовини, запропонованої промисловістю в якості харчової добавки, керуючись рекомендаціями Об'єднаного комітету експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок. Харчові добавки не допускається використовувати в тих випадках, коли необхідний ефект може бути досягнутий технологічними методами – технічно і економічно доцільними. Не дозволяється також введення харчових добавок, здатних маскувати технологічні дефекти, псування вихідної сировини і готового продукту або знижувати його харчову цінність.

Харчові продукти для дитячого харчування, особливо для харчування грудних дітей, повинні бути виготовлені без застосування будь-яких харчових добавок.

Вихідним для визначення допустимої концентрації харчової добавки є так зване прийнятне добове надходження харчових добавок в організм людини (*Acceptable daily intake*) – максимально допустима для тварин кількість речовини з урахуванням «коефіцієнту запасу», тобто зменшене в 100, а іноді і в 500-1000 разів.

Встановлені в різних країнах правила і нормативи по застосуванню харчових добавок в продуктах харчування неідентичні. В Україні використання харчових добавок регламентується "Санітарними правилами по застосуванню харчових добавок", затвердженими міністерством здоров'я України 23.07.1996 р. №222. У загальній частині даного документа містяться принципи оцінки, реєстрації і застосування харчових добавок.

Принципи гігієнічної оцінки харчових добавок в Україні є загальноприйнятими в світовій практиці і повністю відповідають міжнародним. Згідно вказаним документам, при проведенні гігієнічної оцінки харчових добавок необхідна інформація про їх хімічну і токсикологічну характеристики.

В даний час при проведенні гігієнічної оцінки харчових добавок і встановлення можливості їх реєстрації в Україні прийнято керуватися принципами, рекомендованими науковою групою ВООЗ. Основним є принцип безпеки.

У Санітарних Правилах № 222, як і в Положенні Об'єднаного Комітету експертів ФАО/ВООЗ про застосування харчових добавок, наголошується, що використання харчових добавок повинне переслідувати: збереження поживних властивостей продуктів, зростання терміну їх збереження (що скорочує втрати харчових продуктів), надання їм привабливішого вигляду, полегшення технологічної обробки продовольчої сировини, скорочення часу технологічної обробки. Використання харчових добавок не дозволене, якщо це приведе до приховання неправильної обробки сировини, фальсифікації харчових продуктів, втрати біологічної цінності, а також, якщо існує можливість досягти бажаного результату іншими методами поліпшення технологічного процесу. Підкреслюється необхідність гарантувати безпеку застосування харчових добавок і надавати інформацію на етикетках про їх наявність в продуктах харчування.

Згідно з Законом України про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини, забороняється реалізація і використання вітчизняних та ввезення в Україну імпортованих харчових продуктів без маркування державною мовою України про склад харчового продукту з зазначенням переліку назв харчових добавок, використаних у процесі виготовлення. Харчова добавка може позначатись, як індивідуальна речовина, наприклад, сорбінова кислота, або груповою назвою, наприклад, консервант чи емульгатор.

Установою, що визначає дози харчових добавок в продуктах харчування в Україні, є Інститут гігієни харчування в місті Києві.

До 1991 року всі вказані етапи експериментальних досліджень харчових добавок дотримувалися на основі встановлених МДР та ДДД, описаних в загальносоюзних Санітарних Правилах № 1923-78. Кожна харчова добавка, що увійшла до цього документа, мала всі вказані характеристики. Харчові добавки, включені в Санітарні Правила № 1923-78 і доповнення до них, увійшли до списку харчових добавок, дозволених до використання в Україні (затверджений Постановою Кабінету Міністрів України №12 від 04.01.1999 р.). До цього переліку було включено ряд доповнень постановами Кабінету Міністрів № 342 (342-2000) від 17.02.2000, № 1140 (1140-2000) від 21.07.2000, № 1656 (1656-2000) від 08.11.2000, № 674 (674-2001) від 21.06.2001, № 143 (143-2004) від 11.02.2004.

Доповнення до цього списку базуються на експертизі документації, що характеризує кожен конкретну харчову добавку. Крім цього, для реєстрації хар-

чової добавки в Україні необхідна інформація про реєстрацію і дозвіл до її застосування в країні-виробнику і в Європі. При цьому враховуються існуючі відмінності в регламентах по застосуванню харчових добавок в різних країнах. Так, штучні барвники, що використовуються при виготовленні кондитерських виробів тривалого зберігання, мають різні регламенти застосування в Україні і країнах Європи. В Україні вони значно нижчі, а також вужчий спектр продуктів, дозволених до підфарбовування. Вказані невідповідності хоча і перешкоджають надходженню деяких харчових продуктів зарубіжного виробництва на ринок України, проте дотримується один з принципів українського законодавства – попередження введення покупця продукції в оману щодо її якості. Так, деякі види кетчупів, що виготовляються за кордоном (основою яких є томат-паста або томатний соус), в своєму складі містять штучний червоний фарбник Понсо 4R. В Україні така продукція не виробляється і не повинна поступати по імпорту, оскільки, згідно чинному законодавству, томат-паста і томатний соус входять в "Перелік продуктів, які не підлягають фарбуванню/підфарбовуванню".

В Україні регламенти використання кожної конкретної харчової добавки в продуктах харчування затверджуються на рівні Міністерства охорони здоров'я «Ухвалами Головного державного санітарного лікаря України» і направлені на її безпечне застосування та на зниження надходження чужорідних речовин в організм людини.

#### **4.1. Класифікація харчових добавок**

Зараз застосовують біля двох тисяч харчових добавок. Більшість харчових добавок не мають харчового призначення, але у визначених умовах у сполученні із складною багатокomпонентною структурою харчового продукту можуть бути токсичними.

Всесвітня класифікація харчових добавок здійснюється згідно з їх призначенням:

- E100 та подальші – барвники;
- E200 та подальші – консерванти;
- E300 та подальші – антиоксиданти;
- E400 та подальші – стабілізатори консистенції;
- E500 та подальші – емульгатори;
- E600 та подальші – підсилювачі смаку та аромату;
- E700 – E800 – запасні індекси для іншої можливої інформації;

- E900 та подальші – антифламіни, протипінні речовини;
- E1000 та подальші – глазуруючі агенти, підсолоджувачі, добавки, що перешкоджають злежуванню цукру, солі, добавки для обробки борошна, крохмалю та ін.

У деяких випадках після назви харчової добавки (індексу) може стояти її концентрація. Так, наприклад, в нашій країні концентрація виражається в мг на 1 кг або 1 л продукту, а за кордоном використовується аббревіатура ppm (англ. *parts per million* – частин на мільйон), що позначає, що на 1 млн вагових або об'ємних частин продукту припадає певна кількість харчової добавки. Наприклад, величина 70 ppm вказує, що в мільйоні частин продукту перебуває не більше 70 частин харчової добавки.

Відповідно до технологічного призначення харчові добавки класифікують таким чином:

**А. Харчові добавки, що забезпечують необхідний зовнішній вигляд і органолептичні властивості продукту, що включають в свою чергу:**

- поліпшувачі консистенції;
- харчові барвники;
- ароматизатори;
- смакові речовини.

**Б. Харчові добавки, що запобігають мікробному або окислювальному псуванню продуктів (консерванти):**

- антимікробні засоби: хімічні та біологічні;
- антиокислювачі.

**В. Харчові добавки, необхідні в технологічному процесі виробництва харчових продуктів:**

- прискорювачі технологічного процесу;
- фіксатори міоглобіну;
- технологічні харчові добавки розпушувачі тіста, желеутворювачі, піноутворювачі, відбілювачі та ін.

**Г. Покращувачі якості харчових продуктів.**

Комісія з *Codex Alimentarius* виділяє ряд функціональних класів харчових добавок, їх визначень і підкласів:

- клас 1 – кислоти (*Acid*) – підвищують кислотність і надають кислий смак їжі;
- клас 2 – регулятори кислотності (*Acidity regulator*) – змінюють або регулюють кислотність або лужність харчового продукту;
- клас 3 – речовини, що перешкоджають злежуванню і утворенню грудок

(*Anticaking agent*) – знижують тенденцію часток харчового продукту прилипати один до одного;

- клас 4 – піногасники (*Antifoming agent*) – попереджають або знижують утворення піни;

- клас 5 – антиокислювачі (*Antioxidant*) – підвищують строк зберігання харчових продуктів, захищаючи від псування, викликаного окисленням;

- клас 6 – наповнювачі (*Bulking agent*) – речовини, які збільшують обсяг продукту, не впливаючи на його енергетичну цінність;

- клас 7 – барвники (*Colour*) – підсилюють або відновлюють колір;

- клас 8 – речовини, що сприяють збереженню забарвлення (*Colour retention agent*) – стабілізують, зберігають або підсилюють забарвлення продукту;

- клас 9 – емульгатори (*Emulsifier*) – утворюють або підтримують однорідну суміш двох або більше не змішуваних фаз, таких, як масло і вода в харчових продуктах;

- клас 10 – емульгуючі солі (*Emulsifying salt*) – взаємодіють з білками сирів з метою попередження відділення жиру при виготовленні плавлених сирів;

- клас 11 – ущільнювачі рослинних тканин (*Fermiting agent*) – надають або зберігають тканини фруктів і овочів щільними і свіжими, взаємодіють з речовинами, які здатні утворювати студні (холодці);

- клас 12 – підсилювачі смаку і запаху (*Flavour enhancer*) – підсилюють природний смак і запах харчових продуктів;

- клас 13 – речовини для обробки борошна (*Flour treatment agent*) – речовини, що додаються до борошна для поліпшення її хлібопекарських якостей або кольору;

- клас 14 – піноутворювачі (*Foarming agent*) – створюють умови для рівномірної дифузії газоподібної фази в рідкі та тверді харчові продукти;

- клас 15 – желеутворювачі (*Gelling agent*) – речовини, що утворюють гелі;

- клас 16 – глазурувачі (*Glazing agent*) – речовини, що надають блискучу зовнішню поверхню або захисний шар;

- клас 17 – вологоутримуючі агенти (*Humectant*) – охороняють їжу від висихання;

- клас 18 – консерванти (*Preservative*) – підвищують строк зберігання продуктів, захищаючи від псування, викликаного мікроорганізмами;

- клас 19 – пропіленти (*Propellant*) – газоподібні речовини, що виштовхують продукт з контейнера,

- клас 20 – розпушувачі (*Raising agent*) – речовини або поєднання речовин, які збільшують обсяг тіста;
- клас 21 – стабілізатори (*Stabilizier*) – дозволяють зберігати однорідну суміш двох або більше незмішуваних речовин в харчовому продукті або готовій їжі;
- клас 22 – підсолоджувачі (*Sweetener*) – речовини нецукрової природи, які надають харчовим продуктам і готовій їжі солодкий смак;
- клас 23 – загусники (*Thickener*) – підвищують в'язкість харчових продуктів.

#### 4.2. Гігієнічне регламентування харчових добавок в продуктах

Гігієнічне регламентування харчових добавок у продуктах і раціоні харчування здійснюється в чотири етапи:

**Перший етап** – проведення попередньої токсиколого-гігієнічної оцінки регламентуємої хімічної речовини – харчової добавки. На підставі відомостей, що подаються розробником, визначають раціональну і товарну назву хімічної речовини, його призначення, технологію отримання, хімічну структуру або хімічний склад, вміст домішок, його фізико-хімічні властивості. Встановлюють наявність і характеристику методів кількісного визначення харчової добавки в харчових продуктах і різних середовищах. Визначають область і масштаби застосування харчової добавки, її можливе поширення у навколишньому середовищі, особливості міграції в різних ланках трофічних ланцюгів і забруднення харчових продуктів. Орієнтовно розраховують ті дози харчової добавки, які можуть в реальних умовах поступати в організм з їжею. На підставі цих даних складають програму подальших досліджень харчової добавки.

**Другий етап** дослідження харчової добавки є основним. У результаті проведення хронічного експерименту визначають граничну та максимально недіючу дози харчової добавки по загальнотоксичній дії. Для цього використовують два види модельних лабораторних тварин, в організмі яких метаболізм досліджуваної хімічної сполуки ідентичний метаболізму людини. Тривалість експерименту складає зазвичай 9–18 міс. По закінченні хронічного експерименту на тварин піддослідних груп (у всіх 3–4 поколіннях) і контролю роблять висновок про наявність або відсутність у харчової добавки тератагенної, ембріотоксичної і мутагенної дій.

На **третьому етапі** досліджень узагальнюють результати проведених досліджень і обґрунтовують допустиму добову дозу (ДДД) та допустиме добове



споживання (ДДС) харчової добавки її гранично допустиму концентрацію (ГДК) у харчових продуктах. Установив ГДК харчової добавки для продукту по токсикологічному показнику шкідливості з'ясовують, чи не має ця концентрація несприятливого впливу на органолептичні якості і харчову цінність. В разі потреби вносять корективи, тобто знижують ПДК.

Після того, як ГДК затверджена органами охорони здоров'я та харчова добавка широко використовується в харчовій промисловості, настає **четвертий етап** – спостереження за нею, щоб підтвердити безпеку використання і, якщо потрібно, внести поправку в гігієнічні нормативи.

Наявність харчових добавок в продуктах, як правило, має зазначатися на споживчій упаковці, етикетці, банці, пакеті і в рецептурі. Харчова добавка може позначатися як індивідуальна речовина, наприклад нітрит натрію, сорбінова кислота, лецитин і т.д., або груповою назвою, наприклад, консервант, емульгатор, синтетичний барвник і т.д. Останнім часом за кордоном, особливо в країнах Європейського Співтовариства, все більш широке поширення отримало позначення харчової добавки у вигляді індексів «Е» з трьох- або чотиризначним номером, умовно позначають ті або інші добавки. Індокси Е (від усіченого слова *Europe*) заміняють собою довгі назви харчових добавок. Ці коди або ідентифікаційні номери використовуються тільки в поєднанні з назвами функціональних класів добавок.

Індекс "Е", який позначає харчові добавки, ввели свого часу для зручності. За кожною харчовою добавкою стоїть довга хімічна назва, яку важко помістити на маленькій етикетці. Наявність коду означає, що добавка офіційно дозволена в європейських країнах.

Всі компоненти, застосовувані в області *Codex Alimentarius*, мають в списку *INS (International Numbering System*– Міжнародна цифрова система) свій номер. Це робить ідентифікацію речовини легкою і точною, захищаючи від помилок при перекладі, дозволяє виділяти їх в продуктах харчування. Система *INS*-номерів розроблена на основі цифрової системи класифікації харчових добавок, прийнятої в країнах Європи, для стислості званою системою Е-нумерації.

Список дозволених харчових добавок для виробництва харчових продуктів чи продаж населенню постійно переглядається і оновлюється у зв'язку з отриманням нових наукових даних про їх властивості та впровадженням нових препаратів.

Враховуючи той факт, що екологічні умови в світі погіршуються, необхідно звернути особливу увагу на розробку достатньо простих і ефективних способів зниження вмісту накопичених забруднювачів у продовольчій сировині у

технологічному процесі її переробки. Крім того, необхідно підсилити контроль безпеки продуктів харчування в Україні.

### *Питання з теми*

1. Дайте визначення поняттю «харчова добавка».
2. При яких умовах харчову добавку вважають безпечною?
3. Які функції виконує ФАО/ВООЗ?
4. В яких випадках не дозволено використання харчових добавок у виробництві продуктів харчування?
5. Якими документами в Україні регламентується використання харчових добавок?
6. Класифікуйте харчові добавки за технологічним призначенням.
7. Кратко поясніть етапи гігієнічного регламентування харчових добавок у продуктах?
8. Система цифрової кодифікації харчових добавок.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://law.dt-kt.com/zakon-ukrayiny-pro-bezpechnist-ta-yakist-harchovyh-produktiv-vid-23-12-1997-r-771-97-vr/>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
2. Закон України «Про Державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів про безпечність та якість харчових продуктів». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/771/97-vr>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
3. Постанова Кабінету міністрів України від 13 травня 2009 р. № 468 «Порядок етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/468-2009-p>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
4. Закон України «Про захист прав споживачів». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1023-12>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
5. Декрет Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/46-93>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
6. Декрет Кабінету Міністрів України «Про порядок заняття торгівельною діяльністю і правила торгівельного обслуговування населення». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/833-2006-p>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
7. Hazard Analysis Critical Control Point (НАССР). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/НАССР/>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
8. Codex Alimentarius. Междунвродные стандарты на пищевые продукты. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-home/ru/>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
9. Никифорова, Т.Е. Биологическая безопасность продуктов питания: учеб. пособие / Т.Е. Никифорова; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол.ун-т.- Иваново, 2009. - 179 с.
10. Никифорова, Т.Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учеб. пособие / ГОУ ВПО «Иван. гос. хим.-технол. ун-т». Ива-

ново, 2007. 132 с.

11. Воронов С.А., Стецишин Ю.Б., Панченко Ю.В., Когут А.М. Токсикологія продуктів харчування: Підручник – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 556 с.

12. Волошина І.М. Біобезпека продуктів харчування [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. спец. 7.05140101, 8.05140101 «Промислова біотехнологія» та 8.05140105 «Екологічна біотехнологія і біоенергетика» ден. та заоч. форм навч. / І.М.Волошина. – К.: НУХТ, 2014. – 83 с.

13. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів. – Київ: Академія, 2011. – 520 с.

14. Дубініна А.А., Овчиннікова І. Ф., Дубініна С. О. та ін. Методи визначення фальсифікації товарів. Підручник. - К.: "Видавничий дім "Професіонал", 2010. - 272 с.

15. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции. Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 539 с.

16. Закревский В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище: Практическое руководство по санитарно-эпидемиологическому надзору. – СПб: ГИОРД, 2004. – С. 94.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
<b>ГЛАВА 1. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.....</b>	<b>5</b>
1.1. Державне регулювання щодо безпеки харчових продуктів.....	5
1.2. Системи аналізу загроз за критичними контрольними точками.....	7
1.3. Міжнародне харчове законодавство. Кодекс Аліментаріус.....	13
Питання з теми.....	18
<b>ГЛАВА 2. АНТИАЛІМЕНТАРНІ ФАКТОРИ ХАРЧУВАННЯ.....</b>	<b>19</b>
2.1. Інгібітори травних ферментів.....	19
2.2. Антивітаміни.....	20
2.3. Фактори, що знижують засвоєння мінеральних речовин.....	22
2.4. Ціаногенні глікозиди.....	24
2.5. Лектини.....	25
2.6. Алкалоїди.....	26
2.7. Біогенні аміни.....	28
Питання з теми.....	31
<b>ГЛАВА 3. КСЕНОБІОТИКИ.....</b>	<b>32</b>
3.1. Природні ксенобіотики харчових продуктів.....	33
3.2. Техногенні ксенобіотики харчових продуктів.....	50
3.3. Ксенобіотики, що використовуються в рослинництві.....	74
3.4. Ксенобіотики, що використовуються в тваринництві.....	88
Питання з теми.....	94
<b>ГЛАВА 4. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ.....</b>	<b>96</b>
4.1. Класифікація харчових добавок.....	100
4.2. Гігієнічне регламентування харчових добавок в продуктах.....	102
Питання з теми.....	104
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>105</b>

Навчальне видання

КРИЧКОВСЬКА Лідія Василівна  
БЄЛІНСЬКА Анна Павлівна  
АНАН`ЄВА Валерія Вікторівна  
ДУБОНОСОВ Володимир Леонідович  
ОВСЯННІКОВА Тетяна Олександрівна

**БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ:  
АНТИАЛІМЕНТАРНІ ФАКТОРИ, КСЕНОБІОТИКИ,  
ХАРЧОВІ ДОБАВКИ**

*Навчальний посібник*

Відповідальний за випуск Л.В. Кричковська

Редактор О.С. Самініна

Підп. до друку 03.01.2017 р. Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman. Суг Віддруковано на ризографі.  
Ум. друк. арк. 6,75. Обл-вид арк.. 4,9  
Замовлення №05/01/17. Тираж 100 прим. Ціна договірна.

---

Віддруковано ФОП Крамаренко Ю.М.  
Свідоцтво про держреєстрацію АБ №815827  
Від 22.03.2013р.