



**Міністерство освіти та науки України**  
**Державний Біотехнологічний Університет**  
**Факультет агрономії і захисту рослин**  
**Кафедра плодоовочівництва і зберігання**  
**продукції рослинництва**

## **«Безпека продукції харчової галузі»**

**Навчально-методичний посібник**



**Харків – 2024 рік**

Міністерство освіти та науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономії і захисту рослин

Кафедра плодощовочівництва і зберігання продукції рослинництва

## **«Безпека продукції харчової галузі»**

Навчально-методичний посібник

для самостійного (дистанційного) вивчення дисципліни  
здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форм навчання, спеціальності

181 Харчові технології

Затверджено  
рішенням Науково-методичної комісії  
факультету агрономії і захисту рослин  
Протокол № 13 від 15.02.2024 р.

**Харків – 2024 рік**

**УДК 664:006.83](075.8)**

**П 91**

Схвалено на засіданні кафедри плодоовочівництва і зберігання продукції рослинництва  
Протокол № 5 від 31 січня 2024 р.

**Рецензенти:** Доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник,  
заступник директора  
з наукової роботи ІОБ НААНУ Сергієнко О.В.

доктор с.-г наук, професор, зав. кафедри рослинництві ДБТУ  
Рожков А.О

**П 91 Пузік Л. М. Безпека продукції харчової галузі:** навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни «Безпека продукції харчової галузі» для здобувачів освітнього рівня магістр вищої освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 181 Харчові технології / укл. доктор с.-г. наук, професор Л. М. Пузік . – Харків: ДБТУ, 2024. – 117 с.

У Навчально-методичному посібнику для самостійної роботи розглянуті питання можливого забруднення продукції галузі; ідентифікації різних видів небезпек; вивчення основ налагодження виробництва безпечної продукції

Призначено для здобувачів освітнього рівня магістр вищої освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 181 Харчові технології.

**УДК 664:006.83](075.8)**

© Пузік Л.М., 2024

© ДБТУ, 2024

## Вступ

Нині проблема безпеки продуктів харчування носить глобальний характер. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, збільшення автотранспорту, погіршення екологічної обстановки, Чорнобильська катастрофа призводять до збільшення контамінації у продуктах харчування сторонніх і шкідливих для організму людини хімічних сполук. Наявність в харчових продуктах забруднюючих речовин, що не мають харчової і біологічної цінності або токсичних, загрожує здоров'ю людини. Природно, що ця проблема, яка стосується як традиційних, так і нових продуктів харчування, стала особливо гострою нині.

Дисципліна «Безпека продукції харчові галузі» призначена для здобувачів освітнього рівня магістр вищої освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 181 Харчові технології та 201 Агрономія спрямована на надання поглиблених знань та навиків в галузі технологічних основ безпеки продуктів харчування

Метою навчальної дисципліни є підготовка фахівця, що володіє знаннями шляхів зниження потенційних небезпек харчових продуктів і навичками їх реалізації з урахуванням конкретних умов борошномельного, комбікормового й круп'яного виробництв.

Завданнями навчальної дисципліни є вивченні шляхів можливого забруднення продукції галузі; ідентифікації різних видів небезпек; вивчення основ налагодження виробництва безпечної продукції.

Результати навчання

- знати основні шкідливі речовини, які можуть міститися в харчових продуктах;
- знати методи виявлення шкідливих речовин у продукції галузі;
- знати особливості ведення технологічного процесу, що дозволяють знешкодити або знизити вміст шкідливих речовин їжі;

- вміти припускати наявність шкідливих речовин у продукції галузі;
- вміти правильно вести технологічний процес, щоб одержати безпечний харчовий продукт;
- вміти здійснювати контроль санітарного стану в конкретних умовах виробництва;
- вміти виявляти та ідентифікувати речовини, що забруднюють харчові продукти;
- вміти розробляти заходи щодо забезпечення безпеки виробництва продукції.

#### Політика курсу

Активна участь студентів на лекційних та практичних заняттях, ініціативність під час опитування, своєчасне виконання завдань для самостійної роботи, заохочення студентів до науково-дослідної роботи.

## **Тема 1. Безпека харчових продуктів**

Поняття «Стороння речовина» стало центром, навколо якого досі розгортаються дискусії. Всесвітня організація охорони здоров'я і інші міжнародні організації ось вже близько 40 років посилено займаються цими проблемами, а органи охорони здоров'я багатьох держав намагаються їх контролювати і впроваджувати сертифікацію харчових продуктів.

Забруднюючі речовини можуть потрапляти в їжу випадково у вигляді компонентів-забруднювачів, а іноді їх вводять спеціально у вигляді харчових добавок, коли це, нібито, пов'язано з технологічною необхідністю. У їжі забруднюючі речовини можуть в певних умовах стати причиною харчової інтоксикації, що є небезпекою для здоров'я людини. При цьому загальна токсикологічна ситуація ще більше ускладнюється частим прийомом інших, що не відносяться до харчових продуктів, речовин, наприклад, ліків; попаданням в організм сторонніх речовин у вигляді побічних продуктів виробничої і інших видів діяльності людини через повітря, воду, споживані продукти і медикаменти.

Нині екологічні проблеми все збільшуються. Все більше і більше людей реагують на загазованість міст вихлопними газами автомобілів – збільшується кількість населення з алергічними захворюваннями, розладом верхніх дихальних шляхів, шлунково-кишкового тракту. Накопичення забруднюючих речовин в печінці призводить до епідемії гепатиту. Збільшується число хворих раковими захворюваннями, викликаними дією шкідливих чинників довкілля.

Хімічні речовини, які потрапляють в продукти харчування з довкілля, створюють проблеми, рішення яких є насущною необхідністю. В результаті цього треба оцінити біологічне значення загрози цих речовин здоров'ю людини і розкрити її зв'язок з патологічними явищами в організмі людини. Значення проблеми **безпеки продуктів** харчування постійно зростає, оскільки саме забезпечення безпеки продовольчої сировини і продуктів

харчування є одним з основних чинників, що визначають здоров'я людей і збереження генофонду.

**Під безпекою продуктів** харчування розуміють відсутність небезпеки для здоров'я людини при їх вживанні, як з точки зору гострої негативної дії (харчові отруєння і харчові інфекції), так і з точки зору небезпеки віддалених наслідків (канцерогенна, мутагенна і тератогенна дія), тобто безпечними можна рахувати продукти харчування, що не чинять шкідливої, несприятливої дії на здоров'ї сьогодення і майбутнього покоління.

В умовах зростаючого забруднення продуктів харчування сторонніми речовинами на перший план необхідно виносити питання правильного харчування, щоб в організм людини потрапляли усі необхідні компоненти для нормального його функціонування. Адже в здоровому організмі багато забруднюючих речовин не викликають порушень біохімічних процесів. Для нейтралізації дії забруднюючих речовин на організм людини необхідно розробляти спеціальні дієти з урахуванням виду основних забруднень.

Таким чином, для населення необхідно розробляти рецептури харчових продуктів і раціонів з урахуванням забрудненості того або іншого міста, а також з метою нейтралізації забруднюючих речовин, що застосовуються для збільшення термінів зберігання продуктів харчування. Тільки в цьому випадку можливо, в якійсь мірі, компенсувати шкідливу дію довкілля на організм.

**Класифікація забруднюючих речовин харчових продуктів.** У літературі зустрічаються різні види класифікацій забруднюючих речовин харчових продуктів. Розглянемо деякі з них.

**Сторонніми речовинами називають** такі речовини, які за своїми властивостями і кількістю, а також за своєю природою або внаслідок способів фізичної обробки продуктів не властиві цим продуктам, але вживаються разом з ними в якості їх складової частини під час їжі, питва, в процесі паління або нюхання.

**Забруднюючими сполуками** називають речовини, що чинять

токсикологічну або біологічну дію на організм людини.

Сторонні речовини класифікують на **спеціально додані і такі, що випадково містяться** в продуктах харчування.

**Спеціально додані речовини.** Вони є складовими частинами харчових продуктів і призначені для вживання. До найважливіших речовин з цієї групи відносяться речовини з антимікробною дією (хімічні засоби консервації, антибіотики), харчові барвники, смакові інгредієнти і речовини, що покращують товарний вид і сприяють збереженню харчових продуктів.

**Сполуки, що випадково містяться в продуктах.** Вони потрапляють в продукти у вигляді забруднень з сировини, тари або в результаті обробки, і присутність їх в харчових продуктах не є обов'язковою. До них відносяться залишки допоміжних матеріалів, вживаних при отриманні або переробці харчових продуктів, але не призначених бути їх складовими частинами. У більшості випадків маються на увазі сторонні домішки хімічної природи.

**Забруднення з довкілля.** До них відносяться радіоактивні і отруйні відходи промисловості, транспорту і домашнього господарства, що потрапляють через повітря, воду і ґрунт в продукти харчування або проникають в них при зберіганні.

**Забруднення компонентами пакувальних матеріалів** – забруднення від металевої тари (свинець, олово), від просоченого паперу або від дерева. Такі забруднення часто переходять в продукти харчування. Останнім часом все більше застосовуються синтетичні полімерні матеріали, які виділяють в харчові продукти сполуки або початкові компоненти, що не прореагували. Крім того, вони іноді надають продуктам не властивих ним смаку і запаху.

**Забруднення мікроорганізмами.** Ця проблема посилилася, коли встановили, що пліснява містить високотоксичні з'єднання (мікотоксини). Бактерійні токсини, такі як токсин *Cl.botulinum* і інші продукти обміну ряду патогенних мікроорганізмів, можуть бути смертельною небезпекою для людини. Встановлена токсичність умовно патогенних мікроорганізмів, таких як кишкова паличка, молочнокислий стрептокок. Проте дослідження в цій



області тільки починаються.

**Залишки сільськогосподарських отрутохімікатів (добрив).** Вони є найбільш значною групою забрудників, оскільки є присутніми майже в усіх харчових продуктах. Пестициди і гербіциди, які проникають в продукти в результаті заходів із захисту рослин і боротьби зі шкідниками, або добрива, що потрапляють в рослини з ґрунту, піддаються часто біохімічним перетворенням, що ускладнює їх виявлення і розкриття механізму їх дії на організм людини (утворення метаболітів з пестицидів, утворення нітрозамінів з азотних добрив). Мінеральні речовини, що містяться в хімічних добривах, можуть істотно впливати на якість продуктів і їх поживну цінність, наприклад, внаслідок зміни рН середовища. Це відноситься також до запаху і смаку, які при обробці отрутохімікатами і добривами зазнають небажаних змін, наприклад, при обробці картопляних бульб технічним гексахлорциклогексаном змінюється смак і запах картоплі. Проте це зовсім не означає, що треба повністю відмовитися від використання хімічних засобів в сільському господарстві.

**Забруднення, пов'язані з лікуванням тварин.** Введення в корм антибіотиків і психофармакологічних препаратів набуває усе більшого значення в тваринництві. Проте ці препарати можуть чинити дію і на організм людини. Антибіотики, антимікробні речовини і заспокійливі засоби, які поступають з продуктами харчування, впливають на мікроорганізми товстого кишечника і сприяють розвитку у людини дисбактеріозу, а також звиканню патогенних мікроорганізмів до цих антибіотиків.

**Інші забруднення.** Є ряд хімічних препаратів, що важко піддаються класифікації, наприклад, миючі засоби або інші санітарні препарати, які потрапляють у їжу у вигляді слідів.

**Вторинні продукти.** Вони можуть з'являтися внаслідок хімічних і термічних процесів, при опроміненні і застосуванні біологічних методів обробки харчових продуктів. В результаті зміни складових елементів їжі утворюються продукти термічної деструкції жирів, продукти реакції Майяра,

наявність яких в їжі є небажаною.

Проте така класифікація сторонніх речовин не завжди правомірна з точки зору дії на організм людини. Адже нітрит може випадково потрапити в м'ясо при годуванні тварин нітратними кормами, а може бути спеціально доданий в ковбасу для надання їй кольору. Але впливати на організм людини вони будуть однаково.

Інша класифікація забруднюючих речовин пропонується залежно від хімічної природи з'єднань і їх дії на організм людини. **Усі забруднюючі з'єднання розбиті на дев'ять груп.**

**До першої групи** відносять *радіонукліди*, які можуть потрапити в харчові продукти випадково або в результаті спеціальної обробки. Особливо гостро постала проблема забруднення харчових продуктів після аварії на Чорнобильській атомній станції.

**До другої групи** відносять *важкі метали і інші хімічні елементи*, які в концентраціях вище фізіологічної потреби викликають токсичну або канцерогенну дію на організм людини. Основну масу забруднюючих важких металів і з'єднань складають: *фтор, миш'як, алюміній, а також хром, кадмій, нікель, олово, мідь, свинець, цинк, сурма і ртуть.*

**До третьої групи** відносять *мікотоксини* – з'єднання, що накопичуються в результаті життєдіяльності плісневих грибів. Як правило, гриби розвиваються на поверхні харчових продуктів, а продукти їх метаболізму можуть проникати і усередину. На сьогодні відомі понад 100 мікотоксинів, але найбільш відомі – афлатоксини і патулін.

**У четверту групу** включають *пестициди і гербіциди*. Ці з'єднання використовуються для захисту рослин в сільському господарстві і потрапляють, найчастіше, в харчові продукти рослинного походження. Нині відомі більше 300 найменувань пестицидів і гербіцидів. Зазвичай визначають два–п'ять найбільш вживаних в цьому регіоні.

**У п'яту групу** відносять *нітрати, нітрити і їх похідні нітрозаміни*. Сполуки азотної і азотистої кислот в нашому організмі не метаболізуються,

тому їх додавання призводить до порушення біохімічних процесів в організмі у вигляді токсичних і канцерогенних проявів.

*До шостої групи* забруднюючих речовин відносять *детергенти* (миючі засоби). При переробці харчових продуктів використовують устаткування з нержавіючої сталі. Після кожної робочої зміни устаткування (особливо в молочній і консервній промисловості) миють із застосуванням каустичної соди або інших миючих засобів. При поганому обполіскуванні устаткування перші порції харчової продукції міститимуть детергенти.

*У сьому групу* забруднюючих речовин відносять *антибіотики, антимікробні речовини і заспокійливі засоби*. Ці сполуки, потрапляючи з продуктами харчування, впливають на мікроорганізми товстого кишечника і сприяють розвитку у людини дисбактеріозу, а також звиканню патогенних мікроорганізмів до цих антибіотиків.

*До восьмої групи* відносять *антиоксиданти і консерванти*. Ці речовини використовують для продовження терміну зберігання харчових продуктів, за рахунок блокування хімічних і біохімічних процесів. При надходженні в організм людини ці з'єднання блокують окремі біохімічні процеси, або впливають на біфідобактерії шлунково-кишкового тракту людини. Це сприяє розвитку дисбактеріозу.

*До дев'ятої групи* забруднюючих речовин входять *з'єднання, що утворюються при тривалому зберіганні або в результаті високотемпературної обробки харчових продуктів*. До них відносять продукти хімічного руйнування цукрів, жирів, амінокислот і продукти реакцій між ними. Ці прості і комплексні з'єднання організм людини не може метаболізувати, що призводить до накопичення цих з'єднань в печінці людини, а можливо і до порушення біохімічних процесів в організмі.

Забруднюючі речовини харчових продуктів можна класифікувати також за характером дії на організм людини, токсичності і мірою небезпеки. За характером дії розрізняють речовини, що чинять загальну дію (дратівливе,

алергічне, канцерогенне), і речовини, що діють на певні системи і органи (нервову і кровотворну системи, печінку, шлунково-кишковий тракт і так далі).

**Дія токсичних речовин на організм людини.** Дія токсичних сполук на організм проявляється по-різному. Крім того, виявляється, що кількісно характеризувати токсичність речовин досить складно, оскільки судити про неї можна тільки за результатами дії речовини на живий організм, для якого характерна індивідуальна реакція, індивідуальна варіабельність, оскільки в групі випробовуваних тварин завжди є присутніми більш менш сприйнятливі до дії токсину індивідууми.

Існують дві основні характеристики токсичності – **ЛД50 і ЛД100.**

ЛД – аббревіатура летальної дози, тобто дози, що викликає при одноразовому введенні загибель 50 або 100% експериментальних тварин. Дозу зазвичай визначають в розмірності концентрації. Токсичними вважають ті речовини, для яких ЛД мала.

Величина  $t_{0,5}$  характеризує час напіввиведення токсину і продуктів його перетворення з організму. Для різних токсинів він може складати від декількох годин до декількох десятків років.

Окрім ЛД та часу виведення токсину в токсикологічних експериментах прийнято ще вказувати і час 100 або 50% загибелі об'єктів. Але для цього такі експерименти повинні проводитися впродовж багатьох місяців і років, а при існуючому нетривалому контролі можна віднести до малотоксичних речовин – високотоксичні, але ті що проявляють свою негативну, згубну дію лише через тривалий час.

Крім того, необхідно враховувати ще ряд чинників. Це індивідуальність різних експериментальних тварин, і різний розподіл токсинів в органах і тканинах і біотрансформація токсинів, яка утрудняє їх визначення в організмі.

При хронічній інтоксикації вирішального значення набуває здатність речовини проявляти кумулятивні властивості, тобто накопичуватися в

організмі і передаватися по харчових ланцюгах. Необхідно також враховувати комбіновану дію декількох сторонніх речовин при одночасному або послідовному надходженні в організм і їх взаємодію з макро- і мікронутрієнтами харчових продуктів (оскільки людина може отримувати впродовж усього життя разом з їжею цілий комплекс сторонніх речовин або у вигляді забрудників, або у вигляді добавок до харчових продуктів).

Комбінований ефект є результатом фізичних або хімічних взаємодій, індукції або інгібування ферментних систем. Дія однієї речовини може бути посилена або ослаблена впливом інших речовин (антагонізм – ефект дії двох або декількох речовин, при якому одна речовина послабляє дію іншої речовини, наприклад, дія ртуті і селену в організмі тварин і людини; синергізм – ефект дії, що перевищує суму ефектів дії кожного чинника, наприклад, комбінована дія хлорвмісних з'єднань, фосфорорганічних пестицидів, комбінована дія ксенобіотиків і деяких медикаментів).

**Токсична дія.** Під гострою токсичністю мають на увазі шкідливу дію якої-небудь речовини, введеної в певній дозі одноразово або дробово за декілька годин, що настає впродовж 24 годин або за коротший термін. Для виміру гострої токсичності визначаються два параметри: верхній параметр токсичності визначає смертельну дозу для піддослідних тварин, нижній – мінімальну діючу дозу. Чим менше різниця між вказаними параметрами, тим небезпечніше речовина і тим менше має бути його найвища допустима доза.

Для прояву хронічної інтоксикації важливе значення має здатність речовини накопичуватися (кумуляція речовини) і підсумовувати свою дію (кумуляція дії). Кумулятивні властивості характерні для багатьох речовин і залежать від фізичних і хімічних чинників. До цих чинників відносяться слабка розчинність у воді, гарна розчинність в жирах, що перешкоджає швидкому виведенню токсинів з організму. До таких з'єднань відносяться усі хлорорганічні сполуки, органічні сполуки цинку і ртуті.

Для кумуляції вирішальне значення має хімічна спорідненість сполук. До таких речовин відносяться фториди, які здатні накопичуватися в кістках і

викликати флюороз. Типовими кумулятивними речовинами є сполука миш'яку, токсичність якого пояснюється спорідненістю з тиольною групою (SH). Динітро-окреозол і споріднені йому сполуки утворюють досить стійкі зв'язки з білками, чим пояснюються їх кумулятивні властивості.

При оцінці хронічної токсичної дії необхідним являється підсумовування ефектів. Суть його полягає в тому, що речовина, що потрапила в організм, розкладається або виводиться, проте викликана ним реакція організму, що є причиною шкідливого ефекту, залишається і викликає в деяких тканинах незворотні зміни, оскільки причина зникає, але дія не припиняється. Наступний індукований ефект підсумовується з попереднім.

**Алергенна дія.** Багато речовин, що знаходяться в продуктах харчування викликають алергію. До алергічних захворювань схильні, головним чином, надчутливі люди. Часто алергічну дію мають антибіотики. У зв'язку з хронічною дією сторонніх речовин на організм людини і виникаючою небезпекою віддалених наслідків, найважливішого значення набуває канцерогенна, мутагенна і тератогенна дії ксенобіотиків.

**Канцерогенна дія.** У зв'язку з хронічною дією сторонніх речовин, усе більшого значення набуває проблема виникнення ракових захворювань, тому безпека продуктів харчування в плані виникнення пухлин в результаті дії різних хімічних речовин набуває особливого значення. Згідно з міжнародними даними, ракові захворювання травного тракту виникають переважно через хімічні речовини, що потрапляють в організм разом з продуктами харчування і водою.

**Мутагенна дія.** Мутагенною дією називають індукцію якісних і кількісних змін в генетичному апараті організму.

Розрізняють два основні типи генетичних змін – *хромосомну аберацію* і *генні мутації*. Обидва типи мутацій можуть проявитися як в соматичних, так і в зародкових клітинах.

Мутація в соматичних клітинах може проявитися в появі нових

незлоякісних клітин, що відхилилися від норми. Якщо ці клітини функціонально менш продуктивні або загрожують цілісності органу, то слід враховувати можливість перетворення нормальних клітин в злоякісні. У таких випадках відзначається безпосередній зв'язок з канцерогенезом.

Якщо в організмі батька не виникає летальних мутацій, то генетичний ефект може проявитися в наступних поколіннях. Такий ефект частіше може спостерігатися там, де великі групи населення знаходяться у контакті з широко поширеними мутагенними хімічними речовинами.

**Терратогенна дія.** Під терратогенною дією розуміють аномалії в розвитку плоду, викликані структурними, функціональними і біохімічними змінами в організмі матері і плоду. Частота терратогенних поразок певних тканин і органів ембріона залежить від генотипу. Вирішальним чинником в реалізації терратогенного ефекту в тканині або органі являється стадія ембріонального розвитку.

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

**Гранично допустима концентрація (ГДК).** Гранично допустима концентрація – гранично допустимі кількості сторонніх речовин в атмосфері, воді, продуктах харчування з точки зору безпеки їх для здоров'я людини. ГДК в продуктах харчування – встановлена законом гранично допустима з точки зору здоров'я людини кількість шкідливої (сторонньої речовини). ГДК – це такі концентрації, які при щоденній дії не можуть викликати захворювань або відхилень в стані здоров'я, досліджень, що виявляються сучасними методами, в житті сьогодення і наступних поколінь.

**ДДД** (допустима добова доза) – щоденне введення речовини, яке не чинить впливу на здоров'я людини впродовж усього життя.

**ДДС** (допустиме добове споживання) – величина, що розраховується як відношення ДДД до середньої величини маси тіла (60 кг).

Проте, як правило, застосування критерію ГДК не забезпечує необхідну міру безпеки живих організмів.

*Недоліки концепції ГДК :*

1. ГДК відбиває токсичність тільки для конкретного типу організму і тому не є універсальним критерієм безпеки речовини (відмінність в метаболічних перетвореннях речовин-забрудників у різних організмів).

2. Реально в продуктах харчування може бути присутньою складна суміш початкових речовин і речовин вторинного походження, що виникають як продукти початкових реакцій. Це призводить до знецінення ГДК стосовно однієї індивідуальної речовини: очевидно, що вміст кожного з компонентів такої суміші в концентраціях, нижче за ГДК не гарантує її безпеки.

3. Дорожнеча встановлення однієї норми ГДК. Згідно з американськими даними, вартість складає близько мільйона доларів.

### ***Контрольні запитання***

1. Розкрити поняття безпека продуктів.
2. Класифікація забруднюючих речовин харчових продуктів
3. На які групи поділяються забруднюючі харчових продуктів
4. Охарактеризувати дію токсичних речовин на організм людини.
5. Дати визначення гранично допустима концентрація (ГДК).

## ***Тема 2. Забруднення продуктів харчування токсичними металами***

Промислові підприємства своїми стічними водами забруднюють водні басейни, сотні гектари родючих земель залишаються не використаними, внаслідок чого не одержано багато сільськогосподарської сировини, придатної для харчової та переробної промисловості.



Теплові електростанції, заводи, фабрики викидають в атмосферу тонни шкідливих газів. Вміст токсичних речовин у вихлопних газах автомобілів значно перевищує загальноприйняті норми. Ось таким повітрям змушені дихати люди, тварини, рослини. Недбайливе ставлення до землі, води, біосфери в цілому призвело до того, що рослинний і тваринний світ став також небезпечним для людини.

У організм людини з їжею і напоями надходить до 80% шкідливих речовин. До них належать сполуки, що утворилися в процесі технологічної та кулінарної обробки, харчові добавки, а також побічні забруднювачі. Останні діляться на дві основні групи: *екзогенні та ендогенні*. До *екзогенних* належать сполуки, які потрапили в харчові продукти із зовнішнього середовища. Наприклад, у рослинну продукцію – внаслідок застосування понаднормативних доз мінеральних добрив, пестицидів; у тваринницьку – стимуляторів росту тварин, антибіотиків. До цієї ж групи належать екстракти тари, технологічного обладнання, рештки дезінфікуючих або мийних засобів, промислових відходів тощо.

До другої групи відносять *ендогенні речовини*, що утворюються у сировині й продукції під дією хімічних і фізичних факторів, а також внаслідок взаємодії складових частин та екзогенних речовин.

Промислові викиди хімічних та радіоактивних відходів у навколишнє середовище спричиняють забруднення харчових продуктів; неправильне застосування пестицидів та хімічних добрив; використання недосконалої технології та обладнання при виробництві харчових продуктів і, як наслідок, потрапляння шкідливих домішок у кінцевий продукт або утворення шкідливих речовин під час виробничого процесу.

*Забруднення харчових продуктів промислового походження* – це складні органічні й металоорганічні речовини, які являють собою побічні продукти промислових, хімічних та інших процесів. У інших випадках шкідливі речовини з'являються внаслідок комплексної діяльності людини.

Забруднення, що потрапляють із навколишнього середовища, мають різну хімічну структуру. За **фізичними властивостями** – це стабільні та стійкі у навколишньому середовищі сполуки, які мають здатність до біокумуляції.

У деяких промислових районах поширені такі канцерогенні речовини як багатоядерні ароматичні вуглеводні, антроцен, фенантрон, бензантрацен, пірен, бензопірен та інші сполуки з конденсованими циклами. Вони є в повітрі, воді, коптильному димі, вихлопних газах. Хоча ці речовини мають різну канцерогенну активність, проте необхідно повсякденно аналізувати продукцію на наявність у ній багатоядерних ароматичних вуглеводів.

При зберіганні сировини, технологічній її обробці утворюються багато шкідливих сполук. Під час виробництва харчових продуктів використовують різні консерванти, барвники, підсолоджувачі, що не завжди корисні для людини. А при приєднанні до них забруднювачів харчових продуктів – загроза для здоров'я людини збільшується.

Чужорідні забруднювачі, які потрапляють у людський організм з продуктами харчування високотоксичні. До них відносять: металеві забруднення (ртуть, свинець, олово, цинк, мідь тощо), радіонукліди, пестициди, нітрати, нітрити, діоксини, метаболіти мікроорганізмів, які розвиваються у харчових продуктах.

Шляхи міграції чужорідних сполук до продуктів харчування можуть бути різними.

***Забруднення харчових продуктів важкими та рідкісними металами.***

Ртуть, свинець, миш'як, мідь, цинк, залізо. Об'єднана комісія ФАО/ВОЗ по харчовому кодексу (Codex Alimentarius) включила в число компонентів, склад яких контролюється при міжнародній торгівлі продуктами харчування.

***Ртуть*** належить до найпоширеніших у природі мікроелементів, вона легко утворює велику кількість органічних і неорганічних сполук, значна

частина яких отруйна. Джерелами забруднення сільськогосподарських продуктів є пестициди, а морських та річкових – стоки целюлозної і паперової промисловості, а також хімічних підприємств. Якщо в деяких харчових продуктах вміст ртуті менший 60 мкг/кг, то у прісноводній рибі з незабруднених річок і водоймищ він становить від 100 до 200 мкг/кг маси тіла, а із забруднених – 500-700 мкг/кг. Випадки забруднення харчових продуктів ртуттю являються дуже рідкісними.

Відомо декілька випадків отруєння споживачів, наприклад, коли апельсини з Ізраїлю були оброблені металевою ртуттю палестинськими терористами в 1978 році. Ртуть погано абсорбується на продуктах і легко видаляється з їх поверхні.

**Свинець** відноситься до найбільш відомих отрут. Тепер практично всі харчові продукти, вода та інші об'єкти навколишнього середовища забруднені свинцем. Основними джерелами забруднення є двигуни внутрішнього згорання, в яких використовується пальне з присадкою тетраетилсвинцю, як антидетонуючого засобу. З відпрацьованих газів двигунів, свинець потрапляє на поверхню землі у вигляді пилу і забруднює навколишнє середовище. Середня кількість свинцю, який потрапляє в організм з харчовими продуктами, становить 250 – 300 мкг в день, з повітря надходить 90 мкг.

При обробці продуктів основним шляхом потрапляння свинцю є жерстяна банка, в яку зазвичай упаковують харчові вироби. Свинець потрапляє у продукт із свинцевого припою у швах банки. Встановлено, що біля 20% свинцю у щоденному раціоні людей поступає з консервованої продукції, в тому числі від 13 до 14% з припою, а 6-7% – з самого продукту. В останній час, з уведенням нових методів пайки та закрутки банок, вміст свинцю у консервованій продукції зменшується.

**Миш'як** широко розповсюджений у навколишньому середовищі. Він зустрічається майже у всіх ґрунтах. Світове виробництво миш'яку складає приблизно 50 тис. Тон в рік. Останнім часом виробництво миш'яку кожні 10

років зростає на 25%. В результаті широкого розповсюдження в навколишньому середовищі і використанні у сільському господарстві, миш'як присутній у більшості продуктах харчування. Зазвичай його вміст у продуктах харчування малий – менш ніж 0,5 мг/кг, і рідко перевищує 1 мг/кг, за виключенням деяких морських організмів. При відсутності значних забруднювачів, вміст миш'яку в: хлібних виробах складає до 2,4 мг/кг, фруктах – до 0,17 мг/кг, напоях – до 1,3 мг/кг, м'ясі – до 1,4 мг/кг, молочних продуктах – до 0,23 мг/кг, в морських продуктах вміст миш'яку зазвичай більший – на рівні 1,5... 15,3 мг/кг.

**Мідь** присутня майже у всіх продуктах харчування. Джерелами забруднення харчових продуктів можуть бути вироби з міді, які використовують у харчовій промисловості. У зв'язку з тим, що мідь каталізує окислення жирів і аскорбінової кислоти, наявність її може негативно впливати на харчову цінність і смак харчових продуктів і напоїв. Сліди міді у харчових продуктах з фруктів і овочів призводять до повного руйнування вітаміну С.

**Цинк** належить до малотоксичних мікроелементів. Хронічні отруєння та забруднення ним харчових продуктів через побутові речі практично не реєструються. Проте вміст цинку у ґрунті поблизу металургійних підприємств до 4200 мг/кг робить землі непридатними для використання під сільськогосподарські культури. Так, у стручковій квасолі, вирощеній за 10 км від забруднюючого підприємства, вміст цинку становить 6 мг/кг. У зеленій масі – до 56,4 мг/кг. У продуктах харчування основна частина цинку являє собою речовину природного походження, і становить 0 – 20 мг/кг. Для харчових продуктів рекомендовані такі допустимі величини вмісту цинку: м'яса – до 20 мг/кг, напоїв – до 5 мг/кг, фруктів та овочів – до 100 мг/кг, варення та мармеладу – до 5 мг/кг.

**Токсичні елементи.** В результаті дії забрудненого довкілля, а також при порушенні технологічної обробки або умов зберігання в харчових продуктах можуть з'явитися токсичні речовини. До їх числа відносяться і

токсичні елементи. Важкі метали надзвичайно токсичні навіть в мікроскопічних дозах. Тому важливим завданням є постійний контроль харчової сировини і готової продукції, щоб забезпечити випуск нешкідливих для здоров'я продуктів харчування.

Основа токсичної дії лежить в найзагальнішому випадку у взаємодії між металами і біологічно активними білками.

До складу організму людини входить 81 елемент. 99% маси тіла представлені 4 основними елементами:

1. Вуглецем (від латів. *Carboneum* – C),
2. Воднем (від латів. *hydrogenium* – H),
3. Киснем (від латів. *oxgenium* – O),
4. Азотом (від латів. *nitrogenium* – N)
5. і 8 макроелементами, що містяться у відносно великих кількостях, і 69 мікроелементами.

Дози токсичних металів позначені в міжнародних вимогах, що висуваються до харчових продуктів об'єднаною комісією ФАО (Продовольча організація ООН) і ВООЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я), в документі під назвою «Кодекс алиментариус». Відповідно до цього документу найбільш важливими в гігієнічному контролі харчових продуктів є вісім елементів – **ртуть, свинець, кадмій, миш'як, мідь, цинк, олово і залізо**. У нашій країні в цей перелік включають також **нікель, хром, селен, алюміній, фтор і йод**. Зрозуміло, не усі перераховані елементи є отруйними, деякі з них потрібні для нормальної життєдіяльності людини і тварин. Тому часто важко провести чітку межу між біологічно необхідними і шкідливими для здоров'я людини речовинами.

У більшості випадків реалізація того або іншого ефекту залежить від концентрації. При підвищенні оптимальної фізіологічної концентрації елемента в організмі може настати інтоксикація, а дефіцит багатьох елементів в їжі і воді може привести до досить важких і важко

розпізнаваних явищ недостатності.

Накопичення хімічних елементів у внутрішніх органах людини призводить до розвитку різних захворювань. Найбільше в організмі людини накопичується кадмій, хром – у нирках; мідь – в шлунково-кишковому тракті; ртуть – в центральній нервовій системі; цинк – в шлунку, руховому апараті; миш'як – у бруньках, печінці, легенях, серцево-судинній системі; селен – в кишечнику, печінці, нирках; берилій – в органах кровотворення, нервовій системі. Найбільшу небезпеку серед усіх перерахованих елементів представляють ртуть, свинець і кадмій. І навіть якщо важкі метали не є головною причиною яких-небудь захворювань, вони, разом з іншими токсинами, можуть бути супутнім чинником, що викликає лавину ефектів, що призводять до розладу імунної системи індивіда. Спровокована металами імунна недостатність може просто давати можливість одному з вірусів залишитися активним або неконтрольованим.

Для більшості продуктів харчування встановлені ГДК токсичних елементів, до дитячих і дієтичних продуктів пред'являються жорсткіші вимоги.

**Свинець (Pb)** – є одним з найпоширеніших в довкіллі і одним з дуже токсичних елементів, у зв'язку з чим дія його надлишку на організм людини вивчена найдетальніше.

Нині перелік сфер його застосування дуже широкий: виробництво акумуляторів, електричних кабелів, хімічне машинобудування, атомна промисловість, виробництво емалей, мастик, лаків, кришталю, сірників, пластмас і тому подібне. В результаті виробничої діяльності людини в природні води щорічно потрапляє 500–600 тис. т свинцю, а в атмосферу близько 450 тис. т, переважна більшість якого осідає на поверхні Землі. Основне джерело забруднення атмосфери – вихлопні гази автотранспорту (260 тис. т) і спалювання кам'яного вугілля (близько 30 тис. т). У тих країнах, де використання бензину з додаванням тетраетилсвинця зведене

до мінімуму, вміст свинцю в повітрі вдалося значно понизити. Слід підкреслити, що багато рослин накопичують свинець, який передається по харчових ланцюгах і виявляється в м'ясі і молоці сільськогосподарських тварин, особливо активне накопичення свинцю відбувається поблизу промислових центрів і великих автомагістралей.

Свинець потрапляє в організм людини з їжею. Наприклад, в консервованих металевій тарі плодовоовочевих продуктах вміст свинцю може збільшуватися в 10 разів в порівнянні з природним рівнем. В основному підвищення вмісту свинцю спостерігається в консервах, поміщених у збірну бляшану тару, яка кріпиться збоку і з кришкою припоєм, що містить певну кількість свинцю. На жаль, пайка не завжди буває якісна (утворюються бризки припою). І, хоча консервні банки ще додатково покривають спеціальним лаком, це не завжди допомагає. Є випадки, правда досить рідкісні (всього 2%), коли в консервах з цієї тари накопичується, особливо при тривалому зберіганні, до 3 мг/кг свинцю, що вже представляє небезпеку для здоров'я. З цієї причини продукти у збірній бляшаній тарі не рекомендується зберігати більше 5 років. Не можна зберігати і готувати їжу в декоративному фарфоровому або керамічному посуді (тобто в посуді, призначеному для прикраси, але не для їжі), оскільки дуже часто глазур, особливо жовтого і червоного кольорів, містить солі свинцю і кадмію, які легко переходять в їжу. Потужним джерелом потрапляння свинцю в організм людини є і питна вода. Доведено, що підвищення вмісту свинцю у воді обумовлює, як правило, збільшення його концентрації в крові.

Особливо небезпечні для людини отруєння, викликані органічною сполукою свинцю, – тетраетилсвинцем  $Pb(C_2H_5)_4$ , який є маслянистою безбарвною рідиною із специфічним різким запахом, токсичнішою, ніж сам свинець.

Поглинений свинець міститься в крові і інших рідинах організму, накопичується в кістках у вигляді нерозчинних трифосфатів. Основними мішенями при дії свинцю є кровотворна, нервова і травна системи, а також

нирки. Свинцева інтоксикація може призводити до серйозних порушень здоров'я, що проявляються в частих головних болях, запамороченні, стомлюваності, погіршенні сну, в найбільш важких випадках призводить до паралічів, розумової відсталості.

Нині в якості гігієнічного нормативу затверджена ГДК свинцю в питній воді на рівні 0,03 мг/л, а в повітрі так само, як і для ртуті, складає 0,0003 мг/м<sup>3</sup>. Комітет експертів ФАО і ВООЗ встановив, що допустимий щотижневий прийом свинцю для людини складає 3 мг, а ДДД свинцю – 0,007 мг/кг. Це засновано на даних про токсичність для дорослих людей і на припущенні, що поглинається тільки 10% прийнятого з їжею свинцю. Встановлена величина не відноситься до грудних і маленьких дітей, оскільки не відома міра негативної дії свинцю на цю вікову групу, хоча існує припущення, що в організмі дітей засвоюється 30–40% свинцю, що поступив. Щоденне надходження свинцю в організм людини з їжею складає 0,1–0,5 мг, з водою – 0,02 мг. Вміст свинцю в різних продуктах такий: фрукти 0,01–0,6, овочі 0,02–1,6, м'ясо і риба 0,01–0,78, молоко 0,01–0,1 (мг/кг).

Для визначення свинцю використовують різні методи, частіше методи атомної абсорбції, емісійної спектроскопії, рентгенівської флуоресценції. Для аналізу продуктів харчування на вміст свинцю і кадмію використовують також метод зміннострумової полярографії з ртутним краплинним електродом. Для пробопідготовки використовується як сухе озолення з добавкою нітрату магнію або алюмінію і кальцію, так і мокре – сумішшю азотної і хлорної кислот, застосування сірчаної кислоти не рекомендується.

**Ртуть (Hg)** за своїми властивостями різко відрізняється від інших металів: в нормальних умовах ртуть знаходиться в рідкому стані, має дуже слабку спорідненість до кисню, не утворює гідроксидів. Це високотоксична, кумулятивна отрута. В організм людини може потрапляти різними способами, наприклад, при виробництві хлору електролітичним методом можливе утворення стічних вод, забруднених хлором, ртуттю і її солями. Присутність в таких водах ртуті навіть в нікчемно малих концентраціях



(менше 0,001 %) сприяє пригніченню і повному припиненню в них усіх біологічних процесів. Ртутні з'єднання, що скидаються у водойми, мають властивість накопичуватися в рибі, зазвичай пропорційно її віку і розміру, а кулінарна теплова обробка знижує зміст ртуті в рибі лише на 20%. Іноді джерелом підвищеного вмісту ртуті в продуктах стає зерно, оброблене ртутьорганічними препаратами. З рослинних продуктів ртуті понад усе міститься в какао- бобах, а, отже, і в шоколаді (до 0,1 мг/кг), виготовленому на їх основі.

Ртуть і її з'єднання вражають кровотворну, ферментативну, нервову системи і нирки, викликають безліч різних патологічних станів і є шкідливими у будь-яких кількостях. Ртуть належить до елементів, постійно присутніх в довкіллі і живих організмах. Вміст її в організмі людини складає 13 мг. Кодексним комітетом об'єднаної комісії ФАО і ВООЗ встановлена тижнева безпечна доза присутності загальної ртуті – 5 мкг на кожен кілограм маси людського тіла. Допустима добова доза – 0,3 мг, причому не більше 0,2 мг у вигляді метилртуті. Допустима концентрація металевої ртуті в повітрі – 0,0003 мг/м<sup>3</sup>; для води господарсько-питного і культурно-побутового призначення ГДК ртуті – 0,0005 мг/л, а для водних об'єктів рибогосподарського призначення – 0,0001 мг/л. Що ж до метилртуті, то її доля ще менша – всього 3,3 мкг/кг маси тіла. Прийом 1 г ртутної солі смертельний. Неорганічні з'єднання ртуті порушують обмін аскорбінової кислоти, кальцію, міді, цинку, селену, обмін білків, токоферолів та ін.

Для інших продуктів характерно наступний вміст ртуті (мкг/кг). У продуктах тваринництва: м'ясо – 6–20, печінка – 20–35, нирки – 20–70, молоко – 2–12, вершкове масло – 2–5%; у їстівних частинах сільськогосподарських рослин: овочі – 3–59, фрукти – 10–124, зернові – 10–103; у капелюшних грибах – 6–447, в перезрілих до 2000 мкг/кг, причому на відміну від рослин в грибах може синтезуватися метилртуть. При варінні риби і м'яса концентрація ртуті в них знижується, при аналогічній обробці грибів залишається незмінною. Ця відмінність пояснюється тим, що в грибах

ртуть зв'язана з аміногрупами азотовмісних з'єднань, в рибі і м'ясі – з сірковмісними амінокислотами. Споживання людиною риби, навіть при концентрації в ній ртуть 0,8–1,6 міліграм/кг приводить до відкладення у волоссі металу до 50 міліграма/кг, при цьому починають проявлятися ознаки отруєння. Вміст ртуті у волоссі більше 300 міліграма/кг загрожує життю людини.

Найкращі результати визначення ртуті дає метод атомної абсорбції з використанням техніки низькотемпературної холодної пари. Цей метод є арбітражним. Для поточних досліджень може бути використана колориметрія з йодидом міді (фотометрують розчин тетраїодмеркуріату міді). Колориметрія з дитизоном не рекомендується, оскільки для більшості продуктів не дозволяє визначати величини ГДК. Метилртуть визначають методом газорідинної хроматографії.

**Кадмій (Cd)** – високотоксичний елемент. Кадмій широко застосовується в різних галузях промисловості. У повітря кадмій поступає разом зі свинцем при спалюванні палива на ТЕЦ, з газовими викидами підприємств, що роблять або використовують кадмій. Забруднення ґрунту відбувається при осіданні кадмій-аерозолей з повітря і доповнюється внесенням мінеральних добрив: суперфосфату (7,2 міліграм/кг), фосфату калію (4,7 міліграми/кг), селітри (0,7 міліграм/кг). Помітний вміст кадмію в гної, де він виявляється в результаті наступного ланцюга переходів: повітря – ґрунт – рослини – травоядна тварина – гній. У певних умовах іони кадмію, маючи велику рухливість в ґрунтах, легко переходять в рослини, накопичуються в них і потім потрапляють в організм тварин і людини. Вміст кадмію в рослинних продуктах залежить від дози добрива суперфосфата. Надлишок суперфосфату змивається дощами в річку. Туди ж несуть його і ґрунтові води. Інше могутнє джерело кадмію – стічні води гальванічних цехів і виробництв. Кадмій може з'явитися і в консервному виробництві при використанні бляшаної тари (з'єднання деталей якої здійснюється пайкою) при порушенні технології пайки, застосуванні випадкових припоїв або

неякісних покриттів. Можливі забруднення їжі кадмієм, вживаним для фарбування пластмас.

Вміст кадмію в деяких продуктах (у мкг/кг): горох – 15–19, картопля – 12–50, томати – 10–30, рослинна олія – 10–50, гриби – 100–500, молоко – 2,4. Встановлено, що приблизно 80 % кадмію потрапляє в організм людини з їжею, 20 % – через легені з атмосфери або при палінні (у одній сигареті 1,5–2,0 мкг кадмію). З раціоном отримуємо до 150 мкг/кг і вище за добу. Кадмій може накопичуватися в печінці риб у значній кількості. Встановлений і великий вміст його в устрицях. Він може накопичуватися і в печінці тварин.

Подібно до ртуті і свинцю кадмій не є життєво необхідним елементом. Потрапляючи в організм, кадмій проявляє сильну токсичну дію, головною мішенню якої є нирки. Відмічені канцерогенний, мутагенний і тератогенний ефекти кадмію. ДДД – 1 мкг/кг маси тіла. ГДК кадмію у воді господарсько-питного і культурно-побутового призначення – 0,001 мг/л, в об'єктах рибогосподарського призначення – 0,005 мг/кг.

Кадмій погано виводиться, і від 50 до 75% його від кількості, що потрапила, утримується в організмі. Найбільш типовим проявом отруєння кадмієм є порушення процесів поглинання амінокислот, фосфору і кальцію у нирках. Визначають кадмій в продуктах харчування методами атомної абсорбції, полярографії, нейтронної активації.

**Миш'як** (As) – хімічний елемент з групи неметалів, міститься в невеликих кількостях в усіх тваринах і рослинних організмах. Миш'як – високотоксична кумулятивна отрута, що вражає нервову систему. Потрапляє в організм з їжею і накопичується головним чином в печінці, селезінці, нирках і крові (у еритроцитах), а також волоссі і нігтях. Цей факт використовується в судовій медицині для проведення аналізу волосся і нігтів при підозрі на отруєння миш'яком. Виділяється миш'як з потом, сечею і іншими продуктами обміну речовин. Разова доза миш'яку 30 мг є смертельною для людини. Хронічна інтоксикація спостерігається при споживанні 1–5 міліграм в добу. При гострому отруєнні симптоми його

зазвичай настають через 20–30 хв. При цьому спостерігаються різко виражені ознаки розладу шлунково-кишкового тракту, почуття паління і металевого смаку у роті. Відзначається різка загальна і сердечна слабкість, різке зниження кров'яного тиску, втрата свідомості. Нерідко отруєння закінчується летальним результатом. Якщо потерпілого вдається вивести з важкого стану, у нього спостерігаються пригніблення центральної нервової системи, виснажливі болів кінцівках. ФАО і ВООЗ встановлена тижнева безпечна доза – 5 мкг/кг маси тіла. Для токсичніших неорганічних з'єднань миш'яку встановлена норма 2 мкг/кг маси тіла на добу.

Потрапляючи з шлунково-кишкового тракту, миш'як і різні миш'яковисті сполуки швидко поглинаються тканинами організму, особливо печінкою. Токсична дія миш'яку пов'язана з порушенням ним окислювальних процесів в тканинах внаслідок блокади ряду ферментних систем організму (блокуванням сульфгідрильних груп ферментів, з якими миш'як утворює стійкі токсичні з'єднання).

За діючими нормативами вміст миш'яку в продуктах харчування не повинен перевищувати 1 мг/кг. Підвищений вміст миш'яку відзначається в рибі, ракоподібних. ДДД – 0,05 мг/кг маси тіла. ГДК у воді господарсько-питного і культурно-побутового призначення – 0,05 мг/л.

Арбітражним методом визначення миш'яку є колориметрія з диетилдитиокарбаматом срібла після відгону миш'яку з гідролізату (чи розчину золи) у вигляді гідриду або трихлориду миш'яку. Останнім часом все частіше використовується визначення атомної абсорбції, але воно можливе тільки після попередньої концентрації миш'яку у вигляді гідриду  $AsH_3$  і з використанням графітової кювети.

**Селен (Se)** – один з найбільш токсичних елементів таблиці Менделєєва. Потрапляючи в організм селен руйнує стінки мембран еритроцитів. За сучасними даними, токсична дія надлишку селену проявляється в порушенні ним обміну сірки в організмі. Селен витісняє сірку з сірковмісних амінокислот – метіоніну, цистину та ін. Разом з цим негативна дія надлишку

селену залежить від властивої йому хімічної спорідненості з гемоглобіном. Селен порушує функції гемоглобіну і знижує рівень тканинного дихання в організмі. Особливо ефективний селен у поєднанні з вітаміном Е і  $\beta$ -каротином, з якими проявляє синергічність, що робить їх важливими компонентами антиоксидантних програм. Селен допомагає у збереженні еластичності тканин, попереджає появу лупи. Селен – антагоніст ртуті і миш'яку і здатний захищати організм від цих елементів і кадмію, у меншій мірі – від свинцю і талію (в останньому випадку особливе значення має вітамін Е), має виражену захисну дію по відношенню до сперматозоїдів і забезпечує їх рухливість. Селен знижує ризик раку шкіри, легенів, шлунку і жіночих статевих органів; а помірна зміна вмісту селену веде до виникнення почуття тривоги і втоми.

Селен потрапляє в організм людини з ґрунту з продуктами рослинництва і тваринництва, що визначає залежність рівня забезпеченості мікроелементом від геохімічних умов проживання. Вміст селену в продуктах коливається в межах (у мкг/кг): борошнопшеничне – 80–600, борошно житнє – 6–70, крупи – 10–200, хліб пшеничний і житній (у перерахунку на суху масу) – 60–400 і 50–300 відповідно, яловичина – 100–100, ковбаси – 60–200, курчата – 200, риба – 150–450, морепродукти – 300–600, молоко сухе – 10–150, молоко цілісне – 10–15, сири – 100–150, яйця – 100–250. Цікаво, що накопичувачем селену є бліда поганка, дуже багато селену також в червоному мухоморі. Овочі і фрукти містять украй мало селену і являються тому поганими джерелами мікроелемента для людини. Окремі органи тварин (особливо печінка, нирки) можуть накопичувати мікроелемент у високих концентраціях. ГДК у воді господарсько-питного і культурно-побутового призначення – 0,001 мг/л.

**Алюміній (Al)** – елемент, який виявляє неприємні для людини властивості. Наприклад, проведені в Англії дослідження показали наявність зв'язку між вмістом алюмінію в питній воді і хворобою Альцгеймера (дегенерація нервових клітин). Алюміній знайшов широке застосування в

техніці і в побуті. Постачальниками алюмінію в організм людини є алюмінієвий посуд, якщо вона контактує з кислим або лужним середовищем, причому вміст алюмінію може збільшитися в продуктах майже двічі; вода, яка збагачується іонами алюмінію при обробці її сульфатом алюмінію на очисних станціях.

При порушенні діяльності нирок відбувається накопичення алюмінію, що супроводжується ростом крихкості кісток, розвитком різних форм анемії, що пов'язано з порушенням метаболізму кальцію, магнію, фосфору і фтору. Крім того, були виявлені і грізніші прояви токсичності алюмінію: порушення мови, провали в пам'яті, порушення орієнтації. Усе це дозволяє наблизити «нешкідливий», такий, що вважався нетоксичним до недавнього часу алюміній, до «*похмурої трійки*» супертоксикантів: *ртуть, свинець, кадмій*.

Для визначення алюмінію може бути використана колориметрія з ауристрикарбоною кислотою, 8-оксихинолином, алюміноном або ериохромціаном. Проте, останнім часом, алюміній найчастіше визначають методом атомної абсорбції. Підготовку проби здійснюють тільки мокрим озоленням.

**Хром (Cr)** часто відносять до ймовірно необхідних організму елементів. Хром може захистити від клінічно вираженого діабету, шляхом посилення здатності організму регулювати вміст цукру в крові; створення запасів хрому може допомогти в подоланні стресу і розщеплюванні надмірного жиру. Безумовно доведена незамінність тривалентного хрому (вміст якого переважає над іншими його формами в продуктах харчування) в процесах обміну вуглеводів, ліпідів, утилізації глюкози в організмі. Хром посилює ефект дії інсуліну в периферичних тканинах організму людини. Дефіцит хрому проявляється у піддослідних тварин пригніченням росту і ознаками порушення обміну глюкози, що призводить до розвитку симптомів діабету.

З іншого боку хром відомий як мутагенний і канцерогенний метал. Найбільш отруйні з'єднання шестивалентного хрому. Вони

характеризуються подразливою і припікаючою дією на слизові оболонки і шкіру, викликаючи їх виразки. Хром, потрапляючи через дихальні шляхи і шкіру, може накопичуватися в печінці, нирках (ушкоджуються ниркові канали), ендокринних залозах. На відміну від цинку і міді, хром дуже повільно виводиться з організму. При незначних концентраціях хрому в повітрі виникає роздратування слизової оболонки верхніх дихальних шляхів, що викликає нежить, першіння в горлі, сухий кашель. При вищих концентраціях можуть з'явитися кровотечі з носа і навіть руйнування носової перегородки.

У рослинах виявляється наступна кількість хрому (мкг/кг): у фруктах – 0–200, овочах – 0–360, злаках – 10–520, в молоці – 10, м'ясопродуктах – 20–560, морепродуктах – 10–440. Добове споживання хрому з їжею в США коливається від 10 до 100 мкг. Засвоюється він приблизно на 10%. Цей елемент виділяється з організму переважно з сечею, добре накопичується у волоссі, де його зазвичай міститься 2 мкг/г.

ГДК у воді, господарсько-питного і культурно-побутового призначення –  $Cr^{3+}$  – 0,5 мг/л;  $Cr^{+6}$  – 0,05 мг/л.

Визначають хром різноманітними фізико-хімічними і фізичними методами: емісійна спектроскопія, атомна абсорбція, нейтронна активація, фотометрично з дифенілкарбазидом.

**Олово (Sn)** – елемент середньої токсичності. Спостерігалися випадки масового отруєння при споживанні різних соків із вмістом олова 300–500 міліграм/кг. В консервованих продуктах, особливо у присутності нітратів, вміст олова через бляшану корозію при тривалому зберіганні може досягти величини, небезпечної для здоров'я.

Завершуючи розгляд токсичних елементів, представляється корисним вказати причини дефіциту і надлишку як токсичних, так і життєво необхідних і ймовірно або умовно необхідних макро- і мікроелементів.

Важкі метали є важливою складовою в різних областях сучасних технологій. Важкі метали є присутніми в амальгамових пломбах («срібна» пломба з

розчинними металами містить як мінімум 50 % ртуть, 35 % алюмінію, срібло, олово і іноді мідь); у багатьох антиперсперантах (алюміній); деяких матрацах і вогнезахисних піжамах (миш'як і сурма); водопровідній воді; і у багатьох видах риби. Миш'як використовується для запобігання гниттю виробів з дерева (зеленувате дерево – це дерево, оброблене миш'яком). Якщо така деревина використовується поблизу садів, то вирощені там «здоровим методом» овочі можуть містити вражаючу кількість миш'яку. У тютюні міститься значна кількість кадмію, в засобах для фарбування волосся є присутнім нікель.

**2.1.Забруднення продуктів радіонуклідами.** Радіоактивні матеріали увійшли до складу Землі із самого її виникнення. Навіть людина злегка радіоактивна, бо в будь-якій живій тканині присутні сліди радіоактивних речовин. Людина зазнає опромінення двома способами: радіоактивні речовини можуть знаходитись поза організмом і опромінювати його ззовні, у цьому випадку йдеться про зовнішнє опромінення. Або ж радіоактивні речовини можуть перебувати в повітрі, яким дихає людина, в їжі, чи у воді, і потрапити в організм. Перед тим як потрапити в організм людини, радіоактивні речовини проходять складний шлях у навколишньому середовищі.

Виникнення у біосфері продуктів ділення та включення їх у харчові ланцюги, зумовило надходження радіонуклідів у живі організми і стало причиною додаткового опромінення рослин, тварин та людини. Можна виділити наступні шляхи потрапляння радіонуклідів в організм людини через продукти харчування: рослина – людина; рослина – тварина – молоко – людина; рослина – тварина – м'ясо – людина; атмосфера – опади – водойми – риба – людина.

Розрізняють поверхневе та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами.

При поверхневому забрудненні радіоактивних речовин, ті, що переносяться повітряним середовищем, осідають на поверхні продуктів,



частково проникаючи всередину рослинної тканини. Більш ефективно радіоактивні речовини утримуються на рослинах з ворсистим покривом, в складках листя суцвіть. При цьому затримуються не тільки розчинні форми радіоактивних з'єднань, а й нерозчинні. Однак поверхнєве забруднення легко видаляється навіть через декілька недінь.

Структурне забруднення обумовлене фізико-хімічними властивостями радіоактивних речовин, складом ґрунту, фізіологічними особливостями рослин. При надходженні радіонуклідів з ґрунту через кореневу систему рослин, внаслідок дії сорбційних сил ґрунтового поглинального комплексу, відбувається сепарація радіонуклідів. Одні з них перебувають у ґрунті у порівняно доступному для рослин стані і тому велика їх кількість надходить у наземні частини рослин, а та частина, що міцно фіксується твердою фазою ґрунту, мало доступна для рослин.

Одним із шляхів включення радіонуклідів у біологічні і харчові ланцюги може бути заковтування тваринами разом з кормом часток ґрунту, що містять радіонукліди при випасанні. Основними каналами виведення радіонуклідів з організму ссавців є шлунково-кишковий тракт і нирки, а у лактуючих тварин, крім того – молочні залози. Частина продуктів ділення, яка надійшла в організм лактуючих тварин, виводиться разом з молоком. У дослідях на лактуючих козах і коровах доведено, що концентрація радіонуклідів у молоці завжди у 5 – 10 разів вища, ніж у плазмі крові. Найбільш високі концентрації радіонуклідів у молоці корів спостерігаються у зимові та весняні місяці, що пояснюється зменшенням потреби щитовидної залози в йоді і підвищенням поглинання його молочною залозою.

Зменшення поступлення радіонуклідів в організм з їжею можна досягти шляхом зменшення їх кількості в продуктах харчування за допомогою різних технологічних та кулінарних обробок харчової сировини. За рахунок обробки харчової сировини – ретельного миття, чистки продуктів, відділення малоцінних частин можливо видалити від 20 до 60% радіонуклідів. Так, перед миттям деяких овочів необхідно видаляти верхні більш забруднені

листя (капуста, цибуля ріпчаста та інші). Картоплю та коренеплоди обов'язково миють двічі: перед очисткою від шкурки та після.

Найбільш ефективним методом кулінарної обробки сировини в умовах підвищеного забруднення радіонуклідними речовинами є варіння, при якому значна частина радіонуклідів переходить у відвар. Використовувати такий відвар в їжу нецільспрямовано. Для отримання відвару необхідно варити продукт у воді 10 хв. Потім воду злити і продовжувати варку у новій порції води.

М'ясо перед приготуванням потрібно порізати на шматочки, замочити на дві години в холодній воді, потім воду злити, залити другою водою і варити на вогні 10 хв., потім слід воду злити і варити у новій порції води до готовності. При смаженні м'яса та риби на поверхні з'являється коринка, котра перешкоджає виведенню радіонуклідів та інших шкідливих речовин. Тому при ймовірності забруднення харчових продуктів потрібно надавати перевагу відварним м'ясним та рибним стравам, а також стравам, приготованих на пару.

Зниження складу радіонуклідів у молочних продуктах можна досягти шляхом отримання із молока жирових та білкових концентратів. При переробці молока у вершки залишається не більше 9% цезію і 5% стронцію, в сирі – 21% цезію та 27% стронцію в сирах 10% цезію і 45% стронцію У вершковому маслі біля 2% цезію від його складу в молоці.

Миття і тушкування квасолі (10 хв. При температурі 96°C) сприяє зменшенню кількості стронцію на 56%. При очищенні помідорів від шкірки після занурення у гарячу воду (90°C на 3 хв.) вміст того ж радіоізоотопу зменшується на 39%. Стерилізація стручкової квасолі в домашніх умовах зумовлює зниження стронцію на 50%. Миття зелені і салатів 2% - ним розчином лимонної кислоти зменшує кількість цезію на 57% і стронцію на 19%.

Фрукти і овочі, крім кулінарної обробки у домашніх умовах, у великій кількості переробляють у промислових умовах.

Особливий інтерес становить вплив технологічного режиму виробництва на плодіві і овочеві консерви. При нормальній технологічній переробці основних фруктів і овочів вміст стронцію у готовому продукті зменшується майже у 6 разів порівняно із сировиною. Вміст радіоізоотопу зменшується при консервуванні у такому порядку: молодого гороху – у 3, 5 разів, моркви – у 1,3, помідорів – 1,5 і персиків у 2 рази. При переробці у промислових умовах фруктів і овочів, забруднених радіонуклідами лише ззовні, рекомендується такий режим попередньої обробки:

- промивання протягом 1-2 хв. Водяним струменем з метою усунення основної частини механічно затриманих радіонуклідів;
- обробка протягом 10 хв. десорбуючим розчином соляної кислоти (1%);
- повторне миття водним струменем протягом однієї хв. для усунення решти розчину з поверхні фруктів і овочів.

Отже, щоб запобігти забрудненню продуктів харчування необхідний їх радіаційний контроль. Це процес досить складний, потребує певного мінімуму параметрів. Значимість проблеми підсилюється також небезпекою, яку створюють для здоров'я людини навіть мінімальні кількості радіонуклідів у їжі.

**2.3. Радіоактивне забруднення.** Джерела радіоактивності, як і інші забрудники, є компонентами харчових ланцюгів: атмосфера – вітер – дощ – ґрунт – рослини – тварини – людина. Аналізуючи дані про взаємодію радіонуклідів з компонентами природного середовища і організмом людини, необхідно відмітити наступне. Радіонукліди природного походження ( $^3H$  (астат),  $^7Be$  (берилій),  $^{14}C$  (радіокарбон),  $^{22}Na$ ,  $^{24}Na$ ,  $^{40}K$ ,  $^{238}U$  (уран),  $^{232}Th$  (торій)) постійно є присутніми в усіх об'єктах неживої і живої природи, починаючи з моменту утворення нашої планети. При цьому радіаційний фон в різних регіонах Землі може відрізнятися в 10 і більше разів.

В результаті виробничої діяльності людини, пов'язаної з видобутком

корисних копалин, спалюванням органічного палива, створенням мінеральних добрив і тому подібне, сталося збагачення атмосфери природними радіонуклідами, причому природний радіаційний фон постійно міняється.

З моменту освоєння людиною ядерної енергії у біосферу почали поступати радіонукліди, що утворюються на АЕС, при виробництві ядерного палива і випробуваннях ядерної зброї. Отже, постало питання про штучні радіонукліди і особливості їх впливу на організм людини. Серед радіонуклідів штучного походження виділяють 21 найбільш поширений, 8 з яких складають основну дозу внутрішнього опромінення населення:

$^{14}\text{C}$ , (радіокарбон),  $^{137}\text{Cs}$ , (цезій 137),  $^{90}\text{Sr}$ , (стронцій 90),  $^{89}\text{Sr}$ , (стронцій 89),  $^{106}\text{Ru}$  (рутений),  $^{144}\text{Ce}$ , селен,  $^{131}\text{I}$ , йод,  $^{95}\text{Zr}$  цирконій

При оцінці радіоекологічних наслідків Чорнобильської катастрофи засадничими чинниками є наступні обставини: **цезій-137** продовжує залишатися в кореновому шарі рослин, а отже, буде довго потенційно доступний для них; Діти є критичною групою при оцінці наслідків опромінення, оскільки мають більшу радіочутливість, як зростаючі організми, а особливості їх обмінних процесів і структура живлення створюють умови для накопичення значних кількостей цезію-137 в їх організмі і отримання вищих доз опромінення, ніж у дорослих. Основним джерелом такого неприпустимо високого накопичення радіонуклідів в організмі дітей є споживання місцевих продуктів харчування, що містять цезій-137 вище за допустимі рівні (дитяче харчування усіх видів більше 37 Бк/кг, л).

**Стронцій-90** наполовину перейшов у вільну форму, став легко доступний для рослин і більшою мірою здатний включатися в харчові ланцюжки, потрапляти в організм людей і накопичуватися там, збільшуючи ризик для здоров'я. Стронцій-90 мігрує по харчових ланцюгах і накопичується в кістковій тканині людини. Стронцій-90, що відклався в кістковій тканині піддає хронічному опроміненню кістковий мозок і органи кровотворення.

Опромінення порушує хімічні, біохімічні процеси, що відбуваються в клітинах; руйнує клітинні мембрани. Одночасно можливі усі види мутацій: геномні, хромосомні, генні.

Найважливішим чинником запобігання накопиченню радіонуклідів в організмі людей є харчування. Це і споживання певних продуктів і їх окремих компонентів. Особливо це стосується захисту організму від стійких радіонуклідів, які здатні мігрувати по харчових ланцюгах, накопичуватися в органах і тканинах, піддавати хронічному опроміненню кістковий мозок, кісткову тканину і тому подібне. Встановлено, що збагачення раціону рибою, кальцієм, фтором, вітамінами А, Е, С, які є антиоксидантами, а також незасвоєваними вуглеводами (таких як пектин) сприяє зниженню ризику онкологічних захворювань.

По мірі накопичення радіонуклідів овочеві культури розташовуються в наступному зростаючому порядку: капуста, огірки, кабачки, томати, цибуля, перець солодкий, часник, салат, картопля, морква, буряк, редька, редис, горох, боби, квасоля, щавель. З плодово-ягідних культур більшою мірою схильні до радіоактивного забруднення червона і чорна смородина, агрус, у меншій мірі – суниця садова, полуниця, малина, яблука, груші, вишня, слива, черешня.

У вареному м'ясі (яловичина, свинина, баранина та ін.) залишається 40% радіонуклідів від тих, що містяться їх в початковому свіжому м'ясі. У бульйоні залишається до 60% від цезію-137, що міститься в початковому м'ясі.

Солі *радіоцезію* мають тенденцію залишатися у водній фазі. Тому переробка молока є ефективним способом зниження вмісту радіонуклідів в кінцевих молочних продуктах. У дослідженнях встановлено, що радіонукліди цезію і стронцію не пов'язані з жирною фазою молока. Звідси, переробляючи молоко на жирні молочні продукти (вершки, масло), можна істотно понизити вміст радіонуклідів в харчовому ланцюжку.

Картоплю звільняють від радіонуклідів вимочуванням впродовж 3–4

годин в злегка підсоленій воді, при цьому виводяться до 40% радіонуклідів. Тушіння очищеної моркви знижує зміст в ній цезію-137 на 50%, очищеного буряка до 30%, а тушіння томатів – до 50%.

Консервування знижує вміст цезію-137 в шпинаті і капусті до 20%; очищення, промивання, кип'ятіння цибулі – до 50%. Соління, маринування огірків знижує вміст цезію-137 до 15%, консервація – до 6% від початкового.

Основна частина активності грибів може бути виведена при варінні в 2%-вому розчині солі (до 20%); при вимочуванні як свіжих, так і сухих грибів в такому ж сольовому розчині – до 10–20%, при обварюванні окропом – до 10–40%. Помел зерна пшениці у біле борошно знижує вміст цезію-137 до 20–80% від початкового, в темне борошно – до 5–10% (а стронцію-90 – до 10–20%), в манну крупу – до 15–50%.

#### ***2.4. Діоксин і діоксиноподібні сполуки.***

Діоксин є побічним продуктом виробництва пластмас, пестицидів, паперу, дефоліантів (викликають опадання листя у рослин; застосовуються для переджнивного видалення листя, з метою полегшення механізованого збирання врожаю). Діоксин виявлений у складі відходів металургії, деревообробної і целюлозно-паперової промисловості. Вони утворюються при знищенні відходів в сміттєспалювальних печах, на ТЕС; є присутніми у вихлопних газах автомобілів, при горінні синтетичних покриттів і масла, на міських звалищах. Таким чином, проблема діоксину набула глобального характеру.

При попаданні в довкілля діоксин інтенсивно накопичується в ґрунті, водоймах, активно мігрує по харчових ланцюгах.

В організм людини діоксин потрапляє в основному з їжею. Загальна кількість діоксинів, що потрапляють в організм людини, складає від 78 до 119 мг/добу. З них 97% потрапляє в організм з продуктами харчування. Серед основних продуктів небезпечні концентрації діоксину виявляються в м'ясі, рибі, тваринних жирах, молочних продуктах (вміст діоксину визначається жирністю цих продуктів, оскільки діоксин – жиророзчинне

з'єднання). Джерелами діоксину можуть бути і коренеплоди (картопля, морква та ін.). 36% діоксину потрапляє в організм з яловичиною, з молоком і молочними продуктами – 24,1% (вміст діоксину в молоці в 40–200 разів перевищує їх наявність в тканинах тварини); зі свининою – 12,2%. І тільки 2,2% діоксину потрапляє в організм з повітрям. Хвороботворну дію на організм чинять кількості діоксину, що вимірюються в мкг, нг і пг.

Зараз визнана неприпустимою присутність діоксину в продуктах харчування, повітрі і питній воді. Досягти ж цього практично неможливо. Тому різними службами контролю і охорони довкілля і здоров'я людини у більшості розвинених країн встановлені норми допустимого потрапляння діоксину в організм людини, а також ГДК або рівні їх вмісту в різних середовищах (повітрі, воді, ґрунті і так далі).

У малих дозах діоксин викликає мутагенний ефект, відрізняється кумулятивними властивостями. Діоксин при хронічній і гострій дії викликає різні патологічні зміни в організмі. При отруєнні, у людей спостерігаються травні розлади, головний і м'язовий біль. У разі гострих отруєнь однією з ранніх ознак є прогресуюче зниження маси тіла.

Визначення вмісту діоксину і інших суперекотоксикантів у біологічних об'єктах і довкіллі є одним з важких аналітичних завдань.

Як перша стадія аналізу приблизно в 65% методик застосовується екстрагування. Воно може забезпечувати досить повний розподіл, хоча завжди існує небезпека того, що частина слідового компонента не розчиниться, залишиться в матриці і, таким чином, буде загублена. Проконтролювати ефективність екстрагування досить важко, оскільки, як правило, не існує задовільних стандартів, з твердою матрицею слідовий компонент пов'язаний точно так, як і визначувана речовина з матрицею зразка.

Упарювання розчинів визначуваних речовин, що є наступною стадією аналізу, також має свої особливості. Незважаючи на уявну простоту, ця стадія аналізу може істотним чином впливати на кінцевий результат

визначення, оскільки багато органічних сполук мають помітний тиск пари навіть при кімнатній температурі. Наявні у світовій практиці методи для аналізу суперекотоксикантів добре відомі і, як правило, обмежені використанням комбінованого методу, що поєднує високоефективну газову і рідинну хроматографію з маспектрометрією низького розподілу (ГРХ–МСНР) і високого розділення (ГРХ–МСВР). Вимоги зі специфічністю аналізу діоксину можна виконати, використовуючи ГРХ, тоді як, використовуваний в якості хроматографічного детектора мас-спектрометр виконує умови специфічності (моноіонного селективного детектування). Обидва методи (ГРХ–МСНР, ГРХ–МСВР) мають найвищу чутливість, здатну контролювати присутність екотоксикантів на фетограмовому рівні. Є багато прикладів використання мас-спектрометрії і її поєднання з газовою хроматографією для аналізу харчових продуктів.

У багатьох країнах світу проводиться екологічний моніторинг діоксину в різних галузях промисловості. Відповідно до отриманих даних вирішуються питання вдосконалення тих або інших технологічних процесів. В якості основних заходів, що дозволяють понизити рівень діоксинового забруднення, можна назвати наступні: вдосконалення технологічних процесів і розробка нових, заборона на впровадження «діоксинових» виробництв, виключення хлорування води, сортування побутових відходів (США, Західна Європа), реконструкція сміттеспалювальних заводів (Японія, Німеччина, США, Нідерланди), запобігання емісії діоксину, скорочення виробництва і споживання хлорвмісних продуктів. (Австралія, Канада, Індонезія, Японія та ін. відмовилися від використання ПВХ для виробництва пляшок, упаковок, іграшок, у будівництві.

### ***Контрольні запитання***

1. Шляхи забруднення харчових продуктів промислового походження
2. Які важкі та рідкісні метали забруднюють харчові продукти?



3. Дія токсичних елементів на живий організм. Які технологічні операції зменшують їх вміст у харчових продуктах?
4. Які метали належать до радіоактивних матеріалів?
5. Забруднення продуктів радіонуклідами. Види забруднення.
6. Шляхи зменшення поступлення радіонуклідів в організм з їжею можна досягти шляхом.

### ***Тема 3. Забруднення харчових продуктів пестицидами***

Пестициди (лат. *Pestis* – зараза; *sidus* – вбиваючий) – загальна назва різних хімічних засобів, призначених для боротьби із шкідливими організмами рослинного і тваринного походження

Пестициди надають лише тимчасову допомогу, оскільки з часом сприяють виробленню стійкості до постійно застосовуваних засобів. Це викликає необхідність використання нових, ще сильніших речовин, які паралельно посилюють негативний вплив на ґрунт, воду, повітря, якість продукції, на корисну флору і фауну, тим самим прискорюючи процес порушення біологічної рівноваги в природному середовищі.

Дослідження показують, що в посівах кукурудзи майже 30 видів бур'янів, раніше чутливих до гербіцидів, набули до них стійкості. Вживаючи навіть після посиленого обробітку посіву кукурудзи гербіцидами, вони спричиняють значні втрати врожаю. Зараз налічується понад 400 видів комах і 7 видів гризунів, включаючи щурів, нечутливих до пестицидів.

Розповсюдження пестицидів у навколишньому середовищі відбувається як фізичним, так і біологічним шляхом:

- Перший спосіб – розсіювання з допомогою вітру в атмосфері та поширення через водотоки.
  - Другий – перенесення живими організмами по шляху харчування.
- Із просуванням організмів до вищих ланок харчового ланцюга концентрації

шкідливих речовин зростають, нагромаджуючись у внутрішніх органах, переважно в печінці та нирках.

Пестициди поділяють на: гербіциди – речовини, призначені для знищення бур'янів і альгіциди – для знищення водоростей та іншої водяної рослинності; інсектициди – для знищення комах; фунгіциди – для знищення грибів (збудників хвороб); акарициди – для знищення кліщів; зооциди – для знищення гризунів; овіциди – для знищення яєць комах; родентициди – для знищення мишей, пацюків та інших гризунів; овіциди – для боротьби зі шкідливими птахами та інші.

До організму людини вони потрапляють через шкіру, дихальні шляхи чи шлунково-кишковий тракт; при безпосередній роботі з пестицидами або через їжу. Пестициди можуть міститися не лише в продуктах рослинного походження, а й у молочній та м'ясній продукції, тому що в організмах сільськогосподарських тварин залишаються пестициди, що були присутні у кормі. Разом з талими, дощовими та ґрунтовими водами ці речовини у великій кількості потрапляють до водойм. За даними минулорічного дослідження якості дніпровської води, пестициди присутні в усіх видах риб, причому рівень токсичних речовин в організмах річкових жителів значно вищий, ніж у самій воді.

Таким чином, в людському організмі опиняється незначна кількість шкідливих речовин, що мають властивість накопичуватись й викликати різноманітні хронічні захворювання шлунково-кишкового тракту чи нервової системи, а також дерматити та розлад дихання. Деякі пестициди здатні передаватися з молоком матері.

Обіг пестицидів в світі виріс за 5 років на 17%. Цей ріст обумовлений збільшенням потреб у використанні пестицидів у США, Західній Європі, Японії.

Основними їх виробниками та споживачами є країни Північної Америки (30% обігу), Західної Європи (26%), Японії і Китаю (24%), обіг пестицидів у країнах Східної Європи і країнах СНГ (5%).

В світі щорічно проводять дослідження приблизно 500 тис. різних хімічних з'єднань на пестицидну активність, причому із цього величезного числа практичний вихід отримують приблизно 10–15 нових пестицидів. Інтенсивне забруднення природного середовища значною мірою є наслідком нераціонального сільськогосподарського виробництва. Щороку з мінеральними добривами на сільськогосподарські угіддя надходить 193 тис. т фтору, 1,6 тис. т цинку, 620 тис. т міді та 622 т калію. Залишкова кількість пестицидів у продуктах харчування, рослинах і тваринах зростає (порівняно з 90-ми роками) більш ніж у 9 разів. Отруйні речовини, які знаходяться у мінеральних добривах, хімічних меліорантах й отрутохімікатах, проникають в організми людей, викликаючи їх захворювання.

Застосування великих доз добрив може погіршити якість продукції, ґрунтових вод, що зумовлює забруднення близьких річок і водойм. Використання мінеральних добрив дало змогу певною мірою підвищити врожайність культур, однак подальше збільшення їх доз уже не сприяло її зростанню, що пов'язано із зменшенням запасів гумусу в ґрунті. Зростання врожайності неможливе без удосконалення технології внесення добрив. Безконтрольне їх застосування призводить до забруднення навколишнього середовища, що загрожує здоров'ю людини. Особливо небезпечно неправильне або надмірне використання пестицидів. Причому деяка їх частина трансформується, тобто виникають нові токсичні речовини (вторинна токсикація). Дати оцінку всіх наслідків впливу пестицидів неможливо через недосконалість методів дослідження.

На думку екологів, найактуальнішою з "пестицидних" проблем для України є забруднення довкілля хімікатами, що зберігаються на складах, які іноді навіть не мають власників. На території нашої держави зараз накопичено, за різними даними, від 15 до 25 тис. тонн непридатних пестицидів. Серед них є й ті, що входять в так звану "брудну дюжину" хімікатів, заборонених для використання (або призначених для обмеженого

використання) в 127 країнах світу, які в 2001 р. підписали Стокгольмську конвенцію ООН зі стійких забруднювачів.

Доведено, що речовини з "брудної дюжини" (серед них пестициди ДДТ, алдрин, хлордан, дільдрин, ендрин, гептахлор, гексахлорбензол, мірекс, токсафен) здатні викликати рак та природжені дефекти у людей і тварин. Вони десятиріччями зберігаються в природі й накопичуються в жирових тканинах. Стійкі органічні забруднювачі розносяться по світові повітряними й океанськими течіями, вони виявлені навіть в організмах пінгвінів і ведмедів Антарктики.

Хлорорганічні поєднання (ДДТ в тому числі) були знайдені в тканинах чорноморських дельфінів, і в такій кількості, що Чорне море може отримати першість за вміст хлорорганіки. Саме з впливом стійких забруднювачів вчені пов'язують низький рівень виживання яєць і скручені дзьоби у птахів, деформовані кінцівки у ссавців, порушення репродуктивної системи та розвитку. Деякі з них вважаються гормонально активними сполуками і вносять безлад в ендокринну та імунну системи, дію інших пов'язують із затримкою розумового розвитку.

У світі щорічно реєструється від 500 тис. до 2 млн. випадків отруєння людей пестицидами, більшість яких припадає на сільських жителів.

Підвищення токсичності суміші хімічних сполук у результаті посилення дії її компонентів на організм називають синергізмом фізіологічного типу, а в результаті взаємодії компонентів між собою – синергізмом хімічного типу. Зниження токсичності суміші в результаті протилежної дії характеризує антагонізм фізіологічного типу, а в результаті взаємодії компонентів між собою – антагонізм хімічного типу. Особливо часто проявляється адитивна дія – просте підсумування токсичної дії компонентів, які входять до суміші і мають незалежний механізм біологічної активності. У ряді випадків цей факт спостерігають на рівні низьких концентрацій.

Різноманітність хімічного складу і характеру дії пестицидів потребує уніфікації токсикогігієнічної термінології.

Залишкова кількість пестицидів у харчових продуктах, кормах, ґрунті, воді – активна частка пестицидного препарату, його похідні, а також неминучі хімічні домішки у пестицидному препараті, які мають біологічну активність і можуть шкідливо діяти на організм.

**Біоконцентрація** – нагромадження пестицидів або їх похідних у біосубстратах людини і тварин. Залишки пестицидів можуть бути наслідком безпосередньої обробки певного об'єкта (рослина, тварина, сховище, водоймище, ґрунт), міграції у природі або випадкового забруднення при внесенні пестицидів.

Фактична забрудненість пестицидами продуктів харчування, корму і об'єктів навколишнього середовища – це вміст залишків пестицидів (у момент їх визначення) у харчових продуктах рослинного та тваринного походження, рослинах, ґрунті, воді, повітрі, які зумовлені безпосереднім використанням пестицидів або транс локацією.

Частота проявлення залишків пестицидів у процентах до початкової кількості досліджених проб.

Рівень вмісту залишків, мг/кг (середній, мінімальний, максимальний), розраховують у міліграмах на добовий раціон.

**Допустима добова доза для людини** – добова кількість, щоденне надходження якої протягом усього життя не повинно негативно діяти на організм. Визначається в міліграмах на 1 кг маси тіла людини за добу. ДДД використовується при розробці гігієнічних нормативів допустимого вмісту пестицидів у різних середовищах, а також при оцінці рівня надходження в організм людини.

**Підпорогова доза** – максимальна кількість пестициду, яка не діє шкідливо на організм найчутливішого виду тварин при хронічному надходженні. Визначають за допомогою високочутливих тестів у мг/кг маси тіла тварини.

**Тимчасово допустима добова доза** встановлюється на суворо обмежений строк, потрібний для того, щоб можна було одержати додаткові дані, необхідні для визначення допустимої добової дози. Тимчасово допустиму дозу встановлюють з великим коефіцієнтом запасу, величину якого вибирають з урахуванням токсичної дії сполуки і ступеня її небезпеки. Коефіцієнт при цьому має бути вищим ніж при звичайному визначенні ДДД.

**Умовно допустиму дозу** встановлюють для пестицидів з метою тимчасового і обмеженого його використання в тих чи інших випадках, коли немає можливості замінити його безпечнішим препаратом.

**Потенційно можлива допустима добова доза** визначається розрахунком, виходячи з прийнятого рівня допустимого залишку пестициду з урахуванням добових норм споживання, які входять у добовий раціон.

**Максимально допустимий рівень залишків пестицидів у харчових продуктах** встановлюється на рівні фактичного змісту пестицидів при умові дотримання гігієнічно обґрунтованих регламентів використання. Контролюють порівнянням з ДДД. Одиниці виміру – міліграм на 1 кг. МДР не повинен перевищувати ДДД.

**Гранично допустима концентрація** – гігієнічний норматив, який обмежує концентрацію пестицидних препаратів у об'єктах навколишнього середовища на безпечному для здоров'я людини рівні.

**Термін очікування у рослинництві** – період від обробки до збирання врожаю у днях). Встановлюється для кожної окремої культури з урахуванням МДР пестициду.

**Фонові допустимі залишки** – допустима залишкова кількість стійких пестицидів, які неминуче присутні у продуктах харчування внаслідок їх використання в минулому і зумовлені процесами міграції у природних умовах.

Фізико-хімічним властивостям сполук останнім часом приділяють багато уваги. Майже всі пестициди, за винятком поодиноких, добре розчиняються у жирі й тому легко вільно проходять через шкіру тварин. На

ступінь токсичності впливає форма пестицидів: масляні розчини деяких речовин токсичніші, ніж водні емульсії, дусти або гранульовані форми.

### ***3.1. Забруднення нітратами та нітритами***

Нітрати – це солі азотної кислоти, які є природними сполуками і добре розчиняються у воді, а при нагріванні можуть переходити у нітрити з виділенням кисню. Вони входять в склад мінеральних добрив, а також являються натуральним компонентом харчових продуктів рослинного походження. У рослини нітрати надходять з ґрунту. Концентрація нітратів в продуктах харчування залежить в основному від неконтрольованого використання азотних добрив. Основним джерелом нітратів у сировині та продуктах харчуванні крім азотовмісних з'єднань являються нітратні харчові добавки, які вводять у м'ясні вироби для покращення їх харчових показників і подавлення деяких мікроорганізмів.

В Україні майже шоста частина сільськогосподарської плодоовочевої продукції містить нітрати у дозах, які перевищують максимально допустимий рівень. У першу чергу надмірний вміст нітратів у харчових продуктах сприяє розвитку онкологічних і алергічних захворювань. Надмір нітратів у плодоовочевій продукції не лише наслідок неправильного використання азотних добрив, а й результат сорбції окисів азоту безпосередньо з атмосфери, які утворюються при спалюванні різних видів палива. Основними причинами надміру нітратів у овочах із закритого ґрунту (парники, теплиці та ін.) є недостатнє освітлення, загушення посівів.

Вміст нітратів у рослинах залежить і від видових і сортових особливостей, часу збирання та ін. За однакових умов невелику кількість їх нагромаджують баклажани, томати, цибуля; підвищену – салати, капуста, ревінь, петрушка, редька, редиска. При звичайному вирощуванні нітрати не нагромаджуються в яблуках, ягодах, вишні, сливі, смородині, агрусі. Менше нітратів містять дозрілі рослини. У харчових м'ясо-молочних продуктах наявність нітратів залежить від їх рівня в організмі тварин, а в кормових

культурах – від видового складу, сорту, дози внесення азотних добрив, ґрунтово-кліматичних умов вирощування та інших агротехнічних факторів.

Велике значення для зниження нітратів має технологічна обробка сільськогосподарських продуктів. Так, при митті кропу, салату, петрушки й інших зелених культур кількість нітратів знижується на 20%, а після двогодинного вимочування у воді на 30 – 60%. Відварювання до готовності картоплі, буряків, моркви (після чистки і миття) дозволяє знизити концентрацію цих речовин відповідно на 65, 35, 25, 70%.

Допустима доза нітратів для людини при надходженні в організм з продуктами харчування і водою за добу становить 5 мг/кг.

Через загрозу забруднення нітратами продуктів повністю забороняється застосування азотних мінеральних добрив при вирощуванні картоплі і овочево-баштанних культур на сильно кислих ґрунтах, на ґрунтах з високим вмістом мінерального азоту, на замерзлому або вкритому снігом ґрунті, при внесенні під овочеві культури і картоплю вапна, у заплавлених ґрунтах з низьким вмістом калію та на території зони санітарної охорони джерел господарсько-питного постачання. Забороняється також вносити під картоплю та овочі селітру і безводний аміак.

### ***Контрольні запитання***

1. Шляхи розповсюдження пестицидів у навколишньому середовищі
2. Як відбувається нагромадження пестицидів або їх похідних у біосубстратах людини і тварин?
3. Дати визначення підпорогова доза та тимчасово допустима добова доза кількості пестициду.
4. Забруднення нітратами та нітритами. Які елементи технологічної обробки сільськогосподарських продуктів знижують вміст нітратів
5. Дати визначення Умовно допустиму дозу Потенційно можлива допустима добова доза



6. Дати визначення Максимально допустимий рівень залишків пестицидів у харчових продуктах. Гранично допустима концентрація пестицидів. Фонові допустимі залишки

7. Дати визначення Термін очікування у рослинництві дії пестицидів.

## ***Тема 4. Забруднення харчових продуктів мікотоксинами***

### ***4.1. Бактерійні токсини***

Склад і властивості їжі, що характеризують її якість і безпеку для людини, визначаються за органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними, паразитологічними і радіологічними показниками, вмістом потенційно небезпечних хімічних сполук і біологічних об'єктів, а також за показниками харчової цінності продукції.

В деяких випадках харчові продукти в процесі виробництва, переробки, зберігання і реалізації, особливо при порушенні санітарних правил, можуть забруднюватися патогенними мікроорганізмами, що призводить до виникнення харчових отруєнь і кишкових інфекцій.

Токсикоінфекції – гострі, нерідко масові захворювання, що виникають при вживанні їжі, що містить масивну кількість (10<sup>5</sup>–10<sup>6</sup> і більше на 1 г або 1 мл продукту) живих збудників і їх токсинів, виділених при розмноженні і загибелі мікроорганізмів.

Природні токсини, що не поступаються за канцерогенною активністю антропогенним ксенобіотикам, через свою широку поширеність і дуже високу міру навантаження на організм людини, представляють величезний ризик для здоров'я населення планети. Це стосується не лише країн, що розвиваються, але і країн з розвиненою ринковою економікою.

При гострій дії найбільшу небезпеку представляють бактерійні токсини. З точки зору хронічної дії і небезпеки віддалених наслідків на перше місце по мірі ризику виходять мікотоксини.

#### **4.2. Забруднення продуктів метаболітами мікроорганізмів**

Одним з видів забруднювачів харчових продуктів є грибові метаболіти. Пліснява вражає продукти як рослинного так і тваринного походження на будь-якому етапі їх отримання, транспортування та зберігання, в виробничих та домашніх умовах. Несвоєчасний збір врожаю або недостатня сушка його до зберігання, зберігання і транспортування продуктів при недостатньому захисті від вологості приводять до розмноження мікроміцетів і утворенню в продуктах харчування токсичних речовин. Мікотоксини можуть попадати в організм людини з харчовими продуктами – з м'ясом і молоком тварин, яких годували кормами забрудненими пліснявою.

Розмножуючись у продуктах харчування більшість плісняви не тільки забруднює їх токсинами, а й погіршують їх властивості, знижують їх харчову цінність, призводять до псування, роблять їх непридатними для технологічної обробки. Використання в тваринництві кормів, забруднених пліснявою веде до гибелі чи захворюванню скота та птиці. Щорічний збиток в світі від розвитку пліснявих грибків на сільськогосподарських продуктах і промисловій сировині складає 30 млрд. \$.

Запобігання росту плісені на всіх стадіях заготівлі, переважно шляхом висушування або використання анти грибних препаратів (протонової кислоти) є найкращим засобом обмежити забруднення харчових продуктів афлатоксинами та мікотоксинами.

Бактерійні токсини забруднюють харчові продукти і є причиною гострих харчових інтоксикацій. Розглянемо найбільш часто реєстровані інтоксикації, пов'язані з ураженням харчових продуктів деякими бактерійними токсинами.

**Стафілокок.** *Staphylococcus aureus* – грампозитивні бактерії, що є причиною стафілококового отруєння.

Стафілококи стійкі до дії фізичних і хімічних чинників, витримують нагрівання при 70 °С впродовж години. Термічна обробка харчових

продуктів викликає загибель стафілококів за умови достатньої її інтенсивності і тривалості: за температури 75...80 °С стафілококи відмирають лише через 20–30 хв, а в деяких випадках потрібне прогрівання продукту навіть до 85 °С. Відомо, що стафілококи витримують нагрівання при 100 °С впродовж 35 хв (консерви в маслі). Хоча стафілококи не ростуть при 0 °С, вони стійкі до холоду і виживають тривалий час в заморожених середовищах. Розмноження стафілококів затримується при пониженні рН середовища до 6,2 або підвищенні її до 7,4. Стафілококи стійкі до високої концентрації хлористого натрію (до 10% і більше). Добре переносять висушування.

Бактерицидну дію по відношенню до стафілококів має оцтова, лимонна, фосфорна, молочна кислоти при рН до 4,5. Крім того, життєдіяльність бактерій припиняється при концентрації солі (*NaCl*) – 12%, цукру – 60–70%, вакуумна упаковка також інгібує ріст бактерій. Усе це необхідно враховувати в різних технологіях консервування, як в промисловому масштабі, так і в домашніх умовах. Найбільш сприятливим середовищем для росту і розвитку стафілококів є молоко, м'ясо і продукти їх переробки, а також кондитерські кремові вироби, в яких концентрація цукру складає менше 50%. У заварному кремі ентеротоксин утворюється при температурі 30 °С через 12 год, а при 37 °С – через 4 год.

Стафілококи широко поширені в природі, їх можна знайти на шкірі людини, в повітрі, ґрунті й інших об'єктах. Окремі види патогенні для людини. Г. Гоббс відмічає, що в носоглотці здорової людини когуалозопозитивні стафілококи складають 30–60 %, на руках 15–20 % від усієї кількості бактерій. У великій кількості стафілококи містяться в гнійничках та наривах і легко передаються людиною. Стафілококи, особливо золотисті, виробляють екзотоксин. Деякі штами утворюють ентеротоксин, що викликає гострий гастроентерит.

**Сальмонели (*Salmonella*).** У 1934 р. за пропозицією номенклатурної комісії Міжнародного з'їзду мікробіологів було прийнято іменувати згаданий

рід «сальмонела». Так була увічнена пам'ять мікробіолога Сальмона, який першим з дослідників відкрив в 1885 р. одного з представників цього роду бактерій – *B. choleraesuis* (*S. suipestifer*).

Деякі види сальмонел не гинуть при заморожуванні до  $-48...-82$  °С і добре переносять висушування. Сальмонели стійкі до дії куховарської солі і зберігають життєздатність в м'ясному розсолі (29 % солі) впродовж 4–8 місяців при температурі  $6...12$  °С. Вони виживають у воді і на різних предметах при кімнатній температурі до 45–90 днів. Сальмонели чутливі до теплової обробки. При нагріванні до  $60$  °С сальмонели виживають впродовж години, при  $75$  °С – 5 хв, при  $80$  °С – вони гинуть миттєво. Сальмонели гинуть під дією світла, особливо ультрафіолетових променів. Вони чутливіші до опромінення, ніж стафілококи, і менш чутливі ніж бактерії групи кишкової палички.

Порівняно довго сальмонели виживають в харчових продуктах, причому вони не лише зберігають життєздатність, але і розмножуються, не викликаючи зміни органолептичних властивостей продуктів. У більшості випадків причина виникнення сальмонельозу – споживання різних м'ясних блюд, приготованих в основному з м'яса великої рогатої худоби, рідше зі свинини і м'яса птиці. Відомі випадки передачі сальмонельозів при вживанні копченої риби, зокрема сига. Велику небезпеку представляють вироби, приготовані з подрібненого м'яса (фаршу), оскільки в процесі подрібнення сальмонели, що знаходилися в лімфовузлах, поширюються по усій масі фаршу, а при неправильному зберіганні його інтенсивно розмножуються. Сальмонельозні токсикоінфекції можуть виникати також при вживанні яєць і м'яса свійської птиці, особливо водоплавної. Велике значення в якості чинника передачі сальмонельозів мають молоко і молочні продукти.

При усіх формах сальмонельозної інфекції бактерії проникають в організм людини через рот і можуть викликати клінічні або субклінічні форми захворювання. Сальмонели викликають три основні типи захворювань: черевний тиф, паратифи і ентерит, проте часто зустрічаються і

змішані форми інфекцій.

За даними вітчизняних і закордонних авторів, провідна роль у виникненні харчових сальмонельозів, як вже говорилося, належить м'ясу і м'ясним продуктам. Особливо небезпечно в цьому відношенні м'ясо і субпродукти (печінка, нирки та ін.) від вимушено убитих тварин. Прижиттєве обсіменіння м'язової тканини і органів сальмонелами відбувається в результаті захворювання тварин первинними і вторинними сальмонельозами. До небезпечних харчових продуктів з точки зору виникнення харчових сальмонельозів відносять фарші, холодці, сальтисони, низькосортні (окрема, столова, ліверна, кров'яна та ін.) ковбаси, м'ясні і печінкові паштети. При подрібненні м'яса у фарш порушується гістологічна структура м'язової тканини, а витікаючий м'ясний сік сприяє розсіюванню сальмонел по усій масі фаршу і їх швидкому розмноженню. Те ж саме відноситься і до паштетів. Холодці і сальтисони містять багато желатину, а низькосортні ковбаси – значну кількість сполучної тканини (рН 7,2–7,3). У цих умовах сальмонели також розвиваються дуже швидко. Нерідко сальмонелоносіями являються водоплавні птахи, а, отже, їх яйця і м'ясо можуть бути джерелом харчових сальмонельозів. Рідше токсикоінфекція можлива при споживанні молока і молочних продуктів, риби, морозива, кондитерських виробів (кремових тістечок і тортів), майонезів, салатів і так далі.

**Ботулізм.** *Clostridium botulinum* продукує токсини, що представляють особливу небезпеку для людини. Вони вражають рибні, м'ясні продукти, фруктові, овочеві і грибні консерви при недостатній тепловій обробці і в умовах різкого зниження вмісту кисню (герметично закупорені консерви). Крім того, ботулотоксини характеризуються високою стійкістю до дії протеолітичних ферментів (пепсин, трипсин), кислот (зокрема, до кислого вмісту шлунку), низьких температур, але інактивуються під впливом лугів і високих температур (80 °С – 30 мін; 100°С – 15 мін). Висока концентрація хлориду натрію не інактивує ботулотоксин. Якщо в харчовому продукті вже

накопичився токсин, то консервування продукту – соління, заморожування, маринування не інактивують його. Зазвичай при розвитку мікробів органолептичні властивості продукту помітно не змінюються, іноді лише відчувається слабкий запах згірклого жиру, значно рідше продукт розм'якшується і змінюється його колір. У консервах в результаті розвитку мікробів і гідролізу білкових і інших речовин можуть накопичуватися гази, що викликають стійке здуття денця банки (бомбаж). Ботулізм зустрічається досить часто і летальність досягає 7–9%.

**Ешерихіоз або кишкова коліінфекція** (*Escherichia coli*, роду *Escherichia*). Ешерихіоз або кишкова коліінфекція – гостра кишкова інфекція, що викликається патогенними (діареогенними) штамами кишкових паличок, протікає з симптомами загальної інтоксикації і поразки шлунково-кишкового тракту.

Патогенні штами *E.coli* (кишкова паличка) є продуцентами термостабільних токсинів і здатні викликати як гострі токсикоінфекції, так і бути причиною хронічної ниркової недостатності.

Бактерії групи кишкової палички не стійкі до високої температури: загибель їх настає при 60 °С через 15 мін, при 100 °С – миттєво. Збереження кишкової палички при низьких температурах і в різних субстратах зовнішнього середовища вивчена недостатньо. Бактерії добре ростуть на звичайних поживних середовищах, активно ферментують вуглеводи, стійкі в зовнішньому середовищі, місяцями зберігаються в ґрунті, воді, випорожненнях. Добре переносять висушування. Мають здатність до розмноження в харчових продуктах, особливо в молоці. Швидко гинуть при кип'ятінні і дії дезинфікуючих засобів. Звичайні дезинфікуючі речовини (фенол, формалін, сулема, їдкий натр, креолін, хлорне вапно та ін.) в загальноприйнятих розведеннях швидко вбивають кишкову паличку.

З шляхів передачі інфекції провідне місце займає харчовий, особливо молоко і молочні продукти, м'ясні продукти.

**Протеї.** Бактерії роду *Proteus* широко поширені в природі і відомі як

гнильні бактерії. Ці мікроорганізми можуть розмножуватися при рН 3,5–12; витримують нагрівання до 65 °С впродовж 30 хв; стійкі до висихання і високої концентрації хлориду натрію. Органолептичні властивості продукту при масивному обсіменінні бактеріями роду *Proteus* не змінюються. Серед багатьох представників протейної групи тільки окремі види здатні викликати харчові токсикоінфекції. Протейна паличка тривалий час зберігає життєздатність в зовнішньому середовищі, у тому числі і в харчових продуктах. Харчові токсикоінфекції, викликані мікробами групи протей, виникають переважно при вживанні рибних і м'ясних блюд, особливо подрібнених. Протеї викликають захворювання у людей тільки в тих випадках, коли вони виходять за межі своєї екологічної ніші (травний тракт). Їх нерідко виявляють прихронічних інфекціях сечовивідних шляхів, а також при бактерієміях, пневмоніях і осередкових поразках у ослаблених хворих.

#### **4.3. Гігієнічні нормативи за мікробіологічними показниками**

продуктів харчування включають контроль за 4 групами мікроорганізмів :

- санітарно-показові, до яких відносяться: кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів і бактерій групи кишкових паличок;
  - умовно-патогенні мікроорганізми, до яких відносяться *E.coli*, *S.aureus*, бактерії роду *Proteus*, *B.cereus* і сульфїтредуційні клостридії;
  - патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели;
  - мікроорганізми псування – в основному це дріжджі і плісневі гриби.
- Регламентация за показниками мікробіологічної якості і безпеки їжі здійснюється для більшості груп мікроорганізмів за альтернативним принципом, тобто нормується маса продукту, в якій не допускаються бактерії групи кишкових паличок, більшість умовно-патогенних мікроорганізмів, а також патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели. У інших випадках норматив відбиває кількість колонієутворюючих часток в 1 г (мл) продукту (ЯКЕ/г, мл).

При отриманні незадовільних результатів аналізу хоч би по одному з мікробіологічних показників по ньому проводять повторний аналіз подвоєного об'єму вибірки, взятого з тієї ж партії. Результати аналізу поширюються на усю партію.

#### **4.4. Мікотоксини**

**Мікотоксини.** Мікотоксини (від греч. *mikes* – гриб і *toxicon* – отрута) – токсичні продукти життєдіяльності мікроскопічних плісневих грибів, що мають виражені токсичні властивості.

Плісневі гриби – всюди поширені мікроорганізми. Їх роль у виникненні псування при зберіганні відома точно так, як і їх застосування у ферментативних процесах при виготовленні окремих видів сирів або при мікробіологічному синтезі лимонної кислоти і пеніциліну. Токсичність цвілих харчових продуктів і кормів відома порівняно давно. Поширення мікотоксинів в харчових продуктах залежить від їх утворення специфічними штамми грибів і схильно до впливу таких чинників, як вологість і температура. Таким чином, забруднення харчових продуктів може змінюватися залежно від географічних умов, методів виробництва і зберігання, виду продукту. Гриби-продуценти мікотоксинів широко поширені в природі і здатні розвиватися практично на усіх продуктах як рослинного, так і тваринного походження з утворенням токсинів на будь-якому з етапів їх виробництва – в польових умовах, під час збирання, транспортування, зберігання врожаю, в процесі кулінарної обробки. Токсини не видаляються з харчових продуктів звичайними способами кулінарної обробки. Зниження вмісту токсинів в продуктах можна добитися правильним зберіганням врожаю, застосуванням стійких сортів, пестицидів. Характерно, що насіння, в якому концентруються токсини, відрізняється забарвленням і його можна і треба відокремити.

Висока небезпека мікотоксинів виражається в тому, що вони мають токсичний ефект в надзвичайно малих кількостях і здатні дуже інтенсивно дифундувати углиб продукту.



Потенційна і реальна небезпека мікотоксинів значно посилюється їх високою стабільністю до різних несприятливих дій: кип'ятіння, обробка мінеральними кислотами, лугами і іншими агентами.

Географія поширення мікотоксинів охоплює більшість країн усіх континентів. Контамінації мікотоксинами схильні усі основні продукти харчування, корма, продовольча сировина, а інтенсивні торгові зв'язки між різними країнами значною мірою сприяють поширенню як мікотоксинів, так і мікотоксикозів, тому ця проблема має глобальний характер.

**Афлатоксини.** До цієї групи найбільш небезпечних мікотоксинів входять більше 15 їх представників, які продукуються грибами *Aspergillus flavus* і *Aspergillus parasiticus*. Ці гриби зустрічаються всюди, чим пояснюються значні масштаби забруднення ними харчових продуктів і кормів. Розмноження грибів *Aspergillus* пов'язане з певним набором умов: високий рівень вуглеводів, низький вміст протеїнів, наявність іонів металів, таких як,  $Cd^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ . Особливе значення має цинк, тому, що він інтенсивно споживається при синтезі афлатоксинів. На розвиток грибів, продукуючих афлатоксини, впливають вологість продукту і повітря, температура повітря, освітленість, рН. Оптимальною температурою для утворення токсинів є температура 27...30 °С, хоча синтез афлатоксинів можливий і при нижчій (12...13 °С) або при вищій (40...42 °С) температурі.

Критичним чинником, що також визначає ріст мікроскопічних грибів і синтез афлатоксинів, являється вологість субстрату і атмосферного повітря. Максимальний синтез токсинів спостерігається при вологості вище 18% для субстратів, багатих на крохмаль (пшениця, ячмінь, жито, овес, рис, кукурудза), і вище 90 – 10% – для субстратів з високим вмістом ліпідів (арахіс, соняшник, різні види горіхів). При відносній вологості повітря нижче 85% синтез афлатоксинів припиняється.

По своїй хімічній структурі афлатоксини є фурукумаринами

Нині основним токсином, що нормується в харчових продуктах, є афлатоксин В<sub>1</sub>. Його ГДК в Німеччині складає 2 мкг/кг, 5 мкг у Франції і 1

мкг в Швеції. У Росії і РБ норма для усіх харчових продуктів, окрім молока, складає 5 мкг/кг В1 і для молока і молочних продуктів – 0,5 мкг/кг М1 (при неприпустимому вмісті в них афлатоксину В1). Допустима добова доза – 0,005–0,01 мкг/кг маси тіла.

У природних умовах афлатоксини забруднюють арахіс, кукурудзу, деякі зернові, боби какао, насіння олійних культур, продукти їх переробки. Афлатоксини можуть також накопичуватися в зернах какао, кави і ряду інших харчових продуктів, в кормі сільськогосподарських тварин. Забруднення афлатоксинами є серйозною проблемою для сільськогосподарської продукції рослинного походження з країн і регіонів з субтропічним кліматом. Оптимальні умови для утворення афлатоксинів можуть також виникати при неправильному зберіганні сільськогосподарської продукції, наприклад, при самозігріванні зерна.

Зважаючи на високу токсичність і канцерогенність афлатоксинів і виявлення їх в значних кількостях в основних продуктах харчування, нині застосовують комплекс заходів із детоксикації забруднених продуктів. Розрізняють механічні, фізичні і хімічні методи детоксикації. Механічні методи пов'язані з відділенням забрудненого матеріалу вручну або за допомогою електронно-колориметричних сортувальників. Фізичні методи засновані на досить жорсткій термічній обробці матеріалу або пов'язані з ультрафіолетовим опроміненням і озонуванням. Хімічний метод припускає обробку матеріалу сильними окисниками. Кожен з вказаних методів має свої істотні недоліки: застосування механічних і фізичних методів не дає високого ефекту, а хімічні методи призводять до руйнування не лише афлатоксинів, але і корисних нутрієнтів і, крім того, порушують всмоктування. Так, хімічна детоксикація кормів аміаком при підвищеному тиску і температурі (США, Франція) або пероксидом водню (Індія) дозволяє понизити зміст афлатоксинів до безпечного рівня. При цьому, нажаль, втрачається частина поживної цінності корму. Перспективна біологічна детоксикація афлатоксинів і інших мікотоксинів деякими видами

мікроорганізмів.

**Охратоксини.** Охратоксини виробляються деякими видами грибів *Aspergillus* і *Penicillium*.

Охратоксин А виявлений в кукурудзі, пшениці, вівсі, ячмені. Важливий і небезпечний той факт, що при високому забрудненні кормового зерна і комбікормів охратоксин А виявляється в тваринницькій продукції (шинка, бекон, ковбаси). Охратоксин В зустрічається рідко. Охратоксини також вражають усі плоди садово-городніх культур. Особливо сильно вражаються яблука: до 50% урожаю може забруднюватися мікотоксинами.

Слід зазначити, що охратоксини є стабільними з'єднаннями. Так, наприклад, при тривалому прогріванні пшениці, забрудненої охратоксином А, його вміст знижувався лише на 32% (при температурі 250...300 °С). Таким чином, поширеність в продуктах харчування, токсичність і стійкість охратоксинів створюють реальну небезпеку для здоров'я людини.

Охратоксин А міститься в окислених продуктах. Він легко розчиняється у багатьох органічних розчинниках, що використовуються для екстракції. Найчастіше використовується екстракція хлороформом і водним розчином фосфорної кислоти з наступним очищенням на колонці і кількісне визначення з використанням методу ТШХ.

**Трихотецени.** Трихотеценові мікотоксини (ТТМТ) продукуються грибами *Fusarium sporotrichiella*, *Fusarium solani*, *Fusarium graminearum* та ін. Ці мікроскопічні гриби є збудниками так званої гнилизни коренів, стебел, листя, насіння, плодів, бульб і сіянців сільськогосподарських культур. Таким чином, вражаються корми і харчові продукти, і, як наслідок, спостерігається виникнення аліментарного токсикозу у тварин і людини. Відомо більше 80 трихотеценових мікотоксинів і вторинних метаболітів.

ТТМТ – це безбарвні кристалічні, хімічно стабільні з'єднання, погано розчинні у воді. ТТМТ типу А розчинні в помірно полярних розчинниках (ацетон, хлороформ), типу В – в полярніших розчинниках (етанол, метанол та ін.). Ці токсини, за винятком деяких, не мають флюоресценції. У зв'язку з

цим, для їх виявлення, після розподілу методом ТШХ, використовують різні способи (наприклад, нагрівання до 100...150 °С після обробки спиртовим розчином сірчаної кислоти) з метою отримання забарвлених або флуоресціюючих похідних.

Трихотецени проявляють тератогенні, цитотоксичні, імунодепресивні, дерматотоксичні властивості, діють на кровотворні органи, центральну нервову систему, викликають лейкопенію, геморагічний синдром, відповідальні за ряд харчових мікотоксикозів людини і тварин. Токсичні властивості обумовлені їх участю в пригніченні біосинтезу білку і нуклеїнових кислот. Токсична дія трихотеценових токсинів характеризується враженням кровотворних і імунокомпетентних органів, анемією, поразкою функцій шлунково-кишкового тракту.

Небезпека, яку трихотеценові мікотоксини представляють для здоров'я людини, пов'язана з повсюдною поширеністю грибів-продуцентів, що переважно вражають зерно і зернопродукти, і їх високою токсичністю. Слід зазначити, що часто в одному і тому ж продукті виявляють два або більше мікотоксинів.

**Зеараленон і його похідні.** Зеараленон і його похідні також продукуються мікроскопічними грибами роду *Fusarium*. Основними продуцентами зеараленону є *Fusarium graminearum* і *Fusarium roseum*.

Зеараленон має виражені гормоноподібні (естрогенні) властивості, що відрізняє його від інших мікотоксинів.

У природних умовах зеараленон найчастіше і у високих концентраціях виявляється в кукурудзі, ураженій гниллю качанів. Висока також частота виявлення зеараленону в пшениці, ячмені, вівсі і інших зернових продуктах. Ураження сільськогосподарських культур мікроскопічними грибами роду *Fusarium* – продуцента зеараленону – відбувається як в полі, так і при зберіганні. Серед харчових продуктів цей токсин був виявлений в кукурудзяному борошні, пластівцях і кукурудзяному пиві.

Теплова обробка в нейтральному або кислому середовищі не руйнує

зеараленон, але в лужному середовищі при 100 °С за 60 хвилин руйнується близько 50% токсину. До руйнування зеараленона приводить і обробка забрудненої кукурудзи 0,03% розчином персульфату амонія або 0,01% розчином пероксиду водню

**Патулін.** Уперше виділений в 1943 р. як антибіотик. Основними продуцентами патуліна є мікроскопічні гриби *Penicillium expansum* і *Penicillium patulum*. Максимальне токсиноутворення відзначається при температурі 21...30 °С.

Продуценти патуліна вражають в основному фрукти і деякі овочі, викликаючи їх гниття. Патулін виявлений в яблуках, грушах, абрикосах, персиках, винограді, бананах, полуниці, голубиці, брусниці, обліписі, томатах. Найчастіше патуліном вражаються яблука, де вміст токсину може доходити до 17,5 міліграма/кг. Цікаво, що патулін концентрується в підгнилій частині яблука, на відміну від томатів, де він рівномірно розподіляється по усій тканині.

Патулін у високих концентраціях виявляється і в продуктах переробки фруктів і овочів: соках, варенні, пюре, джемах, томатній пасті. У яблучному соці патулін виявляється найчастіше і концентрація його коливається від 0,02 до 0,4 міліграма/л. Слід зазначити, що цитрусові і деякі овочеві культури, такі як картопля, цибуля, редиска, редька, баклажани, цвітна капуста, гарбуз і хрін мають природнустійкість до зараження грибами продуцентами.

#### **4.5. Дія мікотоксинів на організм людини і можливості попередження мікотоксикозів.**

Сільськогосподарські продукти і корма, уражені грибками, змінюють свій зовнішній вигляд, що допомагає встановити їх недоброякісність. Такі продукти і корма можуть стати причиною важких захворювань людей і тварин внаслідок накопичення в них мікотоксинів. Особливу увагу слід звертати на виявлення мікотоксинів в продуктах тваринного походження (м'ясо, молоко, молочні продукти, яйця), які можуть потрапити в них внаслідок згодовування сільськогосподарським тваринам і птахам кормів,

заражених мікотоксинами. Останні частково накопичуються в тканинах і органах тварин, у яйценесучих птахів – також в яйцях. З організму лактуючих тварин мікотоксини, метаболізуючись, виділяються з молоком. Такі продукти представляють найбільшу небезпеку для здоров'я людини, оскільки мікотоксини можуть бути присутніми в них без видимого росту плісняви. Мікотоксини мають канцерогенну, мутагенну дію, пригнічують імунітет організму, вражають нирки, печінку, нервову і кровоносну системи, шлунково-кишковий тракт, викликають захворювання крові, септичну ангіну, дерматити, судоми, гострі болі, стан важкого сп'яніння, порушують гормональну рівновагу і функції відтворення.

Мікотоксини стійкі до дії фізичних і хімічних чинників. Тому руйнування їх в харчових продуктах є важким завданням. Загальноприйняті способи технологічної і кулінарної обробки лише частково зменшують зміст мікотоксинів в продукті. Висока температура (понад 200 °C), заморожування, висушування, дія іонізуючого і ультрафіолетового випромінювання виявилися також малоефективними. Мікотоксини майже не руйнуються при нагріванні, тому не можна використовувати для приготування їжі зіпсовані продукти: крупи, борошно, хліб, макаронні вироби, овочі, фрукти, горіхи і так далі.

Отруєння може проявлятися не відразу: помалу накопичуючись в організмі, мікотоксини через десятиліття можуть викликати важкі захворювання, у тому числі онкологічні.

Основні джерела небезпечних для людини мікотоксинів – зернові культури (кукурудза, пшениця, рис), арахіс і інші культури. Проте мікотоксини можуть також переходити в продукти тваринного походження.

Для попередження контамінації харчових продуктів мікотоксинами необхідно дотримуватися правил агротехніки. Важливим є оброблення стійких і акліматизованих сортів, обробка насіння і посівів фунгіцидами, сівозміна, своєчасне прибирання зерна і насіння при повному дозріванні, негайна сушка зерна до міри, безпечної для зберігання, і подальша підтримка

цієї вологості. У разі неможливості швидкого просушування зерна рекомендується охолодження його за допомогою активного вентилявання в найкоротші терміни, видалення з маси недозрілого, роздробленого насіння, бур'янів. Важливе значення має постійний контроль вологості і температури при зберіганні, широке використання інсектицидів для підготовки приміщень, попередження забруднення комахами і боротьба з ними при зберіганні. Зберігання продуктів рекомендується в сухому, охолодженому стані без доступу повітря.

### ***Контрольні запитання***

1. Шляхи забруднення продуктів метаболітами мікроорганізмів.
2. Ураженням харчових продуктів бактерійними токсинами.
3. Бактерії групи кишкової палички
4. Бактерії роду *Proteus*. Харчові токсикоінфекції, викликані мікробами групи *Proteus*.
5. Гігієнічні нормативи за мікробіологічними показниками продуктів.
6. Плісневі гриби. Їх роль у виникненні псування харчових продуктів.
7. Афлатоксини. Які мікотоксини входять до цієї групи?
8. Дія мікотоксинів на організм людини і можливості попередження мікотоксикозів.

## ***Тема 5. Генетично модифіковані продукти***

***Загальна характеристика.*** Генетично модифіковані (трансгенні) продукти харчування представляють особливий інтерес. У міркуваннях, як фахівців, так і простих споживачів про безпеку продуктів харчування часто згадуються і важкі метали, і нітрати, і пестициди і ряд інших ксенобіотиків, причому навіть неспеціалісти уявляють їх небезпеку і думку про їх негативний вплив на організм єдино. Коли ж мова заходить про

генетично модифіковані продукти, навіть думки людей, що професійно вивчають це питання, виявляються діаметрально протилежними.

Що ж це за продукти? Як і коли вони з'явилися? Навіщо вони потрібні і чи потрібні взагалі? Чи небезпечні генетично модифіковані продукти для здоров'я і які продукти на нашому столі можуть виявитися модифікованими? Це далеко не всі питання, що виникають у людини, що піклується про своє здоров'я, і вже зовсім на небагато з них вона може відповісти. Виходячи з вищесказаного, представляється корисним і навіть необхідним детальніше розглянути питання про генетично модифіковані продукти: історії і причини їх появи, методи їх створення і дослідження і, звичайно, безпеку для організму.

Нині 18 країн вирощують трансгенну продукцію: США, Канада, Мексика, Гондурас, Колумбія, Аргентина, Уругвай, Бразилія, ЮАР, Індія, Австралія, Індонезія, Філіппіни, Китай, Німеччина, Румунія та ін. І якщо в 1996 р. під трансгенні рослини у світі було засіяно 1,7 млн. га, то вже в 2005 р. – 90 млн. га. У нашій країні доки заборонено в промислових масштабах вирощувати генетично модифіковану сільськогосподарську продукцію. У інших країнах таких рослин близько 100, а розроблені і проходять польові випробування ще більше 700. Офіційно дозволено використовувати в харчуванні тільки **14 генетично** модифікованих рослин. Вони використовуються при виготовленні ковбас, майонезів, кондитерських виробів і інших продуктів харчування.

Проти генетично модифікованих джерел існують різні думки.

*Перше*, заміна одних генів на інші в живих організмах порушує систему гомеостазу – послабляє їх життєві сили. Вважається, що кінцевим результатом може бути створення лише курйозних домашніх тварин і рослин, не життєздатних в природі, тобто трансгенні види можуть не дати потомства або ж мати властивості, які приведуть до загибелі цих тварин або рослин. А ті корисні властивості, заради яких і розроблялися ці культури, через декілька поколінь практично зникнуть.



*Друге*, біологічна наука не дає відповіді на питання: наскільки висока можливість генно-інженерних культур стати інвазивними (інвазія – нашестя), що витісняють традиційні сорти сільськогосподарських рослин. Через десятиліття останні можуть зникнути на Землі, оскільки врожайність трансгенних вище на 10...20% і вони провокують виникнення інфекційних захворювань у звичайних рослин – іржа або головешка хлібних злаків, поразка грибом картоплі. Крім того, учені, переносячи ген з одного організму на інший в надії, що з ним перейде деяка корисна властивість, не враховують, що переходять і шкідливі властивості.

*Третє*, в результаті усе більш масштабного виробництва трансгенних рослин, відбувається звуження генетичної бази насінництва і монополізація чотирма-п'ятьма транснаціональними компаніями виробництва і ринку усього світового посівного фонду.

*Четверте*, багато учених сходяться на тому, що трансгенні рослини можуть завдавати шкоди здоров'ю людини.

І так, що ж це за продукти, як їх отримують і чим вони небезпечні.

Генетично модифікований організм (ГМО) – організм або декілька організмів, будь-яке неклітинне, одноклітинне або багатоклітинне утворення, що здатне до відтворення або передачі спадкового генетичного матеріалу, відмінні від природних організмів, отримані із застосуванням методів генної інженерії і такі, що містять генно-інженерний матеріал, у тому числі гени, їх фрагменти або комбінації генів.

Генетично модифіковані джерела їжі (ГМД) – харчові продукти або компоненти харчових продуктів, отримані з генетично модифікованих організмів, і використовувані людиною в їжу в натуральному або переробленому виді.

### ***5.1. Отримання генетично модифікованих організмів***

Отримання генетично модифікованих організмів пов'язане з «вбудовуванням» цільового гена в ДНК інших рослин або тварин (роблять транспортування гена, тобто трансгенізацію) з метою вивчення

властивостей або параметрів останніх.

Недосконалість «вбудовування» гена в геном іншого організму є однією з причин небезпеки ГМО. Нині найбільш поширеними є два способи введення гена: **агробактеріальний** і **біобалістичний**.

При застосуванні першого способу використовують плазмідні (кільцева ДНК) ґрунтових бактерій (*Agrobacterium tumefaciens* і *Agrobacterium rhizogenes*), за допомогою яких і «вбудовують» потрібний ген в геном клітини. При *біобалістичному способі* в спеціальній вакуумній камері роблять «обстріл» рослинних клітин мікроскопічними вольфрамівими або золотими частками з нанесеними на них генами і нуклеотидними послідовностями. При обох способах «вбудовування» гена роблять селекцію трансформованих клітин і регенерацію трансгенних рослин. Найбільш поширеним є **агробактеріальний** спосіб введення цільового гена. Обидва способи «вбудовування» гена є недосконалими і не дають повної гарантії безпеки тих організмів, які створюються з їх допомогою. При біобалістичному способі досить висока вірогідність «вбудовування» відразу багатьох копій ДНК-векторів, «обривків» ДНК і інших збоїв. При цьому можуть з'являтися рослини з невідомими властивостями. Інший спосіб, агробактеріальний, є ще небезпечнішим і непередбачуваним, ніж перший.

Прибічники ГМО впевнені, що ГМ-вставки повністю розпадаються в шлунково-кишковому тракті людини. Вони стверджують, що присутність в харчових продуктах і кормі рекомбінантної ДНК само по собі не представляє небезпеки для здоров'я людини і тварин, в порівнянні з традиційними продуктами, оскільки будь-яка ДНК складається з нуклеотидних основ, а генетична модифікація залишає незмінною їх хімічну структуру і не збільшує загального вмісту генетичного матеріалу. Людина щодня споживає з їжею ДНК і РНК в кількості від 0,1 до 1,0 г залежно від виду споживаних продуктів і міри їх технологічної обробки.

Крім того, показано, що відсоток рекомбінантної ДНК в геномі

генетично модифікованих сільськогосподарських культур дуже незначний. Так, в генетично модифікованих сортах кукурудзи, стійких до шкідників, відсоток рекомбінантної ДНК складає 0,00022, в генетично модифікованих сортах сої, стійких до пестицидів, – 0,00018, генетично модифікованих сортах картоплі, стійких до шкідників, – 0,00075. Технологічна обробка їжі значно знижує зміст ДНК в продуктах. У високо рафінованих продуктах, таких як цукор-пісок, зроблений з цукрового буряка, або олія з бобів сої ДНК міститься в слідових кількостях або взагалі відсутня. Побоювання у фахівців викликає можливе перенесення генів стійкості до антибіотиків, які використовуються при створенні трансгенних рослин, в геном бактерій шлунково-кишкового тракту. Проте основний об'єм ДНК, що поступає з їжею, піддається руйнуванню в травному тракті і, отже, маловірогідне збереження цілого гена з відповідною регуляторною послідовністю. Крім того, перенесення рекомбінантної ДНК в геном бактерій практично неможливе, через необхідність послідовного проходження певних етапів: проникнення ДНК крізь клітинну стінку і мембрану мікроорганізму і можливість виживання при роботі механізму знищення сторонньої ДНК у бактерій; вбудовування в ДНК мікроорганізму і стабільну інтеграцію на певній ділянці, експресія гена в мікроорганізмі.

Проте поїдання організмів один одним може лежати в основі горизонтального перенесення, оскільки показано, що ДНК перетравлюється не до кінця і окремі молекули можуть потрапляти з кишечника в клітину і в ядро, а потім інтегруватися в хромосому. Що ж до кілець плазмід, то «кільцева» форма ДНК робить її стійкішою до руйнування. Так, плазмиди і ГМ-вставки були виявлені в різних органах тварин і людини, ГМО, що використовують в їжу: в крові і мікрофлорі кишечника мишей; у крові, селезінці, печінці, мозку, серці і шкірі внутрішніх плодів і новонароджених мишенят при додаванні в корм вагітних самок мишей ДНК бактеріофаг М-13 або плазмід, що містять ген

зеленого флуоресцентного бі- лку; у слині і мікрофлорі кишечника людини.

## **5.2. Переваги ГМД їжі**

Трансгенні рослини (ТР) сприяють росту продуктивності за рахунок своєї стійкості до гербіцидів, шкідників, хвороб. Це дозволяє зберегти ту частину врожаю, яка раніше втрачалася через дію чинників біотичного стресу і неефективного захисту.

ТР можна надати корисні властивості. Наприклад, британськими ученими розроблений новий сорт рису – «золотий рис» – генетично поліпшений за допомогою бетакаротину, який в організмі людини перетворюється на вітамін А. З поліпшеної кукурудзи, соєвих бобів і рапсу виходить рослинна олія, в якій понижена кількість насичених жирів. У трансгенних сортах картоплі і кукурудзи більше крохмалю і менше води. При жарінні такої картоплі потрібно небагато олії і вона легше засвоюється шлунком. Модифіковані помідори, гарбузи і картопля краще зберігають вітаміни С, Е і бетакаротин.

ТР можна використовувати у фармакологічних цілях як біофабрики з виробництва білків інтерлейнінів, стимулюючи захисні властивості людини (зокрема моркву, банани та ін.).

Узагальнюючи вищесказане, можна зробити висновок, що застосування ТР:

- підвищує продуктивність сільськогосподарських культур;
- дозволяє збільшити виробництво сільськогосподарської продукції, не розширюючи орних земель;
- зменшує збиток довкілля від використання отрутохімікатів;
- дозволяє отримати економічну вигоду за рахунок зниження трудовитраті економії енергоресурсів.

Отже, і надалі створюватимуться абсолютно нові продукти, з поліпшеною або зміненою харчовою цінністю, стійкі до дії кліматичних чинників, засолення ґрунтів, а також що мають більший термін зберігання

і поліпшені смакові властивості, що характеризуються відсутністю алергенів. Віддаленіше майбутнє – це рослини, які продукують певні хімічні сполуки, вакцини і так далі. І це не фантастика. Лабораторні напрацювання показують ефективність цього напрямку.

А в перспективі культури третього покоління (приблизно з 2015 р.). Для них окрім вищеперерахованих якостей буде характерна зміна архітектури рослин, наприклад, низькорослість як чинник стійкості у вітряних областях. Чи зміна часу цвітіння і плодоносіння – тоді стане можливим вирощувати тропічні фрукти в середній смузі. Чи зміна розміру, форми і кількості плодів. Чи ріст ефективності фотосинтезу – це приведе до збільшення вмісту кисню в повітрі. Чи продукування харчових речовин з підвищеним рівнем асиміляції, що краще засвоюються організмом.

### ***5.3. Недоліки використання ГМД їжі***

Потенційну небезпеку трансгенних організмів учені і фахівці пов'язують з наступними можливими негативними наслідками;

- *Витіснення природних організмів з їх екологічних ніш з наступним порушенням екологічної рівноваги.* Ці ризики пов'язані, передусім, з появою супер-бур'янів, з формуванням нових, стійких до отрут, популяцій комах, генетичним забрудненням і незворотньою втратою традиційних сортів найважливіших сільгоспкультур, а також із зростанням хімічного забруднення довкілля пестицидами.

- *Зменшення біорізноманітності.* ГМО представляють ризик для біорізноманітності (генетичної у тому числі), оскільки вони взаємодіють в природі з усім живим, що їх оточує. Учені визначили декілька проблемних сфер – поява нових шкідників, супербур'янів, генетичне забруднення, перехресне запилення ГМ- культур і звичайних, поява нових вірусів, а також інші приватні «слабкі місця» залежно від типу ГМО.

- *Безконтрольне перенесення сторонніх генів з трансгенних організмів в природні,* що імовірно може привести до активації раніше відомих або утворення нових патогенів. Трансгенні конструкції мають

можливість переміщатися в інші рослини, споріднені, або того ж типу. Генетично модифікований матеріал переноситься в пилку за допомогою, скажімо, вітру на сусідні поля.

Умовно ризики, пов'язані з використанням ГМД їжі, можна розділити заоб'єктом дії:

- екологічні;
- медичні;
- соціально-економічні.

Детального розгляду заслуговують ризики медичні, оскільки для споживачів на першому місці стоїть вплив подібних продуктів на здоров'я.

На сьогодні немає **прямих** наукових доказів негативної дії трансгенних рослин на людину. Проводяться різні дослідження, але отримані результати занадто суперечливі, щоб робити однозначні висновки. Проте учені і медики визнають появу і підтверджують наявність окремих ризиків для здоров'я людини.

Трансгени можуть викликати: підвищену алергенонебезпеку, можливу токсичність, стійкість до дії антибіотиків.

Генетично модифіковані маніпуляції наділяють рослини або тварин невластивими ним властивостями. При цьому виникає проблема: зупинити або передбачити процес функціонування комбінованого гена практично неможливо, тому упевненості в тому, що генетично модифіковані рослини, що з'їдаються нами, не стануть робити нові токсини немає.

#### **5.4. Харчові продукти, отримані із застосуванням ГМД**

У структурі посівних площ, зайнятих під трансгенні рослини по усіх країнах переважали сільськогосподарські культури з наступними спадковими ознаками: стійкість до гербіцидів – 71%, стійкість до комах – 7,7%, поліпшення якості – менше 0,1%.

Наступні генетично модифіковані джерела їжі (трансгенні культури) випускаються в промислових об'ємах (табл.3):

*Кукурудза* – стійка до глюфосинату амонія, глифосату, до зернового

точильника, стеблового метелика, до шкідників *Diabrotica spp.*

*Соя* – стійкість до глифосату, глюфосинату амонія, високий вміст олеїнової кислоти.

*Рис* – стійкість до глюфосинату амонія.

*Картопля* — стійкість до колорадського жука, вірусу картоплі Y, вірусускручування листя картоплі.

*Ранс* – стійкість до бромоксинілу, глюфосинату амонія.

*Кабачки* – стійкість до вірусу мозаїки огірків, жовтого вірусу мозаїки цукіні, вірусу мозаїки дині

*Папайя* – стійкість до вірусу кільцевих плям папайї.

*Томати* – стійкість до шкідників, пролонгація дозрівання (зниження синтезу етилену), стійкість при зберіганні (уповільнення деградації пектину).

*Цукровий буряк* – стійкість до глюфосинату амонія.

*Мускатна диня* – уповільнення дозрівання (зниження синтезу етилену).

*Льон* – стійкість до сульфонілмочевини.

Підлягають дослідженню на ГМО наступні харчові продукти, зроблені з/або з використанням генетично модифікованої сировини: хліб і хлібобулочні вироби, борошняні кондитерські вироби: печиво, галети, пряники, вафлі, крекери, торти, тістечка і кекси, ковбаси і ковбасні вироби, м'ясні напівфабрикати, продукти дитячого харчування (суміші для вигодовування, каші, пюре плодоовочеві, м'ясорослинні і риборослинні консерви, фасовані кулінарні вироби, консерви м'ясорослинні, риборослинні, концентрати харчові, супи і каші швидкого приготування), напівфабрикати (крем, помадка, начинки, желе), кондитерські вироби, шоколад, гумка жувальна, біологічно активні добавки до їжі (сухі, рідкі), харчові добавки. У стадії розробки або впровадження і, можливо, поки не представлені на світовому продовольчому ринку, а тому що підлягають дослідженню на наявність ГМД наступні харчові продукти: пшениця, ячмінь, соняшник, арахіс, картопля солодка, баклажани, капуста (качанова), брокколи, морква,

огірки, салат-латук, цибуля, горох, перець, маслини, оливки, яблука, груші, айва, вишні, абрикоси, черешні, персики, нектарини, слива, лимон, апельсин, мандарин, грейпфрут, виноград, ківі, ананас, чай, кава, льон (у тому числі – інші нелеткі рослинні жири).

### **5.5. Дослідження небезпеки ГМО**

Урядові дослідження в Шотландському Інституті Врожаю (Scottish Crop Institute) показали небезпеку ГМ-рослин для комах. Сонечка годували попелюхою, яку розводили на ГМ картопляних рослинах. Життя сонечок скорочувалося до половини очікуваної тривалості життя, а їх плодючість і кладка яєць значно зменшилася. Несприятливу дію пилку трансгенної *Vt*-кукурудзи на комах було показано у ряді робіт. Так, в дослідженні, опублікованому в журналі «Nature», порівнюються три групи личинок метелика Монарх *Danaus plexippus*. У тієї групи личинок, яка годувалася рослинним молочним соком з ГМ-пилком, спостерігався уповільнений розвиток і низький відсоток тривалості життя. В іншій роботі було виявлено негативний вплив *Vt*-кукурудзи на метелика-вітрильника.

Відомим вченим Арпадом Пуштаєм, з Університету Абердина (Великобританія), було показано, що годування щурів ГМ-картоплею з геном лектину цибулин проліска впродовж 10 днів призводило до пригнічення імунної системи, зменшення ваги внутрішніх органів і патологічних змін в них (руйнувалася печінка, змінювалися зобна залоза і селезінка) в порівнянні з щурами, які харчувалися звичайною картоплею. В іншій серії дослідів при включенні в раціон харчування щурів ГМ-картоплі були виявлені серйозні зміни в шлунково-кишковому тракті щурів.

У 2003 р. завершилося те, що тривало три роки, по суті, перше великомасштабне дослідження, на проведення якого пішло 5 млн. доларів. Експеримент проводився на 600 полях, де вирощували три види трансгенних рослин: кукурудзу, рапс, капусту. З'ясувалося, що видова різноманітність рослин, грибів, комах, птахів, тварин, що мешкають на цих полях і навколо них, скоротилася на 30%.



Канадські фермери, маючи досвід вирощування генетично модифікованих зернових, стверджують, що ця технологія ушкоджує аграрний сектор. Річ у тому, що, посіявши одного разу ГМ-зернові, від них неможливо позбавитися. «Супер- культура» розсіюється з тих, що залишилися на полі соломи і насіння, навіть при дуже ретельній обробці поля, сходи ГМ-культури все одно заглушають нові посіви.

Два незалежні дослідження, проведені британськими ученими, виявили, що бджоли переносять пилок модифікованих рослин більш ніж на 26 кілометрів, а вирощений одного разу урожай ГМ-зернових залишає після себе забруднений ґрунт на 16 років.

Італійка М. Malatesta із співавторами перевіряла вплив ГМ-сої, стійкої до гербіциду раундапу, на мишей. Патологічні зміни були виявлені в печінці, підшлунковій залозі у піддослідних мишей.

Представляється доречним детальніше розповісти про дослідження ГМ-сої, оскільки з усіх генетично змінених продуктів харчування трансгенна соя, мабуть, самий проблемний продукт. З одного боку, соя з великим успіхом застосовується якості корму для худоби, м'ясо і молоко якого споживають люди. По-друге, останнім часом соєве молоко активно використовують для вигодовування грудних дітей, яким протипоказаний молочний цукор або молочний білок. Таких дітей на сьогодні у світі налічується близько 7%. Для них соєве молоко є єдиним джерелом поживних речовин. По-третє, вживання сої є одним з найважливіших чинників здорового харчування, яке сьогодні завойовує все більше прибічників. А деякі компоненти сої за своїм складом близькі до молекул естрогену, жіночих статевих гормонів, нестача яких призводить до вікових змін – тріскання шкіри, випадання волосся, появи зайвої повноти. Ось чому соєві добавки стали останнім часом такі популярні. Крім того, соя використовується для приготування 30000 продуктів: супів, картопляних чіпсів, маргарину, салатних соусів, рибних консервів та ін. Таким чином, соя стає одним з основних продуктів раціону людства. І продукти з сої

гратимуть провідні ролі в гастрономічному театрі майбутнього.

Саме з цією тенденцією, очевидно, пов'язано прагнення виробників максимально оптимізувати і здешевити вирощування сої. Генетично модифікована соя має, зокрема, дуже цінну якість – вона стійка до гербіцидів. Це дозволяє істотно підвищити врожайність сої і понизити собівартість (адже трансгенну сою практично не треба прополювати), а за хімічним складом і поживними властивостями ГМ-соя нічим не відрізняється від звичайної.

Технологія з виробництва трансгенної сої була запропонована ученими компанії Monsanto, виробником, Roundup Ready. Фермерам, що використовують цей гербіцид, був наданий безкоштовний доступ до насіння трансгенної сої Roundup Ready. В результаті широкого застосування гербіциду Roundup, в сої може міститися дуже небезпечна речовина глифосат, основний компонент Roundup (його зміст в гербіциді складає 41%). В ході експерименту, що проходив на острові Тайвань, зафіксована смерть 11 чоловік з 97, що умисне споживали їжу з великим вмістом глифосата. Іншим приводом для обговорення є ізофлавоноїди – фітоестрагени, що містяться в сої. Самі по собі ізофлавоноїди, будучи рослинним аналогом жіночих статевих гормонів, діють на людський організм дуже благотворно. Зокрема, саме вмістом ізофлавоноїдів в сої пояснюється значно нижча захворюваність онкологічними захворюваннями серед населення східних країн, де соя є одним з основних продуктів харчування. Завдяки ізофлавоноїдам представники східних народів значно випереджають європейців в питаннях тривалості життя і періоду активного довголіття. Але, як показали дослідження групи німецьких учених під керівництвом доктора Зандерманна, генетично модифікована соя містить значно вищу кількість фітоестрогенів. Якщо звичайна соя попереджає рак і уповільнює процес старіння, то соя з підвищеним вмістом ізофлавоноїдів може викликати прямо протилежні ефекти. Саме підвищеним вмістом ізофлавоноїдів можна пояснити дані,

отримані американськими ученими в 2001 р. Їх дослідження показали, що вживання соєвих продуктів у великій кількості може призводити до передчасного старіння мозку і до розвитку злякисних пухлин статевих органів. А використання трансгенної сої в якості сировини для приготування дитячих безмолочних сумішей і зовсім неприпустимо. Потрапляючи в організм немовляти, фітогормони в такій кількості викликають значні зміни у складі крові (зокрема, рівень естрадіолів підвищується в 13000– 22000 разів в порівнянні з нормальним вмістом), які можуть мати небезпечні наслідки, зокрема, порушення функцій статевих органів, збільшення ризику ракових захворювань. При цьому багато виробників дитячого харчування визнали, що використовують як сировину трансгенну сою.

Ученими був проведений аналіз впливу зміни материнської дієти при додаванні до корму ГМ-сої, стійкої до гербіциду рундапу, на фізіологічний стан потомства першого покоління. Дослідження проводилися на щурах.

До загального корму самиць додали ГМ-сою, стійку до гербіциду раундапу, який використовується для боротьби з бур'янами. Сою додали у вигляді соєвого борошна, намоченого водою, за два тижні до спаровування, під час спаровування і під час годування (по 5–6 г на щура). В якості контрольних груп виступали самиці, яким в корм додавали традиційну сою або нічого не додавали. Таким чином, в експериментах брали участь три групи: 1 група – додавали ГМ-сою; 2 група – додавали традиційну сою і 3 група виступала контрольною (без добавок). Дослідження проводили одночасно з усіма групами. Після народження щуренят кількість сої збільшили до 1 г на одне щуреня, що народилося. Рахували кількість самиць, що народили, та число щуренят, що народилися і померли. Було досліджено 15 самиць і 122 щуреняти. Після додавання до загального корму ГМ-сої була отримана висока смертність щуренят (~55,6%). Підвищена смертність новонароджених щуренят спостерігалася в усіх самиць «ГМ-соєвої» групи. При цьому ГМ-соєва не

впливала на народження щурят (в середньому на одну самицю 11 щуренят). Серед тих, що вижили щуренят 36% з «ГМ-соє» групи за два тижні після народження мали вагу менше 20 г в порівнянні з групами «Контроль» і «Трад. соє» (6% і 6,7% відповідно), що свідчило про ослаблений стан великої кількості щуренят з групи «ГМ- соє». Невеликі зміни, які були виявлені при додаванні традиційної сої, були статистично недостовірними і вважаються в межах норми при цій кількості тварин.

Висувається декілька версій негативного впливу ГМ-сої на потомство. З одного боку, це може бути пов'язано з проникненням сторонніх генів в статеві і ембріональні клітини тварин (згідно з дослідженнями німецьких учених Schubbert із співавт.). Причиною може бути і мутагенна дія знову створених ГМ-організмів. З іншого боку, негативна дія може бути обумовлена накопиченням токсичного гербіциду раундапа в рослинах, стійких до нього, таким чином, разом з рослиною поглинається і сам токсин. Проте у зв'язку з тим, що ні самиці, ні щурята, що підросли, які починали самі їсти ГМ-соєю, не померли, то передбачається, що найбільш вірогідними є перша і друга версії.

Було б помилкою думати, що можна з легкістю захистити себе від трангенних продуктів в цілому і від трансгенної сої зокрема. Адже соє в тому або іншому вигляді – соєве борошно, або соєва олія, або соєвий лецитин – є присутніми чи не в усіх готових продуктах, які продаються в магазинах.

Продовольча проблема – одна з найважливіших проблем людства. За прогнозами ЮНЕСКО до 2050 р. чисельність населення у світі наблизиться до 10 млрд. чоловік, що зажадає різкого збільшення обсягів виробництва продукції. Велика частина придатних до обробітку земель вже залучена до сільськогосподарського виробництва. Виникла необхідність в застосуванні принципово нових підходів до створення високоякісних агросистем, що забезпечують підвищення врожайності сільськогосподарських культур і продуктивності худоби. Одним із

способів рішення поставлених завдань є застосування новітніх способів селекції.

Нині на 25% оброблюваних посівних площ вирощуються генетично модифіковані різновиди соєвих бобів, бавовни, зернових і рапсу (домінуючими трансгенними культурами, використовуваними в якості продовольчої сировини, є соя, рапс і кукурудза). Майже дві третини світового об'єму генетично модифікованих рослин вирощуються в США. Іншими їх великими виробниками є Аргентина, Канада, Бразилія, Китай і ПАР. Список дозволених для використання в харчуванні і кормі сільськогосподарських культур на 2004 р. за даними управління з контролю за харчовими продуктами і лікарськими препаратами (США), включає більше 100 генетично модифікованих продуктів. У 2005 р. загальний об'єм посівних площ підтрансгенними культурами у світі склав 90 млн. га. Коли в 1996 р. США уперше експортували в Європу ГМ соєві боби, Європейський союз, частково у відповідь на публічні дебати, що виникли, ввів обов'язкове етикетування харчових продуктів, що містять генетично модифіковані організми (ГМО). У квітні 2004 р. було введено нове законодавство з розширеними вимогами до етикетування. Уряди в деяких інших країнах світу наслідували приклад Європейського союзу і також розробили положення про маркування (етикетування) для генетично модифікованих продуктів.

На етикетках для харчових продуктів з генетично модифікованих джерел (маркування) вказуються:

- найменування інгредієнтів, що входять до складу харчового продукту, мікробні культури, закваски і речовини, що використовуються для збагачення харчових продуктів;
- рекомендації з використання, застосування, при необхідності, протипоказання до їх використання;
- для харчових продуктів, що містять більше 0,9% компонентів, отриманих із застосуванням ГМО, у тому числі, що не містять

дезоксирибонуклеїнову кислоту (ДНК) і білок, обов'язкова інформація – «генетично модифікована продукція», або «продукція, отримана з генно-інженерно-модифікованих організмів», або «продукція містить компоненти генно-інженерно-модифікованих організмів»;

- інформація про державну реєстрацію.

Поза сумнівом, регламентація продажу модифікованих продуктів потрібна і корисна, проте в ухваленому Європарламентом законі є ряд нюансів. Так, на упаковках нерафінованої олії і попкорну з генетично зміненої кукурудзи має бути відповідне маркування, а на упаковці з крохмалем або отриманим з нього глюкозним сиропом подібне маркування не потрібне. Маркування не потрібне на упаковці з рафінованою олією або приготованим на його основі майонезом. Отриманий з генетично-модифікованого яблука мус або яблучний сік повинні нести відповідне маркування, а яблучний оцет – ні. Не фіксується факт використання генетично модифікованої сировини при виготовленні лецитину і отриманні з його допомогою шоколаду і крему. Повинні мати відповідне маркування соєвий шрот, білок, отриманий з нього, і готові супи з цим білком. Корми для тварин, отримані з шроту генетично модифікованої сої не маркуються.

Об'єктивні причини існування реальних і (чи) потенційних біологічних ризиків ГМО і отриманих з них продуктів слідують, передусім, з недосконалості самих генно-інженерних технологій і слабкої вивченості структури і функціонування генетичного апарату рослин, в який і вставляється сторонній ген.

Генний інженер, створюючи ГМО, порушує одну з основних заборон еволюції – заборона на обмін генетичною інформацією між далеко віддаленими видами (наприклад, між рослиною і людиною, між рослиною і рибою або медузою). Ціна подібної «вільності» може бути дуже висока.

### ***5.6. Нітрати, нітрити, нітрозоаміни***

Нітрати широко поширені в природі, вони являються нормальними

метаболітами будь-якого живого організму, як рослинного, так і тваринного, навіть в організмі людини утворюється і використовується в обмінних процесах більше 100 мг нітратів. Проте, ми постійно чуємо про небезпеку нітратів.

Головною причиною усіх негативних наслідків є не стільки нітрати, скільки їх метаболіти – нітрити. Нітрит, взаємодіючи з гемоглобіном, утворює метгемоглобін, що не здатний переносити кисень. В результаті зменшується вміст кисню в крові і розвивається гіпоксія (кисневе голодування). Для утворення 2000 мг метгемоглобіну достатньо 1 мг нітриту натрію. У нормальному стані у людини міститься в крові близько 2 % метгемоглобіну. Якщо вміст метгемоглобіну зростає до 30 %, то з'являються симптоми гострого отруєння (задишка, тахікардія, ціаноз, слабкість, головний біль), при 50 % метгемоглобіну може настати смерть.

Основними джерелами потрапляння нітратів і нітриту в організм людини є, в першу чергу, рослинні продукти і питна вода. І оскільки нітрати є нормальним продуктом обміну азоту в рослинах, неважко припустити, що їх вміст залежить від наступних чинників:

- індивідуальних особливостей рослин; існують так звані рослини «накопичувачі» нітратів, це в першу чергу, листові овочі (салат, шпинат), а також коренеплоди (редиска, буряк);

- ступеню стиглості плодів; недостиглі овочі, картопля, а також овочі ранніх термінів дозрівання можуть містити нітратів більше, ніж ті що досягли нормальної збиральної стиглості;

- зростаючого і часто безконтрольного застосування азотних добрив (неправильне дозування і терміни внесення);

- використання деяких гербіцидів і дефіцит молібдену в ґрунті порушують обмін речовин в рослинах, що призводить до накопичення нітратів.

Цікаво, що нітрати нерівномірно розподіляються в межах різних частин

рослини. Оскільки джерело внесення нітратів в рослини один – зовнішнє середовище, то чим ближче до коренів і чим багатіше органи рослини системами, що проводять, тим більше в них нітратів: у стеблі, черешках і головних жилках листя, в коренеплодах, особливо в центральній частині. Нітратів мало в самих тканинах, бутонах, квітках, плодах і насінні. Особливо це характерно для томатів, кабачків, качанів кукурудзи, зеленого горошку. У зовнішньому листі капусти нітратів в 2 рази більше, ніж в центральній частині качана. При видаленні з плоду огірка шкірки, вміст нітратів зменшується в 2 рази. У недозрілих овочах нітратів виявляється набагато більше, ніж в дозрілих.

Вище говорилося про загальну закономірність накопичення нітратів. Проте у різних рослин є і свої індивідуальні особливості. Відомі, так звані, «накопичувачі» нітратів. До них відносяться зелені овочі: салат, ревінь, петрушка, шпинат, щавель, які можуть накопичувати до 200–300 мг нітратів в 100 г зелені. Буряк і редиска можуть мати шокуючі значення нітратів. Окрім рослин, джерелами нітратів і нітритів для людини є м'ясні продукти, а також ковбаси, риба, сири, в які додають нітрит натрію або калію. Нітрит використовується в якості консерванту і для збереження звичного забарвлення м'ясопродуктів, оскільки утворений при цьому *NO*-міоглобін зберігає червоне забарвлення навіть після теплової денатурації, і таким чином істотно покращує зовнішній вигляд і товарні якості м'ясопродуктів. При смаженні м'яса на відкритому полум'ї білки взаємодіють з жирами з утворенням нітрозамінів. З молочних продуктів нітрозаміни виявлені, головним чином, в сирах, що пройшли фазу ферментації (до 10 мкг/кг). З рослинних продуктів нітрозаміни виявляються, в основному, в солоно-маринованих виробах, а з напоїв – в пиві, де сумарний вміст їх може досягати 12 мкг/л. Слід також вказати, що залежно від способу приготування їжі кількість нітратів знижується неоднаково. При варінні картоплі у воді рівень нітратного азоту падає на 40–80 %, на пару – на 30–70 %, при смажінні в рослинній олії – на 15 %,



у фритюрі – на 60 %.

#### Вміст нітратів в деяких видах продуктів

Найменування продукту	Вміст нітратів, мг/кг	Найменування продукту	Вміст нітратів, мг/кг
Буряк	39–7771	Шпинат	621–2417
Редис	41–4527	Щавель	53–875
Редька	98–2731	Кавун	6–94
Капуста рання (свіжа)	509–1010	Соки плодово-ягідні (консерв.)	0–56
Капуста пізня (свіжа)	14–3467	Соки овочеві (консерв.)	10–108
Капуста квашена	46–320	Яблука	2,7–55
Картопля	4–1218	Слива	2,5–3,1
Морква	15–900	Журавлина	2,5–3,3
Огірки (закритий ґрунт)	67–765	Чорниця	2,6–4,0
Огірки солоні	83–120	Молоко	1,1–14,0
Помідори	3–365	Сирні вироби	1,5–6,5
Кабачки	291–672	Яловичина свіжа	0–4,0
Кріп	30–4074	Ковбаса «Докторська»	2,4–5,8
Петрушка	388–2022	Риба річкова	3–43
Лук перо	701–968	Риба морська	14–21
Перець солодкий	10–517		

При попередньому замочуванні картоплі в 1 %-вому розчині хлористого калію і 1% -вому розчині аскорбінової кислоти і подальшому смаженні у фритюрі вміст нітратів падає на 90%. У відвареній моркві кількість нітратного азоту знижується в 2 рази. У відвареному буряці кількість нітратів залишається такою ж, як і в сирих коренеплодах. Найбільшу кількість нітратів втрачала в процесі варіння капуста, майже 60% від початкового рівня. Морква, буряк і картопля неочищені втрачають приблизно однакову їх кількість (17–20%). Очищення бульб картоплі привело до різкого (більш ніж в 2 рази) збільшення втрат нітратів, тобто шкірка бульб є певним бар'єром для переходу нітратів у воду. У плодах солоних томатів кількість нітратного азоту зростає в 1,4–1,8 рази. При

цьому в розсолі вміст нітратів в 2,2–2,8 рази більше, ніж в початкових свіжих плодах, що обумовлено застосуванням приправи зелених овочів (кріп, петрушка, часник), що містять підвищену кількість нітратів. У томатному соці, що піддається термічній обробці, кількість нітратів зменшується в 2 рази. При 57 %-вому виході соку з моркви і 80 %-вому виході соку із столового буряка значна частина нітратів переходить в рідку фазу, хоча їх кількість в соці залежить від виду продукції. Так, в морквяний сік з коренеплодів переходить близько 44 % нітратного азоту від загальної кількості його в сировині. У буряка майже 80% їх також переходить в сік. При виробництві сухих вин нітрати переходять в сік. Отримані вина можуть містити від 1 до 47,8 міліграма/л нітратного азоту. Відомо, що концентрація нітратів вище 8 міліграм/л істотно позначається на смакових якостях продукту, він набуває терпкого, кислувато-солоного смаку. Свіжовиготовлені соки можуть стати небезпечними для здоров'я, якщо тривалий час не піддаються подальшій обробці внаслідок швидкого переходу нітратів в нітрит. При зберіганні бурякового соку протягом доби при 37 °С кількість нітриту зростає від нульового вмісту до 296 мг/л, при кімнатній температурі до 188 мг/л, а в холодильнику – до 26 мг/л. В процесі сушіння продукту або упарювання рідини часто відбувається збільшення кількості нітратів.

***Гранично допустимі концентрації нітратів в продуктах  
рослинництва***

Продукт	Вміст нітратів, міліграм/кг
Картопля	250
Капуста білокачанна рання	900
Капуста білокачанна пізня	500
Морква рання	400
Морква пізня	250
Томати	150/300

Огірки	150/400
Буряк їдальня	1400
Лук ріпчастий	80
Листові овочі (салат, петрушка, кріп)	2000
Перець солодкий	200
Кабачки	400
Дині	90
Кавуни	60
Виноград	60
Яблука, груші	60

Нітрати, як відзначалося вище, самі по собі не мають вираженої токсичності, проте одноразовий прийом 1–4 г нітратів викликає у людей гостре отруєння, а доза 8–14 г може виявитися смертельною. Допустима добова доза, в перерахунку на нітрат іон, складає 5 міліграм/кг маси тіла.

**Визначення нітратів, нітритів і нітрозамінів.** Для визначення нітратів і нітритів розроблений цілий ряд методик. Визначати нітрозаміни в продуктах харчування набагато складніше. Завдяки летючості нітрозамінів, як правило, з цією метою використовують газову хроматографію з флуоресцентним детектором.

### **5.7. Харчові добавки**

Харчові добавки – природні, ідентичні природним або штучні (синтетичні) речовини, зазвичай невживані в якості харчового продукту, але які навмисно вводять в харчовий продукт з технологічних міркувань на різних етапах виробництва, зберігання, транспортування з метою поліпшення або полегшення виробничого процесу або готельних операцій, збільшення стійкості продукту до різних видів псування, збереження структури і зовнішнього вигляду продукту або спеціальної зміни його

органолептичних властивостей. Отже, харчові добавки – це речовини, сполуки, які свідомо вносять в харчові продукти з метою виконання певних функцій. Такі речовини, називають також прямими харчовими добавками, що не є сторонніми, як, наприклад, різні контаміанти, що «випадково» потрапили в їжу на різних етапах її виробництва.

Існує принципова відмінність між харчовими добавками і допоміжними матеріалами, що використовуються в ході технологічного процесу.

**Допоміжні матеріали** – будь-які речовини або матеріали, які, не будучи харчовими інгредієнтами, навмисно використовуються при переробці сировини і отриманні харчової продукції з метою поліпшення технології. У готових харчових продуктах допоміжні матеріали або відсутні, або можуть зберігатися в незначних кількостях у вигляді залишків, що не видаляються.

Ряд харчових добавок з'являється в їжі незалежно від бажання виробника – в процесі виробництва продукту або його упаковки. Людина щорічно разом з харчовими продуктами отримує від 0,2 до 1,0 міліграма бензапірена: за рахунок речовин з диму при копченні; ксенобіотиків, що з'являються з пакувальних пластмас.

Історія харчових добавок (оцтова кислота, куховарська сіль та ін.) налічує декілька тисячоліть. Проте тільки в ХХ ст., в його другій половині, їм стали приділяти особливу увагу.

Харчові добавки у наш час виступають як найпоширеніші біологічно активні ксенобіотики, що вводяться в організм із зовнішнього середовища. При цьому розвинені країни випробовують найбільшу дію цього потужного хімічного потоку. Харчові добавки допускається застосовувати тільки у тому випадку, якщо вони навіть при тривалому використанні не загрожують здоров'ю людини. В той же час вимоги до оцінки безпеки харчових добавок свідомо нижче, ніж до ліків.

Зазвичай харчові добавки розділяють на декілька груп:

- **речовини, що регулюють смак продукту** (ароматизатори, смакові добавки, підсилювачі смаку, підсолоджуючі речовини, кислоти і регулятори кислотності);

- **речовини, що покращують зовнішній вигляд продукту** (барвники, стабілізатори кольору, вибілювачі). Барвники помітно виділяються з харчових добавок своїми небезпечними властивостями. Серед барвників зустрічається багато канцерогенів;

- **речовини, що регулюють консистенцію і формують текстуру** (загусники, гелеутворювачі, стабілізатори, емульгатори та ін.);

- **речовини, що підвищують збереження продуктів і збільшують термін зберігання** (консерванти, антиоксиданти та ін.).

У кожному класі харчових добавок зустрічаються сполуки, небезпечні для здоров'я. Для харчових добавок існують ГДК, ДДП, ДДС, які постійно удосконалюються. Для деяких натуральних харчових добавок, що не представляють загрозу для здоров'я навіть у великих кількостях, гранично допустимі концентрації в продуктах не встановлюються. Кількість їх визначається технологією і смаковими якостями. До них відносять E164 «шафран», E160 «натуральні екстракти каротинів», E260 «оцтову кислоту», E290 «двоокис вуглецю».

Число харчових добавок, вживаних у виробництві харчових продуктів в різних країнах, досягає сьогодні 500, не рахуючи комбінованих добавок, окремих харчових речовин і ароматизаторів. У Європейському Союзі класифіковано близько 300 харчових добавок, для гармонізації використання яких Європейським Союзом розроблена раціональна система цифрової кодифікації харчових добавок. Вона включена до кодексу ВООЗ для харчових продуктів як міжнародна цифрова система кодифікації харчових добавок. Кожній харчовій добавці присвоєний цифровий три- або чотиризначний номер (у Європі з попередньою йому буквою E). Ці номери (коди) використовуються у поєднанні з назвами функціональних класів, що характеризують групу харчових добавок за технологічними функціями

(підкласами).

**Букву E** фахівці ототожнюють як із словом Європа, так і із словами *essbar/edible*, що в перекладі на російську відповідно з німецької або англійської означає їстівний. Привласнення конкретній речовині статусу харчової добавки і тризначного ідентифікаційного номера E має чітке тлумачення, що має на увазі, що: ця речовина перевірена на безпеку, речовина може бути застосована у рамках її встановленої безпеки технологічної необхідності за умови, що застосування цієї речовини не введе споживача в оману відносно типу і складу харчового продукту, в який вона внесена, для цієї речовини встановлені критерії чистоти, що необхідні для досягнення певного рівня якості продуктів харчування.

Отже, дозволені харчові добавки, що мають ідентифікаційний номер, володіють певними властивостями.

Після деяких E-номерів стоять рядкові букви, наприклад: E160 a – каротини. У цих випадках йдеться про класифікаційний підрозділ харчової добавки. Рядкові букви є невід'ємною частиною номера E.

Наявність харчових добавок в продуктах харчування повинна фіксуватися на етикетці, при цьому харчова добавка може позначатися як індивідуальна речовина або як представник функціонального класу у поєднанні з номером E. Наприклад, бензоат натрію або консервант E211.

Проте найменування і доза (у числовому вираженні) харчової добавки, як правило, не виносяться на етикетку, оскільки на ній не вмістяться довгі і важко читані позначення речовин у складі добавок. Зазвичай на етикетці фігурує індекс добавки. Класифікація харчових добавок (по основних групах) в ЄС і більшості країн Європи відповідно до призначення згідно із запропонованою системою цифрової кодифікації виглядає таким чином:

1. Барвники (E100 –E199);
2. Консерванти (E200 – E299);
3. Антиоксиданти, регулятори кислотності (E300 – E391);

4. Стабілізатори, емульгатори, загусники (E400 –E481);
5. Різні (E500 – E585);
6. Підсилювачі смаку і аромату (E600 – E699);
7. Глазуруючі агенти, поліпшувачі хліба і борошна, піногасники і підсолоджувачі (E900 – E999);
8. Ферментні препарати (E1100 – E1105).

Багато харчових добавок, включених в цей список, мають комплексні технологічні функції, які проявляються залежно від особливостей харчової системи. Наприклад, добавка E339 (фосфат натрію) може проявляти властивості регулятора кислотності, емульгатора, стабілізатора, комплексоутворювача і водоутримуючого агента.

Для вільного переміщення по території співтовариства продуктів харчування з харчовими добавками директивою ЄС визначений список харчових добавок, які дозволені до застосування в продуктах країн ЄС і можуть бути експортовані з однієї країни співтовариства в іншу і ввезені на територію будь-якої країни ЄС з третіх країн (не членів ЄС). На пакувальних матеріалах такі добавки мають бути позначені буквою E і далі відповідний номер, згідно з директивою ЄС, в якій вони згруповані в декілька класів. Позначення E700 – E899 не зустрічаються нині на упаковках харчових продуктів, оскільки це запасні індекси. Хімічні назви харчових добавок з індексом E можна побачити в спеціальних застосуваннях.

### ***5.8. Характеристика груп харчових добавок***

***Барвники (E100 – E199). Натуральні (природні) харчові барвники*** – це фарбувальні речовини, виділені фізичними способами з рослинних і тваринних джерел. Іноді їх піддають хімічній модифікації для поліпшення технологічних і споживчих властивостей. Ряд барвників отримуються не лише виділенням з природної сировини, але і синтетично. Наприклад, бета-каротин, виділений з моркви, по своїй хімічній будові відповідає

бета- каротину, отриманому мікробіологічним або хімічним шляхом (при цьому, натуральний бета-каротин істотно дорожче і тому, рідко використовується в харчовій промисловості, як барвник).

Сировиною для натуральних харчових барвників можуть бути ягоди, квіти, листя, коренеплоди і так далі, у тому числі, у вигляді відходів переробки рослинної сировини на консервних і виноробних заводах.

Вміст фарбувальних речовин в рослинній сировині відносно невеликий (зазвичай, декілька відсотків або долі відсотка). Але кількість інших хімічних сполук – цукристих, пектинових, білкових речовин, органічних кислот, мінеральних солей і так далі – може перевищувати вміст фарбувальних у декілька разів. Ці речовини не представляють небезпеки для здоров'я, а часто навіть корисні для людини, але своєю присутністю вони знижують інтенсивність фарбування готового продукту. Тому при виробництві препаратів натуральних харчових барвників від побічних речовин, в тій або іншій мірі, позбавляються. Сучасні технології дозволяють отримувати препарати натуральних харчових барвників із заданими властивостями і стандартним вмістом основної фарбувальної речовини.

**Синтетичні харчові барвники** – це органічні сполуки, що не зустрічаються в природі, тобто, штучні. Майже усі вони використовуються у світовій харчовій промисловості вже десятки років. Синтетичні харчові барвники, на відміну від натуральних, не мають біологічної активності і не містять ні смакових речовин, ні вітамінів. При цьому вони мають значні технологічні переваги в порівнянні з натуральними, оскільки менш чутливі до умов технологічної переробки і зберігання, а також дають яскраві, легко відтворювані кольори.

У більшості країн ЄС (для внутрішнього ринку) і СНД не підлягають фарбуванню або підфарбовуванню: усі види мінеральної води, питне молоко, вершки, кисломолочні продукти, рослинні і тваринні жири, яйця і яечні продукти, борошно, крохмаль, макаронні вироби (у Білорусі



порушується ця вимога), цукор, продукти з томатів, соки і нектари, риба і морепродукти, какао і шоколадні вироби, кава, чай, цикорій, вина, зернові горілки, продукти дитячого харчування, сири, мед, масло з молока овець і кіз.

**Консерванти (E200 – E299).** Консерванти запобігають розмноженню мікроорганізмів (бактерій, вірусів, грибів), тобто запобігають псуванню продуктів. В якості консервантів застосовуються неорганічні з'єднання, органічні кислоти і їх похідні, а також спеціальна група консервантів.

Для збільшення термінів зберігання шинки, ковбаси і інших м'ясних продуктів в них додають *нітрит натрію*  $NaNO_2$  (E250) і *нітрат натрію*  $NaNO_3$  (E251). Ці речовини в харчовому продукті виконують також роль стабілізатора кольору. Нітрит при взаємодії з ферментами м'яса (міоглобіном) утворює нітрозогемоглобін – речовина червоного кольору. При тепловій обробці нітрозогемоглобін переходить в гемоглобін, що надає м'ясним продуктам стійкого червоного забарвлення. З кількості внесеного нітриту натрію на реакцію з міоглобіном витрачається близько 30% добавки, решта взаємодіє із структурними компонентами макро-нутрієнтів: з аміно- і сульфгідрильними групами білків, гідроксильними групами інших компонентів, перетворюючись на гідроксиламін і аміак. На думку окремих авторів, при посолі м'яса 5–15% нітриту зв'язується з метгемоглобіном; 1–10% переходить в нітрати; 5–20% залишається у вигляді нітриту; 1–5% виділяється у вигляді газоподібних продуктів; 1–5% взаємодіє з ліпідами; 20–30% – з білками.

Додають нітрит і нітрат натрію і в тверді сири, для попередження спучення. Нітрит натрію і нітрат натрію вважаються відповідальними за підвищену збудливість нервової системи у дітей.

Людам, що страждають захворюваннями печінки, кишечника, дисбактеріозом, холециститом необхідно виключити з раціону продукти, що містять нітрит натрію і калію. У таких людей частина нітратів, потрапляючи в шлунково-кишковий тракт, перетворюється на

токсичніший нітрит, який, у свою чергу, утворює досить сильні канцерогени, – нітритозаміни.

*Бензойну кислоту* (E210), *бензоат натрію*  $C_6H_5COONa$  (E211) і *калію* (E212) вводять в деякі харчові продукти, в якості бактерицидного і протигрибкового засобу. До таких продуктів відносяться джеми, фруктові соки, маринади і фруктові йогурти. Продукти, що містять бензоати натрію і кальцію, не рекомендується вживати астматикам і людям, чутливим до аспірину.

Нерідко, з метою запобігання росту мікроорганізмів, в продукти додають *сульфіт натрію*  $Na_2SO_3$  (E221) і навіть діоксид сірки  $SO_2$  (концентрований сік «Mehukatti», виробник Туреччина). Істотний недолік діоксиду сірки і сульфитів, використовуваних в якості консервантів, той, що вони руйнують вітаміни B1 (тіамін) і вітамін H (біотин).

Для збереження хлібних продуктів нерідко застосовують *пропіонат кальцію*  $(CH_3-CH_2-COO) 2Ca$  (E282) (заборонений в Росії), який перешкоджає росту плісняви.

Нерідко, щоб запобігти псуванню харчових продуктів, використовують *сорбінову кислоту* (ікра осетрових риб) або її похідні: *сорбат натрію* (E201), *сорбат калію* (E202).

Сорбінова кислота є одним з найбільш популярних консервантів внаслідок фізіологічної безпеки і органолептичної нейтральності. Сорбінова кислота являє собою білі, кислуваті на смак монокристали із слабким запахом. Головна сфера застосування сорбінової кислоти – сири усіх сортів. Її застосовують в якості консерванта внаслідок ефективності при високих значеннях рН і специфічної дії на плісневі гриби. Сорбінову кислоту і сорбати застосовують для твердих сирів, як під час дозрівання, так і при зберіганні в споживчій упаковці. Сорбінову кислоту додають до сиру в концентрації 0,05...0,07%.

Обробка 10...20% розчином сорбату калію пригнічує ріст пліснявих грибів на твердих ковбасах і сардельках. У поєднанні з посолом,

охолодженням і вакуумною упаковкою сорбінова кислота чинить антибактеріальну дію на свіжу рибу.

Для запобігання появі крейданої плісняви, що з'являється іноді на житньому хлібі, сорбінову кислоту додають у кількості 0,1...0,2% до маси борошна під час замісу тіста.

Сорбінова кислота внаслідок нейтрального смаку, ефективності в області високих рН і дієвості проти осмофільних дріжджів застосовується для консервації наповнювачів шоколаду.

Сорбінова кислота, сорбат калію дозволені в усіх країнах світу для консервації багатьох харчових продуктів. Дозволені максимальні кількості складають від 0,1 до 0,2%. Слід зазначити те, що сорбінова кислота може викликати шкірні реакції.

Синтетичні консерванти не дозволяється вводити в продукти масового споживання: молоко, борошно, хліб, свіже м'ясо, спеціальні дієтичні продукти, продукти для дитячого харчування і в продукти з позначенням «натуральні».

#### ***Антиоксиданти, регулятори кислотності (E300 – E391).***

Якщо консерванти перешкоджають біологічному псуванню продукту, то антиоксиданти запобігають хімічному окисленню. Механізм дії антиоксидантів дуже простий. Це речовини, які легко окислюються, перетворюючись при цьому на нешкідливі для організму продукти. При цьому витрачається кисень – головний потенційний окисник. Отже, продукт буде окислений у меншій мірі. Найбільш поширені антиоксиданти *аскорбінова кислота* (E300) і *аскорбат натрію* (E301). Відсутність аскорбінової кислоти в їжі людини викликає цингу, знижує опірність до захворювань.

*Бутилоксианізол* (E320), *бутилокситолуол* (E321) – антиоксиданти, що використовуються у харчовій промисловості для сповільнення окислення тваринних топлених жирів, солоного шпика, жувальної гумки. Можуть чинити токсичну дію на організм людини, в зв'язку з чим потрібне

їх гігієнічне нормування.

*Ізоаскорбат натрію* (E316) – високоефективний антиоксидант, що запобігає окислювальному псуванню харчових жирів, а також перетворенню нітратів і нітритів в ковбасному і консервному виробництві. У винах посилює антиокислювальну дію сірчистої кислоти.

***Стабілізатори, емульгатори, загусники (E400 – E481).*** Емульгатори сприяють створенню однорідної консистенції харчових продуктів, як рідких (перешкоджають осадженню зважених часток), так і твердих (які в процесі виготовлення знаходилися в рідкому стані).

До таких речовин відносяться лецитини, або просто *лецитин* (E322). Вони широко використовуються при виготовленні шоколаду, шоколадних цукерок, жувальної гумки, маргарину. Особливо багато лецитинів в нервовій тканині. Препарати лецитинів застосовують і в медицині як загальнозміцнюючий засіб при знесиленні, недокрів'ї, неврозах.

*Лимонна кислота* (E330) – широко поширена в природі. Її отримують з махорки і бродінням вуглеводів (цукор, патока); застосовують у фармацевтичній і харчовій промисловостях. Солі лимонної кислоти (цитрати) використовують у харчовій промисловості в якості кислот, консервантів, стабілізаторів, в медицині – для консервування крові.

*Целюлоза* (E460) – виконує роль роздільника, текстуруючої і диспергуючої речовини у харчовій промисловості.

В якості емульгаторів, нерідко використовують і ефіри полігліцерину взаємоетерифікованих рицинолових кислот (E476, заборонені Німеччині).

*Тартрат натрію або динатрієва сіль винної кислоти* (E335) добре зарекомендував себе в якості емульгатора у сироварній галузі промисловості.

В якості стабілізаторів при виробництві напоїв найчастіше застосовують цитрати натрію і калію (E331 і E332). Ці солі одночасно є і консервантами.

***Загусники (E).*** До загусників відносяться *пектини* (E440) – різні

полісахариди, утворені залишками галактуронової кислоти. Вони є присутніми в усіх наземних рослинах (особливо багато в плодах і деяких водоростях). Отримують пектинові речовини з яблучних вичавок, жому цукрового буряка. Використовують пектинові речовини для виготовлення найрізноманітніших кондитерських виробів– мармеладу, пастили, зефіру і тому подібне.

Не можна забути і про харчову добавку, без якої не відбулися б улюблені багатьма ласощі – цукерки «пташине молоко». При виготовленні молочного суфле застосовують *агар-агар* (E406) – суміш двох кислих полісахаридів, що містяться в клітинах червоних водоростей. В процесі виробництва агар-агар розчиняють в гарячому збитому молоці, при охолодженні утворюється щільний холодець. Використовується агар-агар і хімікатами для виготовлення так званого сольового містка, що забезпечує передачу електричного струму між розчинами електролітів.

Ще один загусник, що використовується при виготовленні цукерок («Fruit tella», Голландія) – *гуміарабік* (E414). Гуміарабік є в'язкою прозорою рідиною, що виділяється деякими видами акацій. Він розчиняється у воді, утворюючи клеєподібний розчин.

В якості загусника можна використовувати *карбоксиметилцелюлозу* (E466), продукт взаємодії целюлози з монохлороцтовою кислотою. Найбільше значення має в промисловості натрієва сіль карбоксиметилцелюлози, вживана для стабілізації глинистих суспензій, що використовуються при бурінні свердловин, а також в текстильному виробництві, як загусник зубних паст, косметичних засобів, компонент клейових композицій для шпалер. Карбоксиметилцелюлозу застосовують і для загущення соків, мусів, сметани, йогуртів і інших молочних продуктів.

***Розпушувачі й інші речовини, що покращують структуру і текстуру харчових продуктів (E).*** Для поліпшення структури і текстури харчових продуктів застосовують *дигідрофосфат натрію* (E339).

*Харчові фосфати* збільшують вологозв'язуючу властивість і здатність

до емульгування м'язової тканини, підвищуючи тим самим вихід продукції; помітно покращують органолептичні показники; стабілізують колір і покращують консистенцію продукту; уповільнюють окислювальні процеси.

*Поліфосфати* являються інгібіторами – речовинами, що уповільнюють реакцію. Поліфосфати застосовуються для пом'якшення води, знежирення волокна, як компонент пральних порошоків і мила, інгібітор корозії, каталізатор в харчовій промисловості. Поліфосфати малотоксичні. Проте використання фосфатів може привести до порушення балансу в організмі між фосфором і кальцієм.

Близьку функцію виконують розпушувачі для тіста – тартрат амонію, гідрокарбонат натрію, широко використовувані і в домашній випічці (на упаковках деяких продуктів цим номером позначається також дигідроцитрат натрію, що використовується в якості емульгатора), а також гідрокарбонат амонію, який застосовується для приготування деяких сортів печива.

*Каррагінан* (E407) і його натрієва, калієва, амонійна солі, включаючи фурцеллеран – загусник, желуючий агент, стабілізатор, надає продукту щільної структури, усуває розшарування.

Каррагінан – це узагальнене визначення для полісахаридів, отриманих шляхом лужного виділення з червоних водоростей. Різні види водоростей дають різні види каррагінана.

Каррагінан застосовується при виробництві молочних продуктів (як стабілізатор в шоколадному молоці, молочних коктейлях і продуктах з фруктовими наповнювачами; як текстуруючий агент для надання кремистості продуктам типу морозива і вершків; для контролю за кристалізацією льоду в заморожених продуктах), при виробництві м'ясних продуктів (з метою утримання води, як закріплюючий агент для жирів, що усуває їх розподіл; для приготування ропи), при виробництві кондитерських виробів (як желуючий і стабілізуючий агент, для

утримання вологи в таких продуктах, як шоколадний мус, мармелад, желейні цукерки ітак далі).

**Підсилювачі смаку й аромату (E600 – 699).** Тільки що зібрані овочі, свіже м'ясо, риба та інші продукти мають яскраво виражений смак і аромат. Це пояснюється високим вмістом в них нуклеотидів – речовин, що посилюють смакове сприйняття шляхом стимулювання закінчень смакових нервів. В процесі зберігання і промислової переробки харчової сировини кількість нуклеотидів в ній зменшується, що супроводжується втратою смаку і аромату продукту. Тому виникає необхідність додавання цих речовин штучним шляхом.

Цей прийом віками використовувався в країнах Далекого Сходу, і тільки в 1908 р. було виявлено, що компонентом, що використовувався в Японії, в якості інтенсифікатора смаку супів, соусів і інших продуктів, є сіль глютамінової кислоти.

*Глутамінова кислота* (E620) і її *солі* (E621–E625) – перший інтенсифікатор смаку. Ці з'єднання стимулюють закінчення смакових рецепторів і посилюють смакові відчуття, викликаючи «почуття задоволеності». Воно дістало назву «Глутаміновий ефект». Стимулююча дія глютамінової кислоти і її солей носить вибірковий характер: найбільшою мірою посилюється гіркий і солоний смак, в найменшій – солодкий.

Похідні глютамінової кислоти чинять стабілізуючу дію, уповільнюючи окислення жирів в продуктах тваринництва, маргариновій продукції. Глутамінову кислоту і її солі додають в концентрати і консерви, кулінарні вироби, готові блюда. Глутамат натрію нині широко використовується як інтенсифікатор, що посилює смак основного продукту (виробництво концентратів супів, соусів, консервів). При виготовленні блюд з м'яса, птаха, риби, посилює природні особливості основного продукту. На відміну від солі і приправ, ця речовина не змінює смак їжі, замість цього вона спонукає і посилює смакові відчуття, за рахунок збільшення

чутливості смакових сосочків язика. Ця добавка не містить поживних речовин, замість цього, вона обманює мозок, в результаті, з'являється відчуття, що їжа, яку людина їсть, – дуже смачна.

Після поглинання їжі або напоїв, що містять глутамат, він діє на організм за тим же принципом що і наркотичні засоби. Глутамат – це токсин, збуджуючий нервову систему, хімікат, який є причиною перезбудження клітин головного мозку, внаслідок чого, вони стають абсолютно неконтрольованими. Зафіксовані реакції на цю добавку включають наступні: головний біль, мігрень, розлад шлунку, нудота і блювота, пронос, синдром роздратованої товстої кишки, астма, проблеми з диханням, тривожні розлади і панічні атаки, прискорене серцебиття, частковий параліч, сердечні атаки, проблема координації, сплутана свідомість, перепади настрою, поведінкові проблеми (особливо у дітей і підлітків), симптом алергічного типу, висипання на шкірі, виділення з носа, мішки під очима, гіперемія, ушкодження в ротовій порожнині, депресія і так далі. Використовуючи глутамати, виробники можуть використовувати низькосортні продукти, оскільки можуть маскувати низьку якість сировини і свіжість продуктів. Вони також використовуються, щоб заховати присмак олова консервованих продуктів, дають відчуття свіжості замороженим або сушеним продуктам, але глутамати не захищають продукти від псування.

Спеціальний «м'ясний» смак глутамата натрію відчувається при концентрації більше 0,03%. Глутамат натрію отримують з відходів цукрового виробництва. У світі споживається 200000 тон в рік. Виробництво глутаматов це багато мільярдна індустрія. Використання глутамата натрію лімітується. Він повністю виключається з їжі дітей раннього віку. Для дітей до 16 років (підлітки) ДДД складає 0,5 г/добу. Для дорослих допускається одноразове застосування не більше 0,5 г; у добу не більше 1,5 г. Проте, на сьогодні рівень додавання цієї речовини в продукти харчування в 50 разів більше, ніж 40 років тому, і ця цифра продовжує



рости з року в рік. Підсилювачі смаку і аромату досить стійкі в звичайних умовах виробництва і зберігання. Нуклеотиди руйнуються при нагріванні у присутності фосфатів, особливо при високій вологості продукту. Переважно їх використовують в солодких харчових продуктах, але всі ці речовини можуть покращувати смак і аромат гастрономічних продуктів.

***Глазуруючі агенти, покращувачі хліба і борошна, піногасники і підсолоджувачі (E900 – E999).***

*Ацесульфам К* (E950) – незасвоюваний низькокалорійний підсолоджувач. У 200 разів солодше цукрів. Ацесульфам також завдає шкоди здоров'ю, призводить до порушень роботи кишечника і алергічних захворювань. Заборонений для вживання в Канаді і Японії.

*Аспартам* (E951) – підсолоджувач, підсилювач смаку і аромату. Величезна кількість побічних ефектів. У 200 разів солодший за цукор. У Японії і США використовується генетично модифікований аспартам. За поганого очищення і великого дозування аспартам може бути небезпечним для здоров'я. Допустима доза в день – 40 міліграм на 1кг ваги. У людини, що важить 60 кг, ця доза вже досягається після споживання 1,2 кг йогурту "Light" або 8 чашок кави підсолоджених аспартамом.

*Цикламова кислота* (E952) і її натрієва, калієва і кальцієва солі – бескалорійний підсолоджувач, солодше за цукор в 30 разів.

З'єднання з приємним смаком, без присмаку гіркоти, стабільні при варінні, випічці, добре розчинні у воді. У ряді країн застосовується в кондитерській промисловості, при виробництві напоїв і деяких інших харчових продуктів. Цикламатиди відносяться до підсолоджувачів «старого» покоління, покращують смак класичного підсолоджувача сахарину (10 частин цикламату на 1 частину сахарину). З приводу нешкідливості цикламатидів було багато суперечок, проте, їх дозволили використовувати з обмовкою про необхідність продовжувати дослідження впливу цієї добавки на здоров'я людини. Слід зазначити, що в літературі є дані про те, що цикламатиди здатні викликати рак нирок у щурів. Застосування цикламату

дозволене лише приблизно в 50 країнах світу. Він з 1969 р. заборонений в США, Франції, Великобританії і ще низці країн через підозру на провокування ниркової недостатності. Вважається канцерогеном.

*Ізомальтит* (E953) – підсолоджувач, добавка, що перешкоджає злежуванню і грудкує, наповнювач, глазуруючий агент. ДДП – не більше 50 г в день.

*Сахарин* (E954) – синтетичний підсолоджувач (сахарин – ортосульфамід бензойної кислоти, а також його натрієва, калієва і кальцієва солі). Сахарин – підсолоджувач «старого» покоління має «гіркуватий» присмак, ця незручність може бути усунена шляхом поєднання з цикламатами. Сахарин швидко проходить через травний тракт і 98% його виводиться з сечею, має слабку сечогінну дію. Проте його нешкідливість вимагає подальшого вивчення, і щоденне застосування небажане. При варінні, особливо при рН нижче 7, сахарин частково розкладається з відщепленням імідогрупи і утворенням ортосульфобензойної кислоти, що має неприємний присмак фенолу. Сахарин стабільний при заморожуванні і нагріванні. Він використовується при виробництві харчових продуктів для хворих на діабет, а також в дієтичних сирах, напоях, жувальній гумці і тому подібне. Сахарин також допущений до використання з рекомендаціями: продовжувати дослідження його безпеки і не споживати щодня. У США введені обмеження на його використання. За деякими даними сахарин – канцероген.

*Мальтит і мальтитний сироп* (E965) – підсолоджувач, стабілізатор, емульгатор. Рекомендується не більше 20 г на добу, а дітям не рекомендується взагалі.

*Лактит* (E966) – підсолоджувач, текстуратор. Може викликати розладшлунку. Також рекомендується не більше 20 г на добу.

*Ксиліт* (E967) – підсолоджувач, вологоутримуючий агент, стабілізатор, емульгатор. Викликає кам'яно-ниркову хворобу у лабораторних тварин.

### ***5.9.Визначення показників безпечних доз харчових добавок.***

На відміну від методів визначення ГДК для повітря і водного середовища, визначення безпечних доз в харчових продуктах має ряд особливостей. Перша з них полягає в тому, що експерименти контролюються міжнародною організацією – ЖЕСФА (об'єднаним комітетом експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок). Експерименти проводяться в 3 етапи.

Проте, незважаючи на дозвіл до використання ФАО, при тривалому використанні більше 500 (не рахуючи комбінованих) вживаних зараз харчових добавок, накопичуються відомості про шкідливу дію деяких з них. До того ж, велике значення має і доза – кількість речовини, що надійшла в організм за добу. У багатьох людей, що страждають певними захворюваннями, ряд харчових добавок викликають різке загострення хвороби. Продукти, що містять бензоати натрію і кальцію, не рекомендується вживати астматикам і людям, чутливим до аспірину.

Більшість країн, на підставі накопичених даних і власних досліджень, вводять заборону на використання ряду добавок, прийнятих ФАО.

В Україні з 480 досліджених українськими фахівцями харчових добавок до застосування дозволено 371 добавку, 105 добавок не отримали абсолютного дозволу до застосування, а 4 – заборонені. Це:

<b>Код</b>	<b>Назва харчових добавок</b>	<b>Технологічні функції</b>
E121	Цитрусовий червоний	Барвник
E123	Амарант	Барвник
E239	Гексаметелентетрамін	Консервант
E240	Формальдегід	Консервант

У Німеччині існує відлагоджена система контролю харчових продуктів і харчових добавок, що входять в них. Проте, певні побоювання фахівців є і там. При промисловому виробництві харчових продуктів в Німеччині допущено до використання 296 хімічних сполук. На упаковці в розділі

«Inhalt» вказана наявність в продукті також і харчових добавок. Як правило, їх назви кодуються буквою E з тризначним числом. Згідно із законодавством, ці речовини не мають бути шкідливими для здоров'я, але проведені сьогодні дослідження не дають повної гарантії відсутності ризику при їх вживанні. І хоча, деяка харчова добавка сама по собі є нешкідливою, небезпечними можуть бути речовини, що виникають при її взаємодії з ліками, отрутохімікатами, які використовуються в сільському господарстві, екологічними забрудниками і так далі. Тому, вибираючи продукти, слід звертати увагу на етикетку і уникати, по можливості, тих, що містять добавки, які можуть викликати негативні наслідки. Особливо це стосується продуктів для дітей.

Підкислюючі речовини і антиоксиданти сприяють тривалому збереженню смаку продуктів. Зустрічаються в супах-концентрах, соусах, марципанових і горіхових начинках, сухих напівфабрикатах, чіпсах, горішках, жуйках. До виробництва допущено 92 види цих речовин, з них 7 можуть бути шкідливими, особливо людям, схильним до алергії.

Желюючі, зволожуючі і загущуючі речовини надають продуктам необхідної консистенції. Додаються в кондитерські вироби, морозиво, соуси, консерви. З 32 допущених до використання речовин 16 можуть викликати порушення всмоктування мінеральних речовин і розладу травлення.

Емульгатори сприяють перемішуванню жиру і рідини в продуктах і збереженню їх консистенції, наприклад, в соусах, майонезі, маргарині і так далі. З 27 використовуваних емульгаторів 15 є підозрілими через можливу негативну дію на кишечник і кістки.

Підсилювачі смаку допомагають виробникам харчових продуктів економити на дорогих натуральних прянощах. Підсилювачі смаку збуджують апетит, що, до речі, сприяє розвитку ожиріння. З 27 використовуваних підсилювачів смаку 10 мало досліджені, 8 можуть бути шкідливими.

***Контрольні запитання***

1. Характеристика генетично модифікованих продуктів.
2. Отримання генетично модифікованих організмів.
3. Харчові продукти, отримані із застосуванням ГМД.
4. Дослідження небезпеки ГМО.
5. Характеристика нітратів, нітритів, нітрозоамінів.
6. Характеристика харчових добавок.
7. Цифровий номер харчової добавки.
8. Характеристика груп харчових добавок.
9. Список консервантів.
10. Антиоксиданти, регулятори кислотності.
11. Стабілізатори, емульгатори, загусники.
12. Розпушувачі й інші речовини, що покращують структуру і текстуру харчових продуктів.
13. Підсилювачі смаку й аромату.
14. Глазуруючі агенти, покращувачі хліба і борошна, піногасники і підсолоджувачі
15. Визначення показників безпечних доз харчових добавок.

***Тема 7. Зернове господарство, якоснова продовольчої безпеки країни***

Визначальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни відіграє зернове господарство. По-перше, зерно є важливою продовольчою сировиною, що визначає обсяги, асортимент та ефективність виробництва основних видів харчових продуктів (борошно, крупи, хліб, макарони, кондитерські вироби, крохмаль, спирт, солод). По-друге, зерно та продукти його переробки становлять основу кормової бази, що характеризує результативність виробництва продукції тваринництва та харчових продуктів тваринного походження. По-третє, зернове господарство є потужною

експортноорієнтованою галуззю виробництва. По-четверте, узагальнюючі показники розвитку зернового господарства, які характеризуються відносною однорідністю та можливістю співставлення, використовуються в якості індикаторів оцінки рівня продовольчої безпеки як в глобальному масштабі, так і на національному рівні. Продовольчу безпеку слід розглядати як складову національної безпеки країни. Вона дає можливість державі гарантувати задоволення потреб національного ринку в продовольстві на рівні, що забезпечує нормальну життєдіяльність кожної людини. Умовами продовольчої безпеки є насамперед фізична достатність та економічна доступність необхідної кількості та асортименту продуктів харчування. Фізична достатність продовольства передбачає безперебійне його надходження в місця споживання в обсягах та асортименті, що відповідають платоспроможному попиту та фізіологічним нормам. Економічна доступність продовольства визначається рівнем економічного та соціального розвитку суспільства, від чого залежить можливість різних верств населення споживати у певному обсязі та асортименті продукти харчування, закупаючи їх за цінами, що склалися на ринку, виробляючи у власних підсобних господарствах тощо. Таким чином, продовольча безпека – це стабільний у часі і просторі процес безперебійного забезпечення всього населення країни продовольчими ресурсами в обсягах і асортименті, достатніх для задоволення потреб в продуктах харчування за науково рекомендованими нормами, а також для створення страхових і стратегічних запасів та формування експортного потенціалу. Конкретним результатом досягнення стану продовольчої безпеки є забезпечення повноцінного і збалансованого харчування та відсутність загрози голоду. Забезпечення продовольчої безпеки нації на сучасному етапі повинно розглядатися не тільки в якості стратегічної мети розвитку вітчизняного продовольчого ринку, але й як основа суверенітету, економічної безпеки, соціальної стійкості держави, як серйозний важіль її незалежності в міжнародних відносинах та геополітичній стратегії. Важливою умовою продовольчої

безпеки країни є задоволення переважної частини потреб споживачів у продуктах харчування за рахунок національного виробництва. При вирішенні проблеми самозабезпечення країни продовольством виокремлюють його пріоритетні види, які характеризуються суттєвою часткою у задоволенні потреб населення у необхідних компонентах харчового раціону, порівняно високою транспортабельністю, яка дає змогу перерозподіляти ресурси між регіонами, придатністю до тривалого зберігання як умовою створення запасів. Важливим індикатором продовольчої безпеки є загальна питома вага вітчизняного та імпортного продовольства у споживанні країни та їх співвідношення в окремих пріоритетних видах продукції. Критерієм продовольчої самозабезпеченості і незалежності країни у світовій практиці визнається рівень задоволення потреб в продовольстві за рахунок власного виробництва не менше 80% і не більше 30% – за рахунок його імпорту. Таким чином, 75-80% споживання основних видів продовольства має припадати на вітчизняну продукцію. Як свідчить світовий досвід, дотримання зазначених пропорцій є передумовою забезпечення продовольчої безпеки країни, повного задоволення потреб населення в продуктах харчування у відповідності до науково обґрунтованих фізіологічних норм їх споживання. Проблема забезпечення та підтримання надійності продовольчої безпеки країни опосередковується продовольчою і макроекономічною політикою держави, особливостями сучасного етапу розвитку соціально-економічних відносин у суспільстві. Серед них найважливіше значення має роль держави у формуванні необхідних передумов для нарощування виробництва і забезпечення раціонального розподілу продовольчих ресурсів, а також для підвищення життєвого рівня і зменшення диференціації у доходах населення. Виробництво продовольчої сировини та продуктів харчування має задовольняти не лише власні потреби, а також формувати потужний продовольчий експортний потенціал, що має сприяти підвищенню ефективності використання аграрного природно-ресурсного потенціалу. Для продовольчого забезпечення України пріоритетними видами продукції

можуть бути такі: зернова продукція та продукти її переробки, цукор, олія, м'ясо та м'ясопродукти, молоко та молочні продукти, овочі, фрукти, ягоди, яйця. Кожна країна має свої критерії продовольчої безпеки, визначає шляхи її забезпечення і, відповідно, розвитку власного аграрного виробництва залежно від загального соціально-економічного стану і особливостей національної економіки. За методикою Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО ООН), критерієм продовольчої безпеки є виробництво зерна на душу населення, оскільки зерно є основною продовольчою культурою. Розрахунки стверджують, що за рахунок зерна населення світу задовольняє 56% своїх потреб у продовольстві. Стан продовольчої безпеки держави оцінюється ФАО ООН за двома індикаторами: обсягом перехідних запасів зерна, що зберігається до наступного врожаю; рівнем світового виробництва зерна в середньому на душу населення. Величина перехідних запасів зерна розраховується у відсотках від річного світового споживання зерна, або в днях його загальносвітового споживання. Безпечним вважається 60-денний перехідний запас, тобто 17-20% усього зерна, яке споживається в країні. Цей індикатор характеризує стабільність продовольчої ситуації у світі, стійкість світового продовольчого ринку стосовно можливого впливу таких дестабілізуючих чинників, як неврожаї, стихійні лиха, фінансові кризи тощо. Рівень запасу зерна, що рекомендується ФАО ООН, є орієнтовним і гранично допустимим. Кожна країна, залежно від рівня економічного розвитку і соціальної стабільності та стану зовнішньоекономічної діяльності, може встановлювати свій рівень запасу. Наприклад, у США він складає 40% середньорічного споживання, що дає змогу не тільки забезпечувати надійну продовольчу безпеку, а й суттєво впливати на коливання світових цін на зерно. Індикатор середньодушового виробництва зерна використовується для оцінки стану продовольчої безпеки окремих країн або економічної спільноти країн, а також для аналізу тенденцій розвитку світового продовольчого ринку за певний проміжок часу. Він дає уявлення про те, чи всі верстви населення,



незалежно від соціального статусу, мають можливість отримувати необхідну кількість продуктів харчування. Світовою практикою встановлено, що стабільна продовольча ситуація досягається при виробництві 800 кг зерна в розрахунку на душу населення за календарний або сільськогосподарський рік, при якому задовольняються як потреби населення в продовольчих товарах, так і потреби тваринництва у кормових продуктах. Виходячи із зазначеного, можна стверджувати, що розвиток зернового господарства є визначальним фактором забезпечення продовольчої безпеки країни, оскільки зерно є важливою продовольчою сировиною для харчової промисловості, використовуються як корм для худоби, виступає основною експортною продукцією агропромислового комплексу.

### ***7.1. Забруднення зерна в процесі його виробництва, післязбиральної обробки та зберігання***

Збирання врожаю завершилось. У виробників часто виникає питання, які загрози можуть виникнути під час зберігання збіжжя, які чинники суттєво впливають на якість зерна. Найбільша і найсуттєвіша небезпека прихована під назвою шкідники зернових запасів та хвороби, які об'єднанні під назвою «пліснявіння насіння», «фузаріоз», «чорний зародок, або альтернаріоз» та ін., які можуть завдати колосальної шкоди і призвести до катастрофічних втрат та інтоксикації продукції у вигляді мікотоксинів. Так, якщо в партії зерна виявлено 1 мг афлатоксину В<sub>1</sub> на кожний кілограм зерна, то він знищує всі його корисні властивості, а сама партія зерна стає непридатною для харчових і кормових цілей.

Зберігання насіння, як відомо, є тривалим технологічним процесом, протягом якого діють різні біотично-абіотичні фактори, насамперед – це вологість, температура, доступ кисню, життєдіяльність комірних шкідників, розвиток хвороб.

При зберіганні зернова маса в зерносховищах являє собою суміш різних живих компонентів – зерно, мікроорганізми, комахи, кліщі, гризуни з

властивими їм фізіологічними функціями. Ці компоненти взаємообумовлені і взаємозалежні.

Пошкоджене і забруднене зерно найбільш поширеними комірними шкідниками (комірний і рисовий довгоносики, великий і малий хрущаки, гороховий і квасолевий зерноїди, зерновий точильщик, рудий коротковусий і суринамський борошноїди, зернова міль, млинова та південна комірна вогнівки, борошняний кліщ, із гризунів — хатня миша, сірий та чорний пацюки) самозігрівається, в першу чергу пліснявіє, руйнується, виникає потужне джерело первинної інфекції грибів із родів *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* та ін., які продукують значну кількість антибіотиків і мікотоксинів.

Більшість комірних шкідників починають пошкоджувати і заселяти зерно ще в період вегетації рослин. Значна кількість видів комірних шкідників (рисовий довгоносик, зернові міль і шашіль) потрапляє до комори із зерном, яке заселяється в полях чи під час обмолоту та на токах, а також через одяг, взуття робітників чи гризунами і птахами. Основна маса амбарних шкідників накопичується в місцях постійного зберігання хлібних запасів. Так, комірний довгоносик живе й розвивається виключно в сховищах.

За даними Головних управлінь Держпродспоживслужби в областях, осередково в фермерських господарствах Волинської, Київської, Кіровоградської, Рівненської та Черкаської областей переважно фуражне зерно та подекуди насіннєвий матеріал були заселені комірними шкідниками. В кілограмі збіжжя нараховувалось 1–3 екз. комірного довгоносика, 1–4 екз. борошноїда, 2–5 гусениць млинової вогнівки, 5–10 екз. борошняного кліща. Ними заражено 8–13, макс. 28–31% перевіреного збіжжя (560 тонн). Таким чином, значні партії зерна, заселені в цьому році амбарними шкідниками засипано на зберігання.

Комірні шкідники, маючи високу потенційну здатність до розмноження, за тривалого зберігання зерна і сприятливих для їхнього

розвитку умов швидко накопичуються у значній кількості. Вони є дуже шкодочинні. Так, потомство однієї самиці млинової вогнівки за чотири місяці розвитку знищує 17,5 кг борошна, а одного комірною довгоносика – один кілограм зерна пшениці за рік. Живлячись зерном, шкідники забруднюють його шкірками від лінань, загиблими особинами, екскрементами, павутиною. Це спричиняє підвищення температури і вологості місця збереження зерна, що призводить до псування ще певної частки зерна. Погрижене або пошкоджене зерно швидше і легше уражується плісенню, накопичуються мікотоксини та інші токсичні канцерогенні речовини.

Слід пам'ятати, що утворення мікотоксинів у великій кількості пліснявими грибами фатально впливає на здоров'я людини і тварин. Високі дози мікотоксинів мають гостротоксичну дію, тому, наприклад, афлатоксини і токсин Т2 зараховують до біологічної зброї масового знищення. Навіть невеликий вміст мікотоксинів в продукції рослинництва може спричинити за собою тяжкі наслідки. Маються на увазі органічні ураження тканин, органів і систем людського організму, а також онкологічні захворювання.

За оцінками дослідників близько 4% випадків виникнення раку у людей викликано вживанням в їжу мікотоксинів. Наявність мікотоксинів в кормах навіть в низьких концентраціях викликає порушення в репродуктивній сфері тварин. Внаслідок загального зниження імунітету зростає кількість інфекційних захворювань і протікають вони важче. У регіонах, де не налагоджений контроль за якістю рослинної продукції, від отруень мікотоксинами можуть гинути люди, як це трапилося в Кенії у 2004 році, коли після вживання в їжу кукурудзи, зараженої афлатоксинами, загинуло більше 100 чоловік. Тому не можна використовувати зіпсоване, запліснявіле зерно для виготовлення хлібопродуктів або на корм худобі. З такого зерна не буде якісного борошна та доброго хліба.

Великої шкоди завдають комірні шкідники насіннєвому матеріалу, знижуючи його кондиційні показники. Так, пошкоджене насіння пшениці та кукурудзи може втратити 27–75% схожості.

Другий шлях, яким попадає інфекція хвороб насіння в зерносховища, – це закладання на зберігання насіннєвих партій, в яких міститься незначна кількість контамінованих, інфікованих та уражених насінин фузаріозом, «чорним зародком», пліснявінням.

Відомо, що якість насіння в значній мірі формується під впливом технології вирощування культури, погодних умов, які складаються протягом вегетації рослин, способів і режимів післязбиральної обробки. Інфікування і зараження насіння зернових культур збудниками хвороб відбувається в період вегетації рослин.

Численні дослідження мікобіоти колосу пшениці, жита, ячменю в період цвітіння, наливу та повної стиглості зерна показали, що епіфітна мікобіота представлена більш ніж 50 видами грибів. Домінуючими видами епіфітної мікобіоти є представники роду *Fusarium*: *F. sporotrichella* var. *poae* та ін., гриби *Bipolaris sorokiniana*, *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus flavus*, представники родів: *Cladosporium*, *Trichothecium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium*.

Ендофітна мікобіота колосу зернових колосових культур включає понад 40 видів грибів. Під час формування колосу в ендофітній мікобіоті домінують переважно анаморфи роду *Fusarium*. Група типових чисельних міксоміцетів представлена видами родів *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*. Гриби *Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *F. sporotrichella* var. *poae*, *F. oxysporum*, *Alternaria tenuissim*, *Bipolaris sorokiniana* контамінували колос у всіх фазах розвитку колоса.

Найбільш поширеною і шкідливою хворобою насіння зернових колосових культур вважається фузаріоз колосу. Зараження рослин фузаріозом відбувається переважно під час цвітіння, коли дозрівають аскоспори патогенів. Пиляки пшениці, жита, ячменю є добрим живильним

субстратом для росту грибів роду *Fusarium*, зокрема *F. graminearum*. Гіфи грибів колонізують тканини пиляків, проникають у зародок і поширюються оболонкою зерна.

Ступінь ураження зерна залежить від виду збудника та часу його проникнення в тканини. У зв'язку з цим, вирізняють два типи ураження зерна фузаріозом:

- яскраво виражене фузаріозне зерно вирізняється плюсклістю. Більшість зерен зморщені, мають загострені боки і добре вдавлену борозенку і забарвлене рожевим кольором через наявність міцелію і спороношення грибів. Цей тип ураження виявляється внаслідок раннього інфікування колосків у полі (у фазі цвітіння) в основному грибами *culmorum*, *F. graminearum* і *F. avenaceum*.

- прихована (поверхнева) форма фузаріозного зерна проявляється за пізнього його ураження, слабого інфекційного навантаження або ураження зерна в період збирання і зберігання врожаю. Таке зерно не відрізняється від здорового (за формою борозенки та розміром зерна близькі до нормального, іноді здуті, з відлущеною оболонкою, проте являються джерелом інфекції під час його зберігання та висівання.

Мікотоксини, які виробляються грибами в процесі свого розвитку, не гірчать, не пахнуть і без спеціальних методик визначити їх наявність неможливо.

Мікотоксини (від грець. *mykes*, *mukos* – гриб + *toxikon* – отрута) – низькомолекулярні вторинні метаболіти, які продукують токсигенні мікроскопічні гриби. Токсигенність (від грець. *toxikon* – отрута + *genes* – породжує) – це здатність організму утворювати речовини, що володіють токсичною дією на інші організми.

Найбільш небезпечні і широко поширені токсигенні види грибів відносяться до родів *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*.

Так, гриби із роду *Fusarium* продукують мікотоксини – тріхотецени групи А: Т-2 і НТ-2 токсини, діацетоксисцірпенол; тріхотецени групи В:

ніваленол, дезоксиніваленол (ДОН), зеараленон, фумонізини (В1, В2, В3, В4), моніліформін;

– гриби із роду *Aspergillus* продукують – охратоксин А, стеригматоцтин, циклопіазонову кислоту;

– гриби із роду *Penicillium* – охратоксин, ацитринін, патулін

NB: За даними ФАО, світові втрати сільськогосподарської продукції від ураження токсиногенними грибами і забруднення мікотоксинами за останні 10 років збільшилися в 9 разів і досягли 22 млрд доларів на рік.

В Україні найбільшу небезпеку становлять фузарії. Вони заражають зерно, забруднюють його мікотоксинами в колосі і продовжують розвиток на зерні при зберіганні, збільшуючи поверхневу заспоренність в 30–35 разів і внутрішньонасіннєве зараження в 3–4 рази, а також багаторазово збільшуючи в ньому вміст мікотоксинів.

Для зниження зараженості зерна фузаріозом та забруднення його мікотоксинами необхідно застосовувати систему заходів, як в передпосівний, так і в вегетаційний і післязбиральний періоди. Слід пам'ятати, що поширення фузаріозу колоса у значні мірі залежить від попередника, від системи обробітку ґрунту, стійкості сорту, фізіологічного стану рослини, фітосанітарного стану посівів культури.

У передпосівний період ефективним заходом проти поверхневої та внутрішньої інфекції збудників фузаріозу колосу є протруєння насіннєвого матеріалу. Проведення цього заходу унеможливилює ендогенне перенесення інфекції *Fusarium graminearum* від заражених насінин до колосу, що призводить до прояву фузаріозу колоса і накопичення мікотоксинів у зерні нового врожаю. З цією метою слід провести обробку насіння високоефективними протруйниками на основі діючих речовин: флудіоксонілу, флудіоксонілу + ципроконазолу, азоксистобіну + тебеконазолу + флудіоксонілу, флудіоксонілу + дифеноконазолу, флудіоксонілу + тіаметоксаму + тебуконазолу, дифеноконазолк + флудіоксонілу + тіаметоксаму, які блокують розвиток патогенів,

проникнення і поширення грибниці по рослині від проростання насіння до формуючих колосків. Ці препарати суттєво знижують накопичення в урожаї дезоксиніваленолу (ДОН) мікотоксину, що виробляється збудником фузаріозу в пшениці.

У період вегетації пшениці, ячменю проти фузаріозу колоса необхідно використовувати найбільш ефективні фунгіциди на основі діючих речовин: ципроконазлу + пропіконазолу, азоксистробіну + пропіконазолу + ципроконазлу; пропіконазолу + прохлоразу; флутріяфолу, флутріяфолу + тебуконазолу, тріадимефону + флутріяфолу, тебуконазолу, тіофанат-метилу + тебуконазолу + цифлуфенаміду. Найвища ефективність препаратів виявляється при їх застосуванні на початку колосіння (коли 30–50% рослин перебуває в фазі початку виходу колоса).

Збирати врожай зернових колосових необхідно проводити в суху погоду при повній стиглості зерна. Попередньо слід визначити вміст мікотоксинів у зерні. Затягування строків збирання врожаю, особливо у вологу погоду, призводить до збільшення вмісту мікотоксинів в зерні.

Очищення, просушування зерна, проведення повітряно-теплового обігріву зерна, опромінення його сонячним світлом в буртах, на токах і в зерносховищах, доведення його вологості до 13–14%, розміщення його окремими партіями з однаковим ступенем ураженості фузаріозом. Цей захід дасть можливість зберегти якість насіння за рахунок недопущення перезараження зібраного врожаю фузаріозом, альтернаріозом, пліснявінням та іншими хворобами.

Режим зберігання насіння в сухому стані – основний принцип підтримання його високої життєздатності у партіях посівного матеріалу всіх зернових культур та якості зерна продовольчого призначення протягом усього терміну його зберігання. Зерно пшениці, жита, ячменю, вівса вважається сухим, якщо при проведенні аналізу, насіння містить не більше 14 % вологи. Оптимальний показник вологості для тривалого зберігання виробничих партій насіння має бути на 1–2 % нижчим за критичну вологість,

яка залежить від хімічного складу зерна. Зернова партія, яка добре підготовлена (очищена від домішок, незаражена й охолоджена) може зберігатись у складах протягом 4–5 років, а в силосах елеваторів 2–3 роки за умови підтримання відповідних умов протягом періоду зберігання.

Інтенсивність дихання зерна при температурах від 0 до 10°C є незначною навіть при високих показниках вологості. Критична вологість зерна пшениці чітко проявляється лише при температурі 18°C і вище. Тому при зберіганні зерна варто дотримуватись температурного режиму 0...10°C.

Слід пам'ятати, що закладання на зберігання зерна з підвищеною вологістю призводить до розвитку грибової інфекції, яка проникає з поверхні в глибинні шари зернівки, і відбувається накопичення мікотоксинів. Обов'язково здійснювати контроль якості зерна при прийомі в сховище. Під час зберігання зерна слід систематично здійснювати контроль за температурою зерна, запобігати і контролювати зараженість зерна токсинопродукуючими грибами.

Для сигналізації появи та обмеження чисельності ряду шкідників зернових запасів використовують екологічно чисті феромонні чи клейові пастки. При найменшому похолоданні ефективним заходом є охолодження зерна шляхом провітрювання із відчиненням дверей, вікон, активного вентилявання за допомогою стаціонарних або пересувних агрегатів, переміщенням зерна транспортерами, пропуском через зерноочисні та інші агрегати з продуванням холодним повітрям. У зимовий період надійним способом обмеження чисельності шкідників у сховищах є проморожування зерна. При цьому слід враховувати їх стійкість до низьких температур. Більшість комах за температури нижче -15°C гинуть протягом доби. За систематичного дистанційного контролю температури зерна використовують штучне зниження її до мінус 5...10°C, що забезпечує знищення шкідників і збільшення тривалості зберігання зерна.



***Контрольні запитання***

1. Роль зернового господарства у забезпеченні продовольчої безпеки Країни
2. Що є критерієм продовольчої безпеки за методикою Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО ООН)
3. Шляхи забруднення зерна в процесі його виробництва
4. Шляхи забруднення зерна в процесі його післязбиральної обробки
5. Шляхи забруднення зерна в процесі його зберігання

## *Список рекомендованої літератури*

### *Основна*

1. 2. Аграрне право України: Підручник / за ред. О. О. Погрібного. Київ : Істина, 2007. 448 с.
2. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Якість і безпечність зерно борошняних продуктів. Навчальний посібник – К. Центр навчальної літератури. 2006. – 384с.
3. Понамарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. Навчальний посібник – К. Лібра. 1999. – 272с.
3. Пузік Л.М. Технологія зберігання і переробки зерна / Л.М. Пузік, В.К. Пузік – Харків, Точка, 2013. – 311 с.
4. Пузік Л.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Навчальний посібник. / Л.М. Пузік – Харків, 2013. – 112 с.

### *Додаткова*

1. Про державну підтримку сільського господарства України: Закон України від 24 червня 2004 року № 1877-IV. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1877-15>
2. Господарський кодекс України: Закон України від 16 січня 2003 року № 436-IV. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15>
3. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23 грудня 1997 року № 771/97-ВР. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80>
4. Бугера С. І. Державне регулювання якості сільськогосподарської продукції: організаційно-правовий аспект. Бюлетень Міністерства юстиції України. 2011. № 8–9. С. 65–72.
5. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин: Закон України від 18 травня 2017 року № 2042-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19> . 6. Про державну систему

біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів: Закон України від 31 травня 2007 року № 1103-V. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1103-16>

***Інформаційні ресурси***

1. <https://studies.in.ua/pogrbnij-agrarne-pravo/1938-pravove-zabezpechennya-yakost-slskogospodarskoyi-produkcyi.html>
2. [library.nuft.edu.ua/ebook/file/102.02.pdf](http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/102.02.pdf);
3. [oldiplus.com/.../kontrol-yakosti-ta-bezpeka-produkcziyi-v-g..](http://oldiplus.com/.../kontrol-yakosti-ta-bezpeka-produkcziyi-v-g..)
4. [www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis\\_64.exe](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe)

**Зміст**

	<b>Вступ</b>	4
Тема 1	Безпека харчових продуктів	6
Тема 2	Забруднення продуктів харчування токсичними металами	16
2.1	Забруднення продуктів радіонуклідами.	32
2.3	Радіоактивне забруднення.	35
2.4	Діоксин і діоксиноподібні сполуки.	38
Тема 3.	Забруднення харчових продуктів пестицидами	41
3.1.	Забруднення нітратами та нітритами	47
Тема 4	Забруднення харчових продуктів мікотоксинами	49
4.1	Бактерійні токсини	49
4.2	Забруднення продуктів метаболітами мікроорганізмів	50
4.3	Гігієнічні нормативи за мікробіологічними показниками	55
4.4	Мікотоксини	56
4.5	Дія мікотоксинів на організм людини і можливості попередження мікотоксикозів.	61
Тема 5	Генетично модифіковані продукти	63
5.1	Отримання генетично модифікованих організмів	65
5.2	Переваги ГМД їжі	68
5.3	Недоліки використання ГМД їжі	69
5.4	Харчові продукти, отримані із застосуванням ГМД	70
5.5	Дослідження небезпеки ГМО	72
5.6	Нітрати, нітрити, нітрозозаміни	78
5.7	Харчові добавки	83
5.8	Характеристика груп харчових добавок	87
5.9	Визначення показників безпечних доз харчових добавок	99

Тема 7	Зернове господарство, якоснова продовольчої безпек країни	101
7.1	Забруднення зерна в процесі його виробництва, післязбиральної обробки та зберігання	105
	Список рекомендованої літератури	114

Навчальне видання

**«Безпека продукції харчової галузі»**

Навчально-методичний посібник

Пузік Людмила Михайлівна

За авторською редакцією

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк.5,36.

Наклад \_\_\_ пр.

Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44