

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Харківський державний університет харчування та торгівлі

А. А. Дубініна, Л. П. Малюк, Г. А. Селютіна,  
Т. М. Летуга, Т. В. Щербакова

**ТОКСИЧНІ РЕЧОВИНИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ  
І МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ**

Навчальний посібник  
у структурно-логічних схемах



Харків

УДК 658.62/664

ББК 36-9

Д 79

Авторський колектив

А. А. Дубініна, Л. П. Малюк, Г. А. Селютіна,

Т. М. Летута, Т. В. Щербакова

Рецензенти

д-р техн. наук, проф. О. В. Богомолов

д-р мед. наук, проф. Н. В. Дуденко

Рекомендовано Вченою радою ХДУХТ, протокол засідання № 7 від 25.02.2016 р.

**Дубініна А.А. Токсичні речовини і методи їх визначення / А. А. Дубініна [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2016. – 106 с.**

У навчальному посібнику наочно й послідовно у формі структурно-логічних схем викладено проблеми безпеки харчування на сучасному етапі; джерела надходження нітратів і нітритів у харчові продукти; шляхи запобігання утворенню N-нітрозосполук в організмі людини; джерела забруднення продуктів харчування та продовольчої сировини катіонами важких металів та їх вплив на живий організм; заходи для зменшення вмісту катіонів важких металів у харчових продуктах; джерела радіоактивного опромінення людини; роль рослин як біоіндикаторів дії підвищення доз іонізуючої радіації та способів зниження надходження радіонуклідів із ґрунту в рослини; дію іонізуючого випромінювання на організм людини та радіаційну обробку харчових продуктів; напрями зниження концентрації радіонуклідів у продуктах та рекомендації щодо режиму харчування; забруднення харчових продуктів пестицидами та мікотоксинами; безпека харчового пакування.

УДК 658.62/664

ББК 36-9

© А. А. Дубініна, Л. П. Малюк, Г. А. Селютіна,  
Т. М. Летута, Т. В. Щербакова

© Харківський державний університет  
харчування та торгівлі, 2016

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
Тема 1. Проблема безпеки харчування на сучасному етапі	6
Тема 2. Джерела надходження нітратів і нітритів у харчові продукти	15
Тема 3. Шляхи запобігання утворенню N-нітрозосполук в організмі людини	26
Тема 4. Джерела забруднення продуктів харчування та продовольчої сировини катіонами важких металів та їх вплив на живий організм	33
Тема 5. Заходи для зменшення вмісту катіонів важких металів у харчових продуктах	41
Тема 6. Джерела радіоактивного опромінення людини: радіація та її види, радіаційний фон та його значення для еволюції	46
Тема 7. Рослини як біоіндикатори дії підвищення доз іонізуючої радіації та способи зниження надходження радіонуклідів із ґрунту в рослини	51
Тема 8. Вплив іонізуючого випромінювання на організм людини та радіаційна обробка харчових продуктів	58
Тема 9. Напрями зниження концентрації радіонуклідів у продуктах і рекомендації щодо режиму харчування	66
Тема 10. Забруднення харчових продуктів пестицидами	71
Тема 11. Забруднення харчових продуктів мікотоксинами	83
Тема 12. Безпека харчових упаковок (компоненти упаковки)	90
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	102

## ВСТУП

Навчальний посібник із дисципліни складено відповідно до чинних в Україні законів, постанов, наказів та інструкцій відносно безпеки товарів та згідно із профілем університету для студентів за напрямом підготовки 6.030510 «Товарознавство і торговельне підприємництво».

Сучасний розвиток держави ставить перед фахівцями проблему забезпечення населення товарами високої якості, що можливо тільки за умов оцінювання товарів за показниками безпеки.

Мета викладання дисципліни «Токсичні речовини та методи їх визначення» полягає у формуванні у студентів системи знань із теорії та методології забезпечення якості товарів із точки зору гранично допустимого вмісту шкідливих речовин, в освоєнні нормативно-правових, організаційних та економічних питань щодо забезпечення безпечного споживання харчових продуктів.

Предметом вивчення є характеристика шкідливих речовин, їх вплив на організм людини та вміст у харчових продуктах, а також шляхи їх виведення.

Завдання дисципліни відповідно до кваліфікаційної характеристики знань майбутніх випускників університету студентів за напрямом підготовки 6.030510 «Товарознавство і торговельне підприємництво», полягає в тому, щоб:

*знати* – основні досягнення в галузі теорії та практики безпеки харчування в різних країнах, шляхи потрапляння токсичних речовин у рослинну сировину та продукти тваринного виробництва, механізм їх дії на організм людини та способи зниження вмісту шкідливих речовин у продуктах харчування, нормативні та законодавчі акти щодо безпечного харчування в Україні.

*уміти:*

- проводити дослідження вмісту токсичних речовин у харчових продуктах та упаковці, зокрема нітратів, важких металів, радіонуклідів, пестицидів, мікотоксинів та ін.;
- аналізувати вітчизняні, європейські та міжнародні вимоги до безпеки товарів;

- оцінювати нормативну документацію щодо безпеки товарів;
  - проводити експертні дослідження з гармонізації вітчизняного існуючого законодавства та проектів законів щодо безпеки товарів відповідно до міжнародної законодавчої бази;
  - аналізувати й узагальнювати рівень вимог вітчизняної та зарубіжної нормативної документації щодо гарантій безпеки товарів народного споживання та послуг;
  - визначати номенклатуру показників безпеки товарів для оцінки комплексного показника якості товарів народного споживання;
  - розраховувати вміст шкідливих речовин у рослинній і тваринній сировині та продуктах їх переробки з метою оцінювання якості товарів народного споживання на основі сучасних методик;
  - розробляти критерії безпеки товарів згідно з сучасними вимогами законодавства та досягненнями технічного прогресу;
  - удосконалювати контроль за безпекою товарів, що надходять у продаж, з урахуванням сучасних екологічних вимог;
- набувати навиків* використання методів дослідження вмісту шкідливих речовин у харчових продуктах.

ТЕМА 1

**ПРОБЛЕМА БЕЗПЕКИ ХАРЧУВАННЯ  
НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ**

План

- 1.1. Актуальність проблеми безпеки харчування.
- 1.2. Безпека продукції та розвиток науково-технічного й соціального прогресу.
- 1.3. Безпека продукції як чинник якості товарів і підвищення їх конкурентоспроможності.
- 1.4. Соціально-економічні аспекти проблеми безпеки товарів.

*Література:* [1–3; 12].

**1.1. Актуальність проблеми безпеки харчування**

Забезпечення безпеки продуктів харчування – один з основних напрямів, що зумовлюють здоров'я населення, збереження генофонду нації. Здоров'я і безпека населення значною мірою залежать від харчування, яке забезпечує ріст і розвиток організму людини, створює умови для адекватної його адаптації до навколишнього середовища. Водночас із продуктами харчування до організму людини можуть потрапляти речовини, небезпечні для її здоров'я.

Їх можна поділити на дві великі групи (рис. 1.1).



**Рисунок 1.1 – Групування небезпечних речовин**

На рисунку 1.2 наведено узагальнену класифікацію небезпечних речовин у харчових продуктах.



**Рисунок 1.2 – Узагальнена класифікація небезпечних речовин у харчових продуктах**

Останнім часом в Україні прийнято низку законів про охорону навколишнього середовища, екологічну експертизу, забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, якість і безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини.

## 1.2. Безпека продукції та розвиток науково-технічного й соціального прогресу

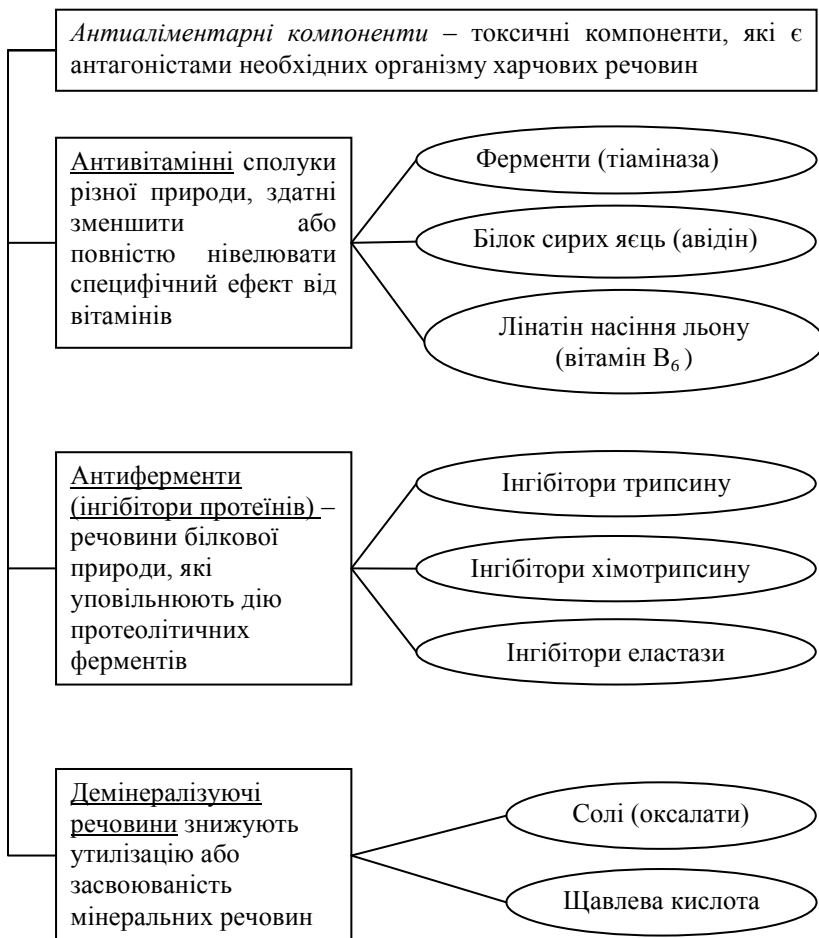


Рисунок 1.3 – Класифікація антиаліментарних компонентів



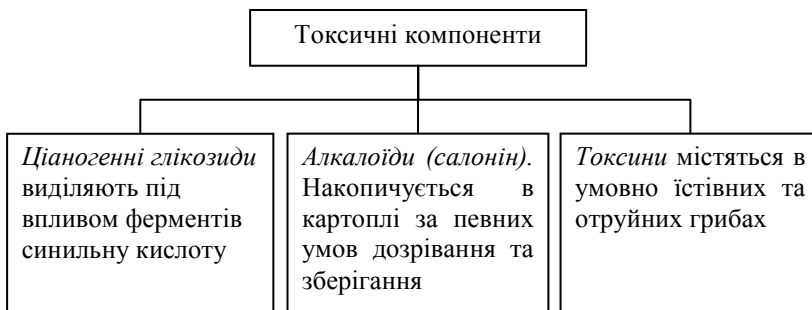


Рисунок 1.4 – Види токсичних компонентів

### 1.3. Безпека продукції як чинник якості товарів і підвищення їх конкурентоспроможності

Речовини, які потрапляють до їжі ззовні, можна умовно поділити на дві групи:

- речовини, введені з певною метою (харчові добавки);
- речовини, які потрапляють із навколишнього середовища.

Харчові добавки – це хімічні речовини й природні сполуки, які додаються до їжі для покращення якості сировини для виготовлення продукції

#### Класифікація харчових добавок

- **E100-I182 Барвники** підсилюють або відновлюють колір продукту.
- **E200-I299 Консерванти** подовжують термін зберігання продуктів, захищаючи їх від мікробів, грибків, бактеріофагів, хімічні добавки, що додають при дозріванні вин.
- **E300-I399 Антиокиснювачі** захищають від окиснювання, зокрема від згіркнення жирів і зміни кольору.
- **E400-I499 Стабілізатори** зберігають задану консистенцію. Загусники – підвищують в'язкість.

- **E500-I599 Емульгатори** створюють однорідну суміш фаз, що не змішують (наприклад, вода й олія).
- **E600-I699 Підсилювачі смаку й запаху.**
- **E900-I999 Піногасники** запобігають або зменшують утворення піни.
- **E1000.** До цієї групи входять глазурувачі, підсолоджувачі, розпушувачі й інші добавки. Цей вид добавок повністю заборонений в Україні

*Харчові добавки, заборонені в Україні*

- E121 – Барвник червоний цитрусовий 2.
- E123 – Червоний амарант.
- E240 – Консервант-формальдегід.

*Харчові добавки, не дозволені в Україні*

Заборона цих добавок пов'язана з тим, що весь комплекс випробувань ще не завершений. E103, E107, E125, E127, E128, E140, E153-155, E160, E166, E173-175, E180, E182, E209, E213-219, E225-228, Ee230-233, E237, E238, Ee241, E263, E264, E282, E283, E302, E303, E305, E308-314, Ee317, E318, E323-325, E328, E329, E343-345, E349-352, E355-357, E359, E365-368, E370, E375, E381, E384, E387-390, E399. E430, E408, E409, E418, E419, E429-436, E441-444, E446, E462, E463, E465, E467, E474, E476-480, E482-489, E491-496. E505, E512, E519, E521-523, E535, E537, E538, E541, E542, E550, E554-557, E559, E560, E574, E576, E577, E580. E622-625, E628, E629, E632-635, E640, E641. E906, E908-911, E913, E916-919, E922, E923, E924, E925, E926, E929, E943, E944-946, E957, E959. E1000, E1001, E1105, E1503, E1521.

*Небезпечні харчові добавки*

Ті, що викликають злякисні пухлини: E103, E105, E121, E123, E125, E126, E130, E131, E142, E152, E210, E211, E213-217, E240, E330, E447.

Ті, що викликають захворювання шлунково-кишкового тракту: E221-226, E320-322, E338-341, E407, E450, E461-466.

Алергени: E230-232, E239, E311-313.

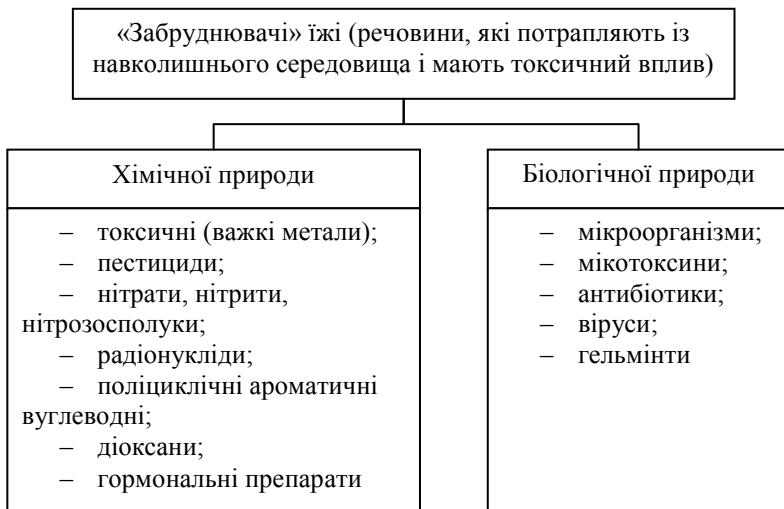
Ті, що викликають хвороби печінки й нирок: E171-173, E320-322.

Більшість із них не мають харчового призначення, але за певних умов, у поєднанні зі складною багатокомпонентною структурою харчового продукту можуть бути токсичними. Харчова добавка вважається безпечною, якщо відсутня гостра або хронічна токсичність, канцерогенні, мутагенні, тератогенні властивості. Тому до харчових добавок висувають суворі вимоги. Проблеми використання харчових добавок вивчає Об'єднаний комітет експертів із харчових добавок і компонентів ФАО/ВООЗ та «Кодекс аліментаріус», що об'єднує 120 країн світу. Всесвітня класифікація харчових добавок здійснюється згідно з їх призначенням. Регламентування харчових добавок у продуктах та раціоні харчування здійснюється в декілька етапів (рис. 1.5).



**Рисунок 1.5 – Етапи регламентування харчових добавок у продуктах і раціоні харчування**

Перелік харчових добавок, дозволених для застосування в Україні, постійно коригується. Використані харчові добавки слід зазначати в маркуванні харчових продуктів.



**Рисунок 1.6 – «Забруднювачі» їжі**

#### **1.4. Соціально-економічні аспекти проблеми безпеки товарів**

В Україні вимоги до розробки та впровадження систем управління безпечністю харчової продукції за принципами НАССР задекларовані ДСТУ 4161-2003 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги» та ДСТУ ISO 22000:2007 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга».

На підставі підпункту 2 пункту 6 ст. 20 Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» (№ 771/97-ВР від 23.12.1997 року, зі змінами та доповненнями), особи, які займаються виробництвом або введенням в обіг харчових продуктів, повинні застосовувати системи НАССР та/або інші системи забезпечення безпечності та якості під час виробництва та обігу харчових продуктів. Компанія, що першою розробила, впровадила та сертифікувала НАССР – «Кока-Кола».

23 липня 2014 р. Верховна Рада України ухвалила законопроект № 4179 а, який стосується гармонізації законодавства України та Європейського Союзу у сфері безпеки та якості харчових продуктів. Зазначений документ передбачає введення в Україні європейської

моделі системи гарантування безпеки і якості продуктів харчування, що базується на процедурах НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points – аналіз небезпечних чинників і критичні контрольні точки). У законі також передбачено створення єдиного контрольного органу у сфері безпеки харчових продуктів, скасування дозвільних документів і процедур, які відсутні в ЄС, упровадження європейських принципів регулювання ГМО, зокрема в частині реєстрації ГМО – джерел, а не продуктів, вироблених із них.

Система аналізу безпеки за критичними точками (НАССР) передбачає організацію системи контролю за рівнем критеріїв ризику.

Система НАССР базується на семи принципах, що описують, як розробляти, упроваджувати та виконувати план НАССР щодо конкретного виду діяльності (рис. 1.7).

**Принцип 1.** Провести аналіз ризику. Визначити потенційні ризики, пов'язані з усіма стадіями виробництва, використовуючи блок-схему всіх етапів процесу. Оцінити ймовірність проявлення ризиків і визначити превентивні заходи для контролю за ними

**Принцип 2.** Установити / визначити СРР. Визначити точки / процедури / етапи діяльності, які можна контролювати для усунення ризиків або мінімізації ймовірності проявлення їх чи зниження ризиків до допустимого рівня

**Принцип 3.** Установити критичні ліміти, яких необхідно дотримуватися для забезпечення того, щоб СРР перебували під контролем. Вони повинні мати придатні для вимірювання параметри і відомі також як абсолютний допуск або ліміт безпеки для СРР

**Принцип 4.** Ввести систему для здійснення контролю за СРР, упровадивши план перевірок або нагляду

## Рисунок 1.7 – Принципи системи НАССР

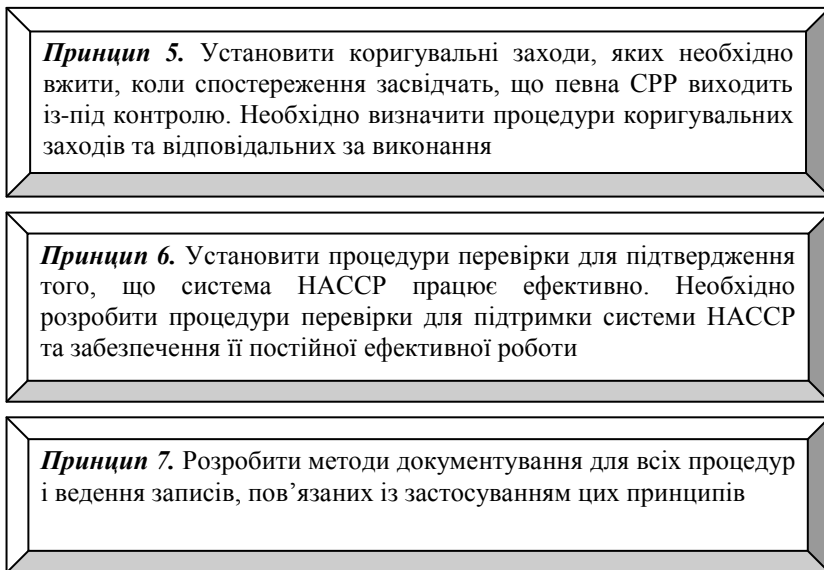


Рисунок 1.7, аркуш 2

### Контрольні запитання до теми 1

1. Назвіть основні нормативні документи, які визначають заходи для забезпечення безпеки харчових продуктів.
2. Назвіть групи небезпечних речовин, які можуть потрапити до організму людини з їжею.
3. Назвіть природні компоненти продуктів, що мають шкідливу дію.
4. На які групи поділяють речовини, що мають токсичну дію? Назвіть їх.
5. Що передбачає система аналізу небезпеки за критичними точками?
6. На яких принципах базується система НАССР?
7. Назвіть і охарактеризуйте рівні контролю якості та безпеки харчових продуктів.
8. За якими напрямками має відбуватися забезпечення безпеки харчових продуктів і продовольчої сировини?

## ТЕМА 2

### ДЖЕРЕЛА НАДХОДЖЕННЯ НІТРАТІВ І НІТРИТІВ У ХАРЧОВІ ПРОДУКТИ

#### План

- 2.1. Нітрати та накопичення їх у продуктах харчування і продовольчій сировині. Визначення нітратів, нітритів, нітрозамінів.
- 2.2. Джерела надходження нітратів і нітритів у харчові продукти. Чинники, що впливають на вміст нітратів у продуктах рослинного походження.
- 2.3. Шляхи надходження нітратів і їх вплив на організм людини.
- 2.4. Вплив умов зберігання на вміст нітратів.

*Література:* [4; 6; 7].

#### **2.1. Нітрати та накопичення їх у продуктах харчування і продовольчій сировині. Визначення нітратів, нітритів, нітрозамінів**

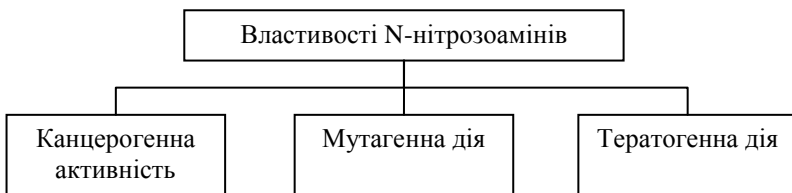
**Нітрати** – це солі азотної кислоти ( $\text{NH}_3$ ), які є нормальним продуктом обміну азотистих речовин будь-якої живої істоти

Систематичний вплив нітритів на організм людини зменшує в організмі кількість вітамінів А, В, С, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, що позначається на зниженні його стійкості до впливу різних негативних чинників, зокрема онкогенних.

Плоди й овочі є основним джерелом надходження до організму людини нітратів (70–90% від загальної кількості), гранично допустимі рівні вмісту яких детерміновані видом та сортом рослинної сировини, способом вирощування, термінами збору врожаю та специфікою кулінарної обробки.

Нітрати характеризуються досить широким спектром токсичної дії (рис. 2.1). Токсична дія нітратів полягає в тому, що в травному тракті вони частково відновлюються до нітритів (більш токсичних), які в разі надходження в кров можуть викликати метгемоглобінемію та пригнічення активності ферментних систем, що беруть участь у процесах тканинного дихання. Крім того, встановлено, що з нітритів за

нааявності амінів можуть утворюватися N-нітрозаміни, які виявляють канцерогенну активність.



**Рисунок 2.1 – Токсичні властивості N-нітрозоамінів**

У разі вживання великих доз нітратів із питною водою чи продуктами харчування через 4–6 годин проявляються характерні симптоми нітратного отруєння: нудота, задуха, посиніння шкірних покривів і слизових оболонок, діарея. Це часто супроводжується загальною слабкістю, запамороченням, болями в потиличній частині, тахікардією. Перша допомога при отруєнні нітратами – ретельне промивання шлунка, активоване вугілля, сольові проносні, свіже повітря, у складних випадках негайна госпіталізація.

Допустима добова доза нітратів для дорослої людини становить 325 мг. ДСТУ з питної води визначає гранично допустиму концентрацію нітратів до 45 мг/дм<sup>3</sup>

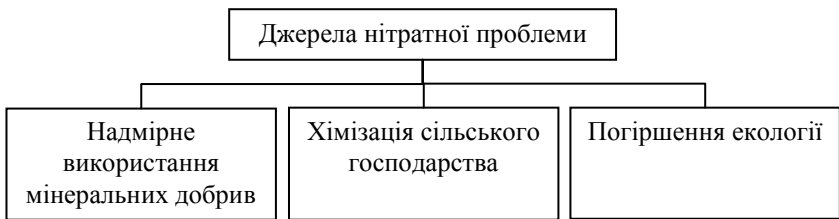
Рекомендоване ВООЗ споживання продуктів харчування, де використовується питна вода (чай, кави, сік, перші страви тощо), у помірному кліматі становить приблизно 1–1,5 л, максимум 2 л/добу. Таким чином, з водою доросла людина може спожити близько 68 мг нітратів. Відповідно, на харчові продукти залишається 257 мг нітратів. Дослідження виявили, що токсичний вплив нітратів у харчових продуктах проявляється слабше, ніж нітратів, що розчинені в питній воді, приблизно у 1,25 разу. Отже, безпечна добова доза нітратів, яку можна спожити разом із харчовими продуктами, становить 320 мг.



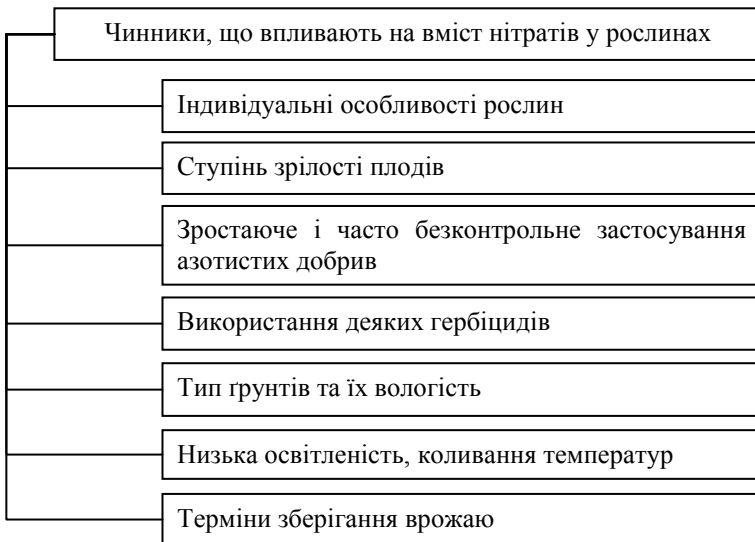
**2.2. Джерела надходження нітратів і нітритів у харчові продукти. Чинники, що впливають на вміст нітратів у продуктах рослинного походження**



**Рисунок 2.2 – Джерела надходження нітратів і нітритів**



**Рисунок 2.3 – Джерела нітратної проблеми**



**Рисунок 2.4 – Чинники, що впливають на вміст нітратів у рослинах**

**Таблиця 2.1 – Розрахункове середньодобове надходження нітратів в організм людини з овочами і плодами**

Овочі, плоди	Споживання за добу, г	Коефіцієнт істотної частини, г	Споживання істотної частини, г	Вміст нітратів, мг/кг		Коефіцієнт нітратів після кулінарної обробки	Надходження нітратів, мг
				допустимий	фактичний		
Картопля	373	0,72	269	180*	58,4	0,5	29,2
Морква	44	0,80	36,2	450*	15,8	0,7	11,1
Капуста	98	0,80	78,4	600*	47	0,7	32,9
Буряк столовий	36	0,80	28,8	1400	40,3	0,7	28,2
Томати	37	0,95	35,2	150**	5,3	0,9	4,8
Огірки	38	0,93	35,3	300**	10,6	0,9	9,5
Баклажани	11	0,9	9,9	300	3	0,7	2,1
Редиска	8	0,8	6,4	1200	7,7	0,9	7
Редька	5	0,85	4,3	1200	5,2	0,9	4,7
Кабачки	19	0,9	17,1	400	6,8	0,7	4,8
Перець солодкий	4	0,75	3	200	6,6	0,9	0,5
Цибуля	8	0,8	6,4	600**	3,8	0,9	3,4
Салат	4	0,8	3,2	2250**	7,2	0,9	6,5
Шпинат	4	0,74	3	2250**	6,4	0,9	4,9
Щавель	4	0,8	3,2	2250**	7,2	0,9	6,5
Кріп	4	0,8	3,2	2250**	7,2	0,9	6,5
Петрушка	4	0,8	3,2	2250**	7,2	0,9	6,5
Яблука	123	0,88	108,2	60	6,5	0,5	6,2
Груші	19	0,9	17,2	60	1	0,95	0,9
Виноград	19	0,87	16,5	60	1	1	1
Дині	12	0,64	7,7	90	0,7	1	0,7
Кавуни	29	0,6	17,4	60	1	1	1
<b>ВСЬОГО</b>							<b>176,3</b>

\* Середня величина для ранніх і пізніх культур.

\*\* Середня величина для культур у відкритому та захищеному ґрунті.



**Рисунок 2.5 – Шляхи зниження синтезу нітросполук**

Відомості щодо середньодобового надходження нітратів в організм людини з деякими овочами й плодами (за даними НДЦ Міністерства охорони здоров'я України) наведено в табл. 2.1.

*Таблиця 2.2 – Порівняння середнього вмісту нітратів і нітритів у рослинних продуктах, мг/кг сирової маси*

Овочі, плоди	Вміст нітратів, мг/кг сирової маси	Вміст нітритів, мг/кг сирової маси
Морква	9–334	0,44
Буряк столовий	400–3200	0,80
Редька	700–2520	1,12
Капуста білоголова	10–1900	0,25
Капуста цвітна	144–557	0,47
Картопля	5,0–220,9	0,32
Кабачки	8–240	–
Огірки	6–359	0,27
Огірки тепличні	110–656,2	0,45
Томати	6,8–38,7	0,20
Томати тепличні	53–237	–
Салат	240–3600	–
Петрушка	2508	1,27
Кавуни	10–300	–
Дині	35–101	–
Полуниця	49,7	0,22
Яблука	1,2–99,2	–

### 2.3. Шляхи надходження нітратів і їх вплив на організм людини

Основними джерелами надходження нітратів і нітритів в організм людини є насамперед продукти рослинного походження (від 58,7 до 86% добового надходження нітратів припадає на овочі).

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, добова норма нітратів становить 5 мг  $\text{NaNO}_3$  на 1 кг маси тіла людини

Власне нітрати не токсичні. Потенційна токсичність їх зумовлена тим, що в надмірних кількостях в організмі людини вони перетворюються на нітрити, які спричиняють зміни стану здоров'я. Перетворення їх на нітрити відбувається під дією ферментів мікроорганізмів слинної залози, шлунка і кишок, звідки вони потрапляють у кров і тканини.

Окрім ботанічні сорти овочів характеризуються різною здатністю накопичувати нітрати (рис. 2.6). Важливим чинником накопичення нітратів є вид і сорт овочів.

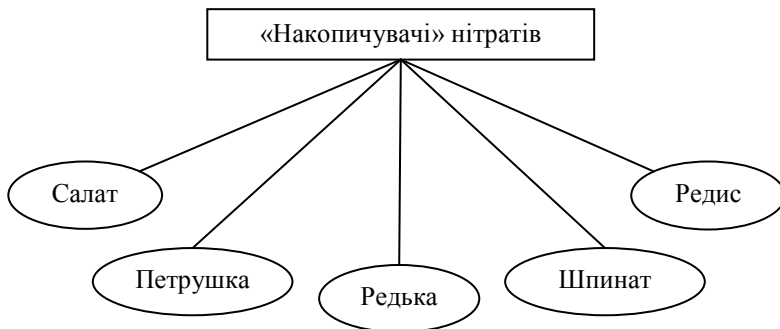
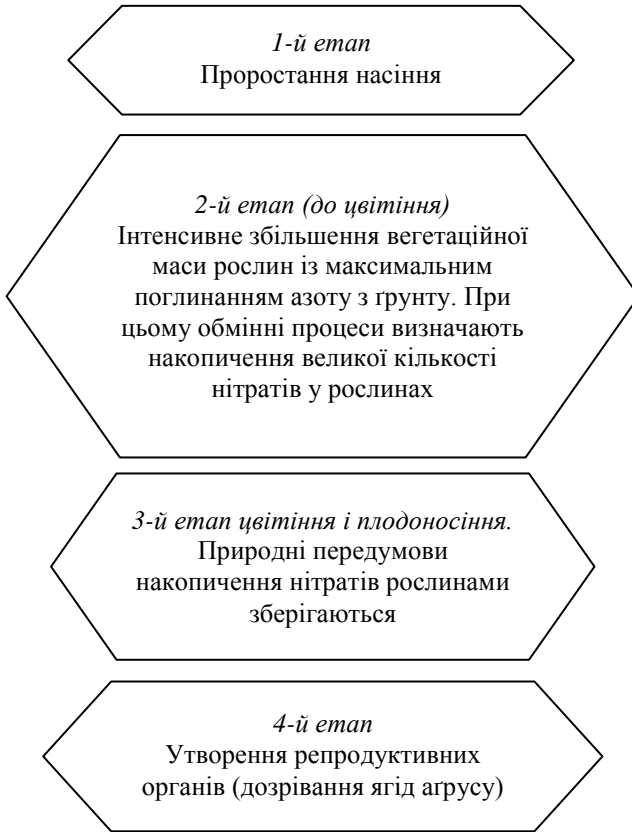


Рисунок 2.6 – «Накопичувачі» нітратів

Нітрати у високих концентраціях діють на засвоєння вітаміну А, порушують діяльність щитівки, серця, нервової системи.

Нітратне забруднення рослин залежить від їхніх фізіологічних особливостей. Рослина проходить чотири етапи свого розвитку (рис. 2.7).



**Рисунок 2.7 – Етапи розвитку рослини**

Якщо рослина містить достатню кількість вуглеводів у цей період, то нітрати ще в коренях відновлюються до аміаку. Процес відновлення нітратів відбувається в рослинах завдяки окисненню вуглеводів.

У табл. 2.3 наведена середній розрахунковий вміст нітратів в овочах і плодах в Україні, розроблений лабораторіями харчової токсикології Науково-дослідного центру Міністерства охорони здоров'я України.

**Таблиця 2.3 – Середній розрахунковий вміст нітритів у овочах і плодах в Україні**

<b>Овочі, плоди</b>	<b>Середній вміст нітритів, мг/кг</b>
Картопля	108,7±6,5
Капуста білоголова	337,7±33,3
Буряк столовий	1049,7±158,3
Морква	253,2±9,7
Огірки у відкритому ґрунті	165,5±12,9
Томати у відкритому ґрунті	76,4±3,1
Кавуни	37,9±12,8
Дині	83,3±8,3
Цибуля-перо	381,6±31,4
Цибуля ріпчаста	237,9±41,3
Яблука	39,7±5,3
Огірки в захищеному ґрунті	237,8±41,3
Томати в захищеному ґрунті	144,5±16,7

Наукові дослідження свідчать, що залишкові нітрати в рослинах розподіляються нерівномірно. У вегетативних частинах рослин кількість нітратів на 60–80% менша, ніж у генеративних. Нітрати розподіляються в певній послідовності (рис. 2.8).



**Рисунок 2.8 – Розподіл нітратів у анатомічних частинах**

Відомо понад 20 чинників, які можуть призвести до підвищеного накопичення нітратів у рослинних сільгосппродуктах. До них належать: дефіцит світла, спека чи холод у період вегетації рослин, засуха чи постійне переволоження, велика чи мала кількість азоту, калію, фосфору в ґрунті, біологічна активність ґрунту, кислотність ґрунту, захворювання ґрунту та ін. Але головним чинником є нераціональне застосування азотних добрив, порушення агротехніки обробки сільськогосподарських культур.

Окрім рослин, джерелами нітратів і нітритів є м'ясні продукти, ковбаса, риба, сир, в які додають натрій або калій нітрит як консервант і стабілізатор кольору м'ясопродуктів, бо утворений при цьому NO<sup>-</sup> міоглобін зберігає червоний колір навіть після теплового денатурування, що суттєво покращує зовнішній вигляд і товарні якості м'ясопродуктів.

Вміст нітратів, за даними Інституту харчування Російської академії медичних наук РАМН, у продуктах тваринного походження наведено в табл. 2.4.

**Таблиця 2.4 – Порівняння середнього вмісту нітратів у продуктах тваринного походження**

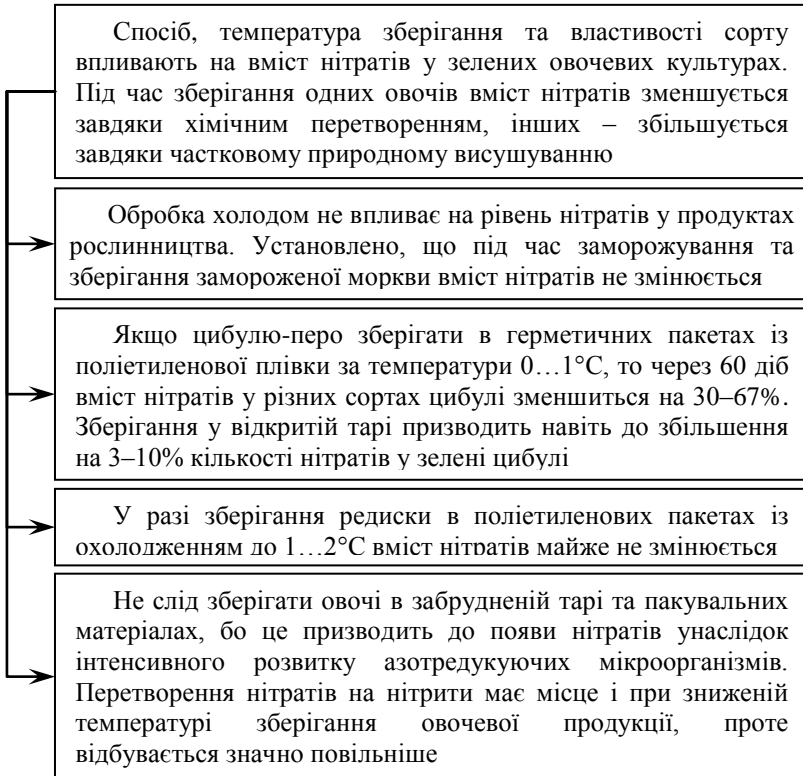
<b>М'ясопродукт</b>	<b>Середній вміст нітритів, мг/кг</b>
Консерви овочево-м'ясні	47,0–320,0
<b>М'ясні продукти</b>	
Яловичина свіжа	0–4,0
Сосиски	2,5–3,9
Ковбаса «Докторська»	2,4–5,8
Свинина	1,4–5,4
М'ясо куряче	2,1–4,0
<b>Риба свіжа</b>	
Річкова	3,0–4,3
Морська	14,0–21,0
<b>Молочні продукти</b>	
Молоко пастеризоване	1,1–14,0
Кисломолочні продукти	0,5–6,0
Молоко сухе незбиране	1,0–35,0
Сир	1,5–2,0

## 2.4. Вплив умов зберігання на вміст нітратів

Для тривалого зберігання овочевої продукції часто використовують квашення, соління, маринування. Під час квашення, соління і маринування овочевої сировини спостерігається значне (приблизно на 60-70%) зменшення вмісту нітратів, обумовлене їх участю в ланцюзі відновлення нітрогену:



Квашення коренеплодів моркви та столового буряку є найбільш ефективним способом вилучення нітратів, зменшення їх вмісту в буряках становить 70–90%, у моркві – 90–100%.





Комісією FAO ООН встановлена гранично допустима концентрація споживання людиною нітратів на добу – 500 мг. У країнах СНД для дорослої людини допустима добова доза нітратів становить 300–325 мг. Для дітей її визначають із розрахунку 5 мг на 1 кг маси тіла. У Швейцарії безпечною для дітей вважається норма 400 мг/кг, у Німеччині – 250, у Франції та Бельгії – 50.

У багатьох розвинених країнах обмеження за «овочевими» нітратами відсутні, але в деяких державах встановлені сумарні обмеження – не більше 3500 мг/кг будь-яких овочів. У країнах ЄС нормативи встановлені тільки для листяних і салатних овочів (до 3000–2500 мг/кг) і для дитячого харчування, до якого вимоги жорсткіші – 200 мг/кг.

У Європейському Союзі норми вмісту нітратів в овочевій продукції регламентує **регула ЕК №.1258/2011**. Згідно з цим документом максимально допустима кількість нітратів у шпинаті становить 3500 мг/кг, у качанному і листяному салаті в літній період (з 1 квітня по 30 вересня включно) 4000 мг/кг у продукції захищеного ґрунту і 3000 мг/кг у продукції відкритого ґрунту, у хрусткому салаті (типу «айсберг») 2500 мг/кг у продукції захищеного ґрунту і 2000 мг/кг у продукції відкритого ґрунту, у руколі в літній період 6000 мг/кг і в дитячому харчуванні 200 мг/кг. В огірках, поматах, зеленій цибулі, кавуні, дині й інших овочах і баштанних культурах вміст нітратів у Євросоюзі не лімітується.

## Контрольні запитання до теми 2

1. Що таке нітрати?
2. Назвіть джерела надходження нітратів.
3. Назвіть джерела надходження нітратів у продукти тваринного походження.
4. Які чинники впливають на підвищений вміст нітратів у продуктах харчування?
5. Як накопичуються нітрати в різних анатомічних частинах овочів?
6. Де накопичується більше нітратів: у овочах, вирощених у закритому чи відкритому ґрунті?
7. Як залишкові нітрати розподіляються в рослинах?
8. Назвіть «накопичувачі» нітратів.
9. Що є основним джерелом надходження нітратів?
10. Назвіть чинники, від яких залежить вміст нітратів у рослинах.

## ТЕМА 3

# ШЛЯХИ ЗАПОБІГАННЯ УТВОРЕННЮ N-НІТРОЗОСПОЛУК В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

### План

3.1. Контроль за вмістом нітратів у продуктах харчування і продовольчій сировині.

3.2. Зменшення вмісту нітратів у продуктах харчування і продовольчій сировині. Запобігання утворенню N-нітрозосполук в організмі людини.

*Література:* [4; 6; 7].

### **3.1. Контроль за вмістом нітратів у продуктах харчування і продовольчій сировині**

Для з'ясування рівня нітратів, які надходять в організм людини із харчовими продуктами, необхідно здійснювати жорсткий контроль за їх вмістом у харчовій сировині. Для харчування слід відбирати частини рослин, де вміст нітратів мінімальний, механічно видаляючи ті, які їх накопичують.

Запропоновано різні способи кулінарної обробки овочевої сировини, гранично допустимий рівень вмісту нітратів у якій перевищений у 1,2 разу. Під час теплової обробки відбувається розрив водневих зв'язків між полімерами клітинних стінок, полегшується вимивання разом з іншими речовинами розчинного пектину, арабінози, галактози й нітратів.

Лабораторіями харчової токсикології Науково-дослідного центру Міністерства охорони здоров'я України затверджено максимально допустимі рівні (МДР) нітратів у плодоовочевій продукції.

У Росії регламентовані на вміст нітратів буряк столовий, капуста, морква, картопля, огірки, томати, цибуля, кабачки, баклажани, листяні овочі, дині, кавуни, яблука, груші, виноград столових сортів. Приблизно той самий перелік плодоовочевої продукції регламентується на нітрати в Болгарії, Угорщині, Чехії та Словаччині. У Німеччині, Франції, Австрії, Швейцарії та Нідерландах вміст нітратів регламентується в основному в листяних овочах і коренеплодах (морква і буряк столовий).

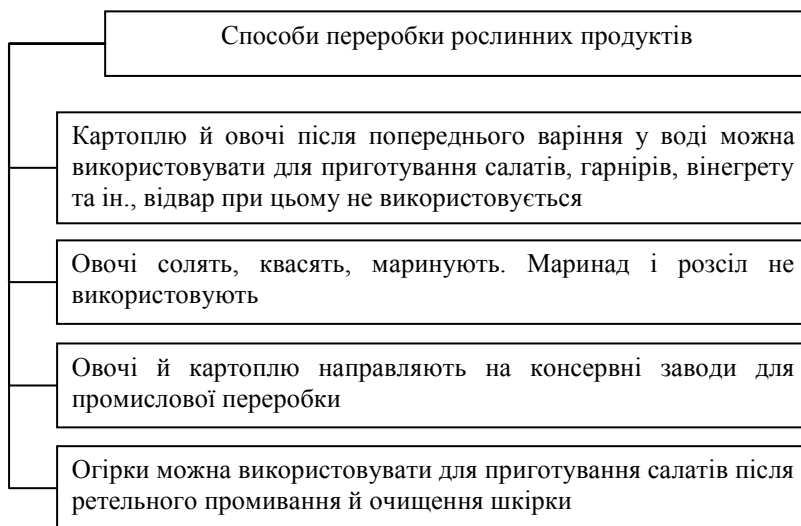
**Таблиця 3.1 – Максимально допустимі рівні нітратів  
у плодоовочевій продукції**

Назва овочів, плодів	Норма нітратів, на 1 кг сирого продукту, за нітрат- іоном, мг/кг
Картопля:	
– рання (до 1 вересня)	240
– пізня (після 1 вересня)	120
Капуста білоголова:	
– рання	800
– пізня	400
Морква:	
– рання	600
– пізня	300
Томати в ґрунті:	
– відкритому	100
– закритому	200
Огірки в ґрунті:	
– відкритому	200
– закритому	400
Буряк столовий	1400
Цибуля ріпчаста	90
Цибуля-перо в ґрунті:	
– відкритому	400
– закритому	800
Зелені овочеві культури (салат, шпинат, щавель, капуста салатна, петрушка, селера, кіндза, кріп)	
– у відкритому ґрунті	1500
– у закритому ґрунті	3000
Перець солодкий у ґрунті	
– відкритому	200
– закритому	–
Кабачки	400
Кабачки в закритому ґрунті	–
Кавуни	60
Дині	90
Гарбузи (для виготовлення консервів для дітей)	60
Виноград столових сортів, яблука, груші	60
Продукти дитячого харчування:	
– консерви на фруктовій основі	50
– консерви на овочевій основі	100

### *Умовно придатна до вживання рослинна сировина*

Рослинна сільськогосподарська продукція, вміст нітратів у якій перевищує допустимий рівень не більш ніж у два рази, відноситься до умовно придатної за вмістом нітратів.

На основі результатів багаторічних досліджень ученими розроблено технологічні інструкції щодо вмісту нітратів у напівфабрикатах із картоплі, моркви, буряку столового, цибулі ріпчастої, капусти білоголової, а також ранніх овочів: редиски, огірків, кабачків, цибулі-перо, зелені петрушки.



**Рисунок 3.1 – Способи переробки умовно придатних за вмістом нітратів рослинних продуктів**

У разі значного перевищення концентрації нітратів (більш ніж у два рази) овочі можна використовувати як корм для тварин із дозволу органів ветеринарного нагляду з урахуванням меншої чутливості тварин порівняно з людьми до токсичної дії нітратів.

### 3.2. Зменшення вмісту нітратів у продуктах харчування і продовольчій сировині. Запобігання утворенню N-нітрозосполук в організмі людини



Рисунок 3.2 – Способи тривалого зберігання овочевої продукції

Під час квашення, соління і маринування овочевої сировини відбувається значне (приблизно на 60–70%) зменшення вмісту нітратів, обумовлене їх участю в ланцюзі відновлення нітрогену.

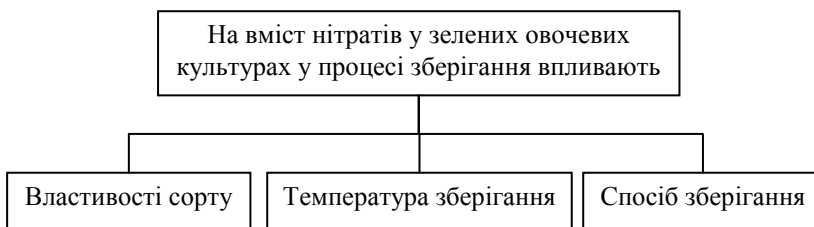


Рисунок 3.3 – Вплив чинників на вміст нітратів у зелених овочевих культурах під час зберігання

Особливу увагу слід приділяти харчуванню дітей. Необхідно дотримуватись таких рекомендацій МОЗ України:

- 1) не використовувати соки з моркви, буряку столового, капусти тощо, забруднених нітратами;
- 2) не використовувати в харчуванні салат, шпинат, петрушку, забруднені нітратами;
- 3) обмежувати споживання тепличних овочів;
- 4) уникати ранніх зелених овочів, вирощених на присадибних ділянках громадян;

5) не використовувати для приготування їжі для дітей розморожені й підморожені плоди й овочі, які тривалий час утримувалися в розмороженому стані до споживання;

6) не слід уживати соки, пюре, інші плодоовочеві консерви, які протягом тривалого часу зберігалися без охолодження у відкритій тарі;

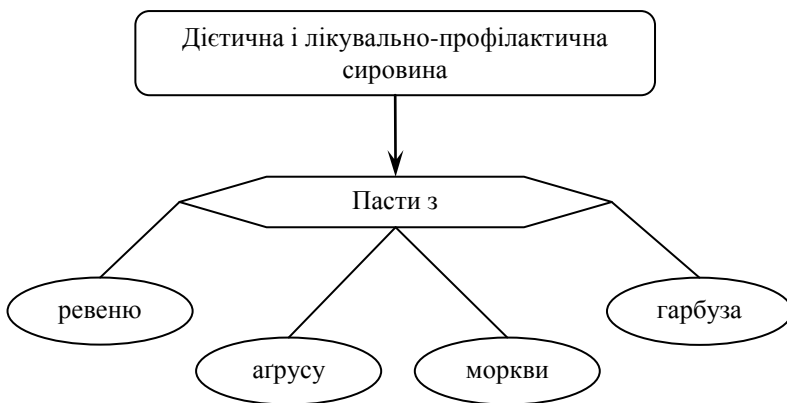
7) небажано протягом тривалого часу витримувати очищені, подрібнені, протерті плоди й овочі перед споживанням;

8) не включати в раціон дітей ковбасні вироби, копченості;

9) не споживати й не використовувати для приготування різних страв воду з джерел, не перевічених або не контрольованих на вміст нітратів.

Унаслідок тривалого зберігання сировини, інтенсивної теплової обробки, копчення, соління тощо утворюється широкий спектр нітрозосполук:

- N-нітрозодиметиламін (НДМА),
- N-нітрозодіетиламін (НДЕА),
- N-нітрозопропіламін (НПА),
- N-нітрозодибутиламін (НДБА),
- N-нітрозопіперидин (НПіП),
- N-нітрозопіролідин (НПіР).



**Рисунок 3.4 – Пасти з рослинної сировини**

Суттєвою відмінністю від аналогів є введення в рецептуру паст кропиви дводомної, додавання якої знижує загальний рівень небезпечних речовин у продукті.



**Рисунок 3.5 – Роль макро- і мікроелементів листя кропиви**



**Рисунок 3.6 – Умови збереження натурального кольору кропиви в пастах**



**Рисунок 3.7 – Роль лимонної кислоти в пасті з ревеню**

З очищеної овочевої і фруктової сировини – моркви, гарбузів, ревеню та агрусу – виготовлено відповідні пасти, які додаються до різних страв, а також є готовими до вживання продуктами.

### **Контрольні запитання до теми 3**

1. Що таке умовно придатна рослинна сировина?
2. Які ви знаєте способи переробки умовно придатних за вмістом нітратів продуктів?
3. Що відносять до дієтичної та лікувально-профілактичної сировини?
4. Назвіть фармакологічні властивості кропиви?
5. Які умови збереження натурального кольору в пастах із рослинної сировини?



## ТЕМА 4

### **ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИРОВИНИ КАТІОНАМИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЖИВИЙ ОРГАНІЗМ**

#### План

4.1. Джерела забруднення продуктів харчування та продовольчої сировини катіонами важких металів та їх вплив на живий організм.

4.2. Чинники, що впливають на вміст важких металів у продуктах рослинного походження.

4.3. Вплив вмісту мікроелементів-металів на здоров'я людини.

*Література:* [3; 4; 6; 9].

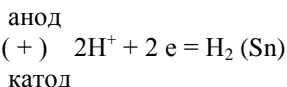
#### **4.1. Джерела забруднення продуктів харчування та продовольчої сировини катіонами важких металів та їх вплив на живий організм**

Одним із основних джерел забруднення харчових продуктів є вихідна сировина (рис. 4.1), яка не відповідає вимогам щодо вмісту в ній хімічних елементів. Підвищений вміст шкідливих елементів у рослинах і організмах тварин може спричинити їх потрапляння до складу харчових продуктів. Так, кадмій накопичується в зернах рису внаслідок використання для зрошення промислових стічних вод електролітичних виробництв. Зерна пшениці, подібно до рису, акумулюють цинк і плумбум, тому в разі недотримання певних вимог борошно може бути забруднене цими металами.

В Україні небезпека забруднення води існує поблизу тих міст, де розвинена хімічна, електрохімічна, металургійна, радіотехнічна промисловість, – це Черкаси, Кременчук, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Кривий Ріг, Одеса, Севастополь, Хмельницький, Вінниця та ін.

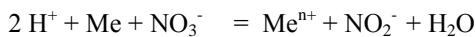
Солі важких металів можуть потрапити до упаковки, в якій зберігають готові продукти. Консервовані банки, виготовлені з залізної жерсті й луджені оловом, широко використовують для зберігання м'ясних, рибних, молочних продуктів. Надійність щодо відсутності забруднення може бути гарантована в цьому випадку лише тоді, коли продукти містять малі кількості органічних кислот, нітратів, окисників

та відновників, а температура зберігання досить низька. Захищає стінки металевих банок від впливу агресивних домішок їжі харчовий лак, хоча і він сам може стати джерелом потрапляння свинцю. Якщо захисне покриття буде пошкоджене (удар, подряпина), два метали тари – залізо й олово – вступають у контакт із харчовим продуктом. У кислому середовищі одночасно відбуватимуться такі процеси:

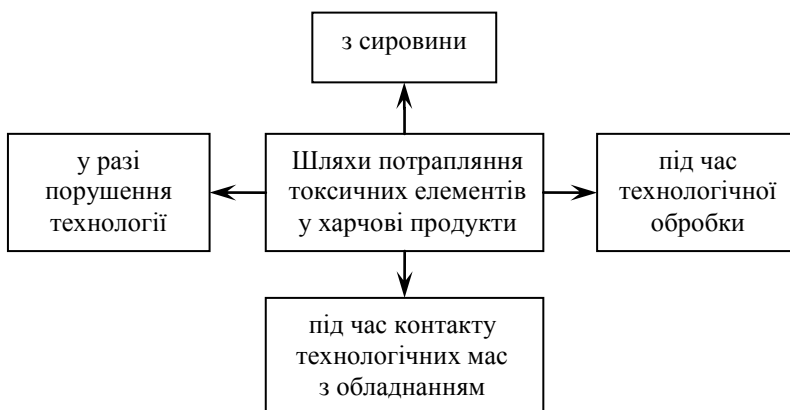


тобто залізо, як більш активний метал, розчиняється і переходить у розчин, а на олов'яному покритті виділяється водень, що зумовлено значенням стандартних електродних потенціалів.

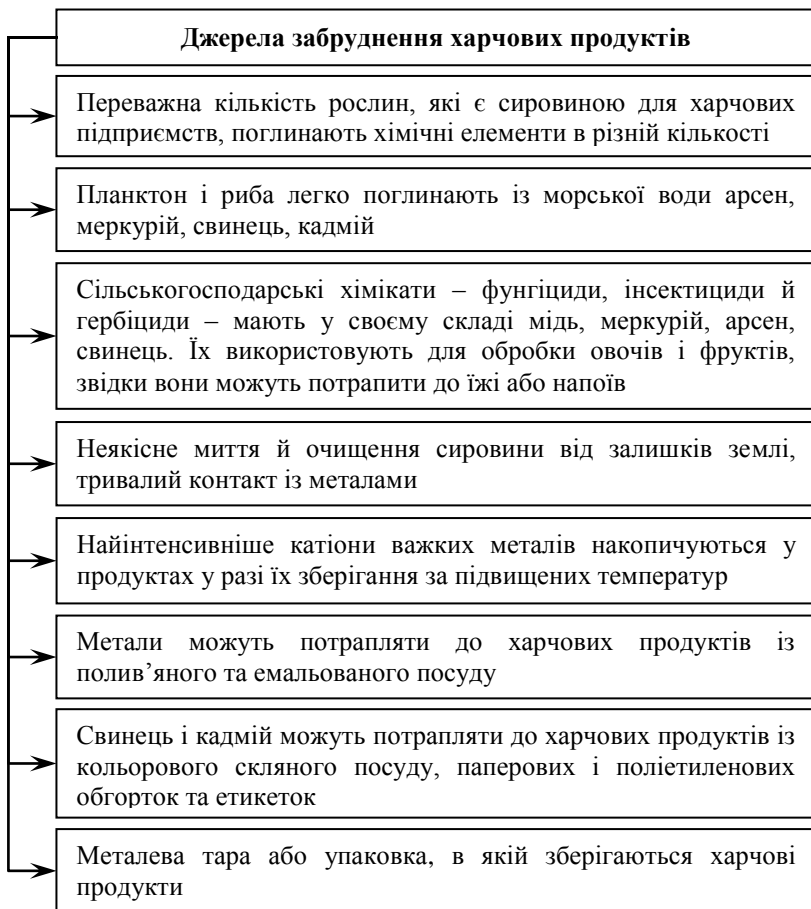
Токсичність металів у харчових продуктах зростає, якщо в їжі містяться нітрати, тоді можлива реакція відновлення нітратів до нітритів:



Нітрит-іон легко відновлюється до аміної форми, яка є причиною багатьох онкологічних захворювань.



**Рисунок 4.1 – Потрапляння токсичних елементів у харчові продукти**



Токсичні елементи, зокрема деякі важкі метали, складають велику і дуже небезпечну в токсикологічному відношенні групу речовин. Елементи з парними протонними числами розповсюджені в природі значно більше, ніж із непарними. Установлено, що кількісний вміст елементів у живій речовині обернено пропорційний величині їх відносних атомних мас. Водночас збільшення протонного числа відносної атомної маси й радіуса атома (у групах і підгрупах періодичної системи) призводить до посилення токсичності елементів у сполуках. Токсичність металів значно зростає, якщо в їжі містяться нітрати.

Таблиця 4.1 – Токсичні елементи та їх вплив на живий організм

Назва елемента	Дія на живий організм
1	2
Кадмій	<p>Потрапляючи в організм, він виявляє сильну токсичну дію, причому головна «мішень» – нирки. Механізм токсичної дії кадмію пов'язаний із блокуванням сульфгідрильних груп білків. Крім того, він є антагоністом кобальту, цинку, селену, тобто інгібує активність ферментів, які містять катіони вказаних металів. Відома здатність кадмію порушувати обмін заліза і кальцію. Усе це може призвести до виникнення низки захворювань. Виявлено канцерогенний, мутагенний і тератогенний ефекти кадмію</p>
Свинець	<p><i>Негативна дія:</i></p> <p>Здатен утворювати колоїдні розчини в крові та шлунковому соку. Катіони свинцю, потрапляючи до організму людини, на 75–80% залишаються в ньому. Дія свинцю на різні системи життєзабезпечення організму людини неоднакова. Вплив свинцю на організм людини особливо позначається на кровотворній, нервовій та травній системах, на роботі нирок. Свинець спричиняє певні порушення і в гормональній діяльності людського організму. Під дією свинцю спостерігаються характерні пошкодження органів кровоносної системи.</p> <p><i>Позитивна дія:</i></p> <p>Людина не лише захищається від свинцю, але й захищається ним. Свинець є одним із «непрозорих» матеріалів для всіх видів радіоактивних і рентгенівських променів. Саме від радіоактивного випромінювання захищає скло, до складу якого входять оксиди свинцю. Таку саму функцію виконує свинець і в рентгенівському кабінеті</p>

Продовження табл. 4.1

1	2
Мідь	Її загальна кількість в організмі становить 100–150 мг. Перевищення цього рівня концентрації призводить до руйнування слизової шлунково-кишкового тракту і дихальних шляхів. Дефіцит міді в їжі, незважаючи на достатню кількість заліза, призводить до анемії
Алюміній	Має цінні властивості й широко застосовується в техніці та побуті. Потрапляючи в організм людини, катіони алюмінію у формі нерозчинного фосфату виводяться з фекаліями, частково всмоктуються в кров і виводяться нирками. Порушення діяльності нирок призводить до накопичення алюмінію, це впливає на метаболізм Са, Mg, P, F, супроводжується посиленням крихкості кісток, розвитком різних форм анемії. Крім того, були виявлені й небезпечніші прояви токсичності алюмінію: порушення мови, орієнтації, провали пам'яті тощо
Арсен (миш'як)	Належить до тих елементів, необхідність яких для життєдіяльності організму людини не доведена, а його сполуки дуже отруйні. Залежно від дози арсен може спричиняти гострі й хронічні отруєння. Його разова доза 30 мг смертельна для людини. Механізм токсичної дії арсену пов'язаний із блокуванням SH-груп білків і ферментів, які виконують в організмі різноманітні функції.
Меркурій (ртуть)	Один із найбільш небезпечних і високотоксичних елементів, який має здатність накопичуватись у рослинах, організмах тварин і людини, тобто є отрутою кумулятивної дії. Токсичність ртуті залежить від виду її сполук, які по-різному всмоктуються, метаболізують і виводяться з організму. Механізм токсичної дії ртуті обумовлений її взаємодією з сульфгідрильними групами білків. Блокуючи їх, меркурій змінює властивості або інактивує ряд життєво важливих ферментів. Неорганічні сполуки ртуті порушують обмін аскорбінової кислоти

## 4.2. Чинники, що впливають на вміст важких металів у продуктах рослинного походження

Зміни концентрації важких металів в окремих видах овочів і плодів пояснюються особливостями їх анатомічної будови, екологічним станом у певній області, регіоні, агротехнічними заходами під час вирощування овочів і плодів в окремих господарствах, специфічними особливостями, у тому числі рухомістю окремих токсичних елементів і речовин в ґрунті та рослинах, до складу яких вони входять.

За ступенем накопичення катіонів важких металів у фітомасі рослинні культури можуть бути згруповані в такий ряд: боби, горох < овес, жито < ячмінь < кукурудза < пшениця < капуста < баштанні < картопля < редиска < цибуля < морква < буряк < кабачки < огірки < томати < петрушка < кріп < шпинат < салат.



Рисунок 4.2 – Чинники, що впливають на вміст важких металів у рослинах

Солі важких металів потрапляють у рослину двома шляхами:

- апоплазматичним;
- симплазматичним.

Наявність двох шляхів надходження катіонів токсичних металів призводить до того, що анатомічні частини рослинного організму істотно розрізняються за вмістом металів. Зменшення їх вмісту відбувається в ряді: корінь > стебло > листя > насіння > бульби.

### 4.3. Вплив вмісту мікроелементів-металів на здоров'я людини

Велика кількість речовин (ліки, харчові добавки, продукти забруднення довкілля, хімічної обробки рослин та ін.) потрапляє в організм людини. Деякі з цих речовин не впливають не тільки на конкретний організм, а й можуть передаватися спадково. Сучасні дослідження вказують на те, що навіть незначні зміни концентрації металів, властивих організму людини (біометалів), і тим більше металів, що не властиві організму, призводять до важких захворювань.

Сучасна медицина досліджує взаємозв'язок між вмістом металів в організмі й виникненням різних захворювань. Доведено, що особливо гостро організм людини реагує на зміни концентрації мікроелементів, тобто елементів, що містяться в організмі в кількості близько 10 г на 70 кг маси тіла. До таких елементів належать: мідь, цинк, манган (марганець), меркурій (ртуть), кадмій, залізо, кобальт, станум (олово), арсен (миш'як), нікель, молібден.

Так, на ранніх стадіях хвороб печінки й селезінки різко змінюється концентрація цинку в крові. У певних видах ракових пухлин вміст міді, мангану, цинку значно вищий, ніж у здорових тканинах. Порушення нормальних концентрацій мікроелементів в організмі спричиняється також стресовими станами, вагітністю та хірургічними операціями. До зменшення мікроорганізмів в організмі призводить також неповноцінне харчування: споживання білого хліба замість чорного, виключення з раціону харчування овочів і фруктів.

Вміст мікроелементів у продуктах харчування істотно змінюється в разі термічної і хімічної обробки їжі, а також, якщо продукти зберігаються в металевих та синтетичних упаковках, які вилучають із продуктів харчування одні мікроелементи, а забруднюють їх іншими за рахунок хімічного зв'язування та вимивання

Небезпечним металом, що викликає хронічне отруєння людини, є свинець. Якщо в організм потрапляє близько 2–4 мг цієї речовини з їжею, можна говорити про свинцеве отруєння. У разі хронічного отруєння свинцем самопочуття людини тривалий час залишається

задовільним. Потім з'являється загальна слабкість, головний біль, запаморочення, тремор кінцівок, погіршення апетиту, зниження маси тіла, втрата сил. На пізніх стадіях на яснах виявляють блакитно-сіру «свинцеву кайму», яка виникає під впливом  $PbSO_3$ . Виникає також гостра анемія.

Солі міді й цинку викликають гострі отруєння в разі неправильного використання мідного й оцинкованого посуду, а також надмірного вмісту солей цих металів у харчових продуктах. Отруєння настає через 2–3 години після їди. При значних концентраціях іонів  $Cu^{2+}$  і  $Zn^{2+}$  через кілька хвилин у потерпілих починається блювання, з'являється гострий біль у животі, пронос, відчувається металевий присмак у роті. Одуjuanня настає в разі надання своєчасної медичної допомоги протягом доби, після видалення солей цинку і міді внаслідок блювання та з каловими масами.

#### Контрольні запитання до теми 4

1. Які джерела забруднення харчових продуктів ви знаєте?
2. Як токсичні елементи можуть потрапляти в харчові продукти?
3. Якими шляхами солі важких металів потрапляють у рослину?
4. Які чинники впливають на вміст важких металів?
5. Як за ступенем накопичення катіонів важких металів у фітомасі рослинної культури можуть бути згруповані продукти харчування?
6. Як впливає свинець на організм людини?
7. Як впливає арсен на організм людини?
8. Який механізм токсичної дії кадмію на живий організм?
9. Охарактеризуйте дію міді та алюмінію на організм людини.
10. Який механізм токсичної дії ртуті на живий організм?



## ТЕМА 5

### ЗАХОДИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВМІСТУ КАТІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

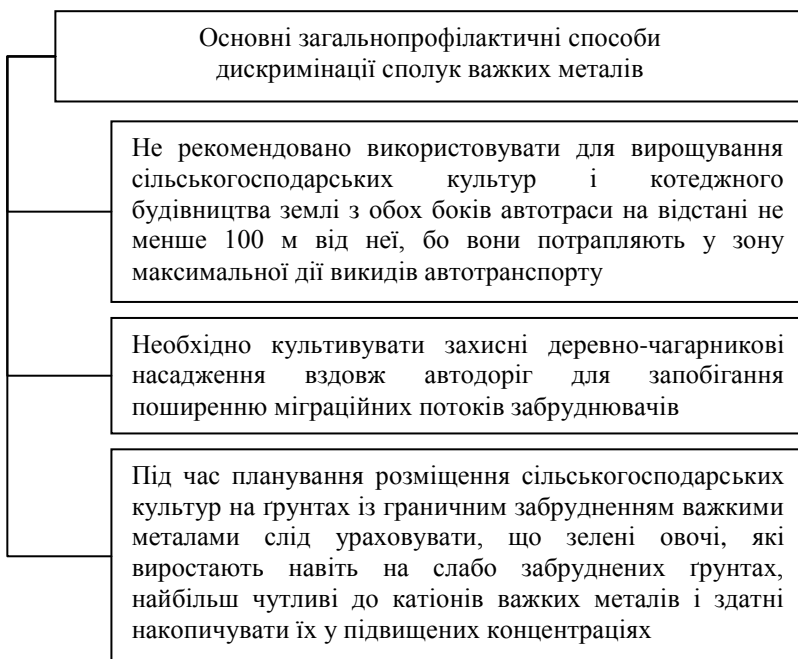
#### План

5.1. Контроль за вмістом важких металів у продуктах харчування та продовольчій сировині.

5.2. Заходи для зменшення вмісту важких металів у харчових продуктах і продовольчій сировині.

*Література:* [3; 4; 6; 9].

#### 5.1. Контроль за вмістом важких металів у продуктах харчування та продовольчій сировині



**Рисунок 5.1 – Основні загальнопрофілактичні способи дискримінації сполук важких металів**

Виведенню катіонів важких металів з організму й підвищенню імунітету сприяє дотримання принципів раціонального харчування. Фрукти й овочі містять близько 10 речовин антиканцерогенної дії, тому їх систематичне споживання в межах фізіологічних норм сприяє виведенню солей важких металів і запобігає утворенню злоякісних пухлин.



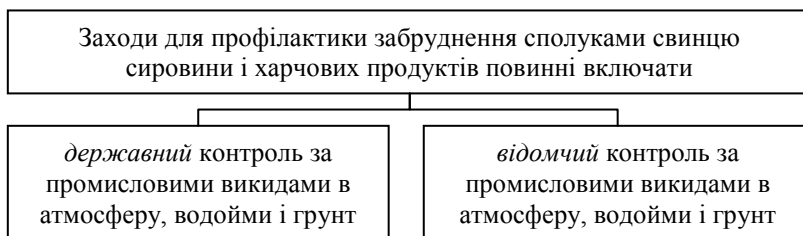
Багато пектину, харчових волокон,  $\beta$ -каротину та вітамінів С, Е, А міститься в таких плодах і овочах:

- яблуках;
- сливах;
- абрикосах;
- персиках;
- столових буряках;
- гарбузах.

Плоди, що містять антоціани:

- чорна смородина;
- порічка;
- чорноплідна горобина;
- темні сорти винограду;
- чорниця;
- ожина.

Виявлено, що пектини різного походження здатні зв'язувати катіони свинцю, калію, алюмінію і бору з їх водяних розчинів.



Необхідно значно знизити або цілком виключити застосування тетраетилсвинцю в бензині, свинцевих стабілізаторах, виробках із полівінілхлориду, барвниках, пакувальних матеріалах тощо. Для

видалення солей важких металів із харчових рідин запропоновано використовувати електродіаліз, під час якого можуть утворюватись як катіони, так і аніони залежно від їх концентрації, рухливості й величини заряду. Селективне вилучення катіонів важких металів, які негативно впливають на якість і стабільність харчових продуктів, можливе в разі обробки проміжних камер апарата розчинами органічних комплексоутворювачів.

Вино і напої можна значно очистити від солей важких металів, обробивши їх полімеризатором, який є нетоксичним, просто добувається і має ефективну дію.

## **5.2. Заходи для зменшення вмісту важких металів у харчових продуктах та продовольчій сировині**

Споживачі та спеціалісти плодоовочепереробних підприємств під час підготовки до споживання й переробки овочів і плодів мають вживати заходів, які сприятимуть зменшенню вмісту солей важких металів у плодоовочевій продукції. Для цього необхідно:

1. Усю наземну сільськогосподарську продукцію перед переробкою, ужиттям у їжу або використанням як корм для тварин слід піддавати обов'язковому ретельному миттю, оскільки значна частина (до 70–80%) сполук важких металів газопилових викидів автотранспорту потрапляє в рослини некореневим шляхом.

2. Ягоди також необхідно ретельно мити. Миття сприяє, наприклад, зменшенню в смородині вмісту катіонів  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  на 4%, але короткочасне витримання ягід у киплячій воді значно ефективніше: на 30% зменшується вміст катіонів важких металів у смородині.

3. Після миття овочі необхідно витримувати протягом години в місткостях із проточною водою. Зменшення кількості катіонів свинцю в цьому випадку в моркві становить 23,6%, катіонів кадмію – 21,3%, міді – 33,3%, цинку – 11,1%, сполук арсену – 26,8%; у буряках катіонів свинцю 25%, кадмію – 35,7%, міді – 7,3%, цинку – 9,0%, сполук арсену – 37,5%. У яблуках, грушах, сливах та інших плодах, у шкірці яких є малопроникний кутикулярний шар, вміст катіонів важких металів знижується значно менше.

4. Шкірку з невеликим шаром м'якоті моркви, буряків, кабачків необхідно видаляти перед переробкою та споживанням. Очищення шкірки, подрібнення та витримання у воді сприяє видаленню катіонів важких металів. Так, після перебування у воді впродовж 30 хв у нарізаних черешках ревеню вміст солей важких металів зменшується на 4–17%, додавання розчинів солей калію та магнію приводить до додаткового зниження вмісту катіонів важких металів на 17–40%.

5. Відомо, що промивання цілих овочів і фруктів не може викликати значних утрат мікроелементів, бо шкірка перешкоджає їхній екстракції. Промивання ж нарізаних овочів супроводжується більшими втратами мінеральних компонентів. Кількість речовин, що екстрагуються, залежить від тривалості контакту з водою і питомої поверхні овочів. Великі за розміром моркву, буряк, кабачки можна використовувати для виготовлення пюре, паст, напівфабрикатів після видалення соку. У рідину переходить значна кількість катіонів цинку, купруму, сполук арсену. У вичавках міститься значно більше, ніж у соку, катіонів калію, кальцію, заліза, які мають непрямі радіопротекторні властивості.

6. Після короткочасного занурення овочів у киплячу воду зменшується вміст катіонів  $Pb^{2+}$  у буряках, моркві, гарбузах, яблуках на 5%, у кабачках – на 22,9%.

7. Варіння очищених і подрібнених кубиками овочів у 1...2%-му відварі м'яти перцевої з додаванням 0,1–0,5% лимонної кислоти сприяє максимальному (40–70%) видаленню катіонів важких металів.

8. Не слід пити і використовувати для приготування страв воду з річок, озер, інших джерел, не контролювану на вміст катіонів важких металів.

Засобами, спрямованими на рекультивуацію ґрунтів із підвищеним (до 5–10 ГДК) забрудненням солями важких металів, є вапнування, внесення органічних добрив, глинування, застосування фосфорних добрив. При цьому необхідно виключити вирощування

продовольчих культур, замінивши їх технічними, ефірно-олійними, декоративними та іншими культурами, а також насінними травами.

Не рекомендовано використовувати під сільськогосподарські культури і котеджне будівництво землі з обох боків автотраси шириною менше 100 м, бо вони потрапляють у зону максимальної дії викидів автотранспорту.

Необхідно насаджувати захисні деревно-чагарникові насадження (лісосмуги) вздовж автодоріг, які проходять крізь сільськогосподарські угіддя, для запобігання міграційних потоків забруднювачів.

Найкращим захистом є триярусні лісосмуги. У першому ярусі (ближче до автодороги) повинні бути стійкі чагарники (акація, верба), далі деревні листяні породи, в останньому ряді – більш чутливі хвойні породи. Подібні лісосмуги здатні знизити міграційні потоки забруднювачів на 70–80%.

Під час планування розміщення сільськогосподарських культур на ґрунтах із граничним забрудненням важкими металами слід урахувати, що зелені овочі, які виростають навіть на слабозабруднених ґрунтах, найбільш чутливі до катіонів важких металів і здатні накопичувати їх у підвищених концентраціях.

### **Контрольні запитання до теми 5**

1. Які ви знаєте основні загальнопрофілактичні способи дискримінації сполук важких металів?
2. У яких продуктах харчування міститься багато пектину, харчових волокон,  $\beta$ -каротину та вітамінів С, Е, А?
3. Які речовини сприяють виведенню важких металів?
4. Назвіть заходи для зменшення вмісту важких металів у харчових продуктах і продовольчій сировині.
5. У яких продуктах харчування містяться антоціани?
6. Які ви знаєте засоби, спрямовані на рекультивацію ґрунтів?

## ТЕМА 6

### ДЖЕРЕЛА РАДІОАКТИВНОГО ОПРОМІНЕННЯ ЛЮДИНИ: РАДІАЦІЯ ТА ЇЇ ВИДИ, РАДІАЦІЙНИЙ ФОН ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЕВОЛЮЦІЇ

#### План

- 6.1. Джерела радіоактивного опромінення людини: радіація та її види, радіаційний фон та його значення для еволюції.
- 6.2. Види випромінювання, поняття про радіонукліди, шляхи потрапляння їх у продукти харчування й організм людини.
- 6.3. Радіоактивний вплив ізотопів різних хімічних елементів.

*Література:* [4; 6; 8; 13]

#### 6.1. Джерела радіоактивного опромінення людини: радіація та її види, радіаційний фон та його значення для еволюції

*Радіація* – іонізуюче випромінювання – це електромагнітне (рентгенівське, гамма-) та корпускулярне (альфа-, бета-, протони, нейтрони) випромінювання. Земну радіацію створюють радіоактивні елементи, які містяться в надрах, природному газі, будівельних матеріалах, продуктах харчування, воді, повітрі.

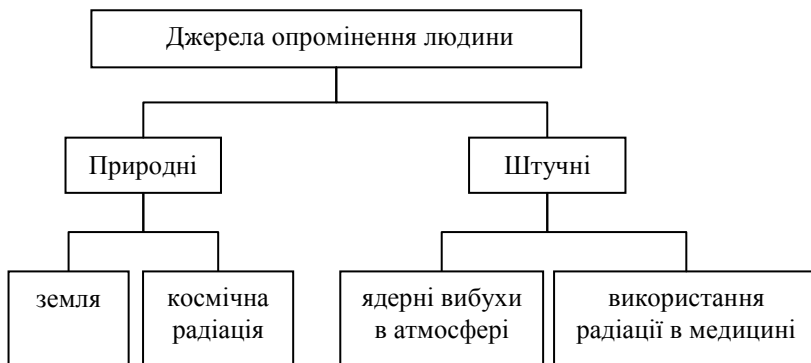
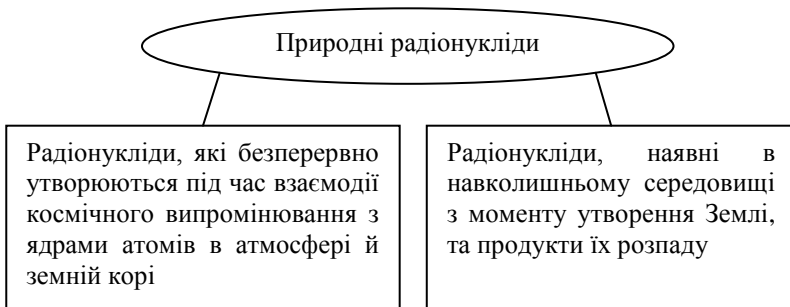


Рисунок 6.1 – Основні джерела опромінення людини



**Рисунок 6.2 – Природні радіонукліди**

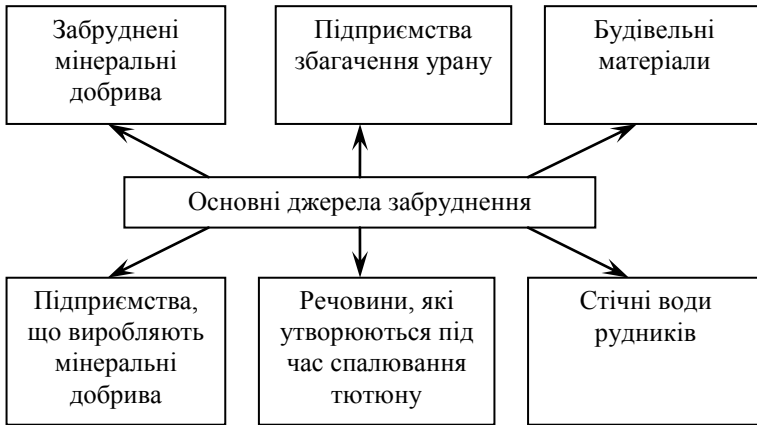
## **6.2. Види випромінювання, поняття про радіонукліди, шляхи потрапляння їх у продукти харчування й організм людини**

*Радіонукліди* – це радіоактивні атоми. Існує  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ -випромінювання.  $\alpha$ -випромінювання – це потік позитивно заряджених частинок ядра. Вони мають дуже велику іонізуючу і малу проникну властивості.  $\beta$ -випромінювання – це потік від’ємно заряджених електронів, які виділяються з ізотопів і є більш проникні.  $\gamma$ -випромінювання – це електромагнітне випромінювання високої енергії, проникна властивість якого найбільша.



**Рисунок 6.3 – Радіонукліди земного походження**

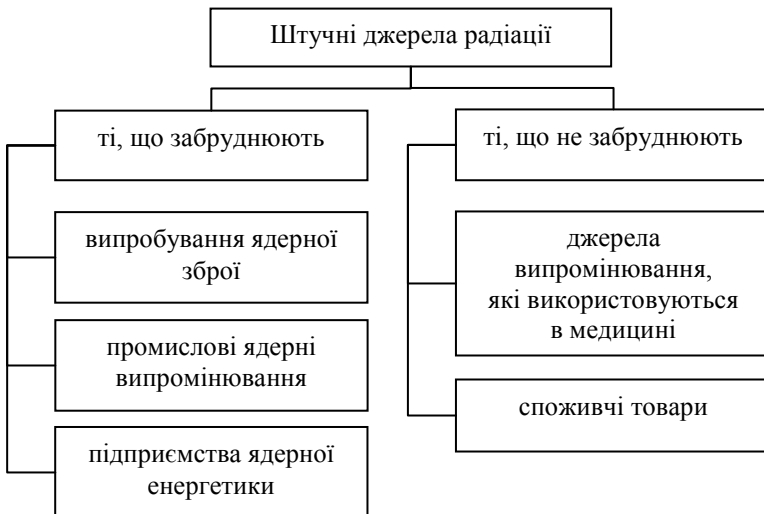
Унаслідок діяльності людини рівень природних радіонуклідів у навколишньому середовищі перевищує природний фон, що називається забрудненням.



**Рисунок 6.4 – Джерела забруднення радіонуклідами**

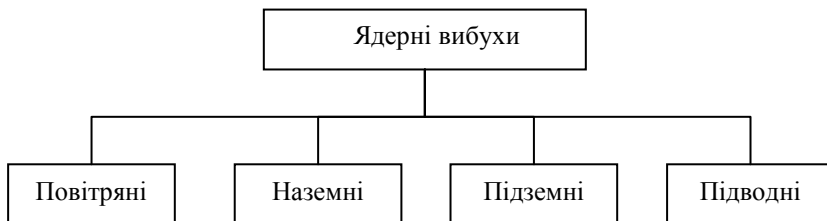
Серед мінеральних добрив найбільше природних радіонуклідів міститься у фосфатних, де радіонукліди представлено переважно родинами урану і торію.

Найбільшу небезпеку як чинник загального забруднення довкілля становлять вибухи в атмосфері.

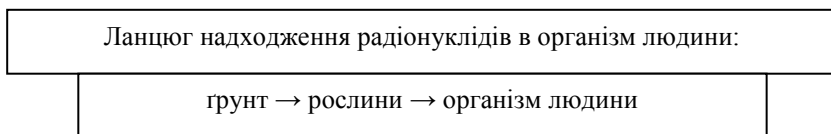


**Рисунок 6.5 – Штучні джерела радіації**



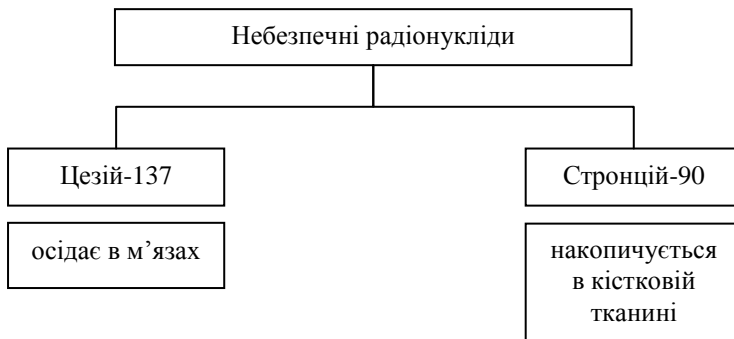


**Рисунок 6.6 – Види ядерних вибухів**



### **6.3. Радіоактивний вплив ізотопів різних хімічних елементів**

Організм людини постійно зазнає впливу іонізуючого випромінювання, яке складається з природної і штучної радіоактивності. Радіоактивність рослин, тварин і харчових продуктів зумовлена всіма ізотопами, які потрапляють у них іззовні. Ізотопи поділяють на дві групи. До першої групи належать радіонукліди, які містяться в суміші зі стабільними елементами, що беруть участь в обміні речовин рослин і тварин ( $K^{40}$ ,  $C^{14}$  і  $H^3$ ), до другої – усі інші.



**Рисунок 6.7 – Найбільш небезпечні радіонукліди**

У разі постійного надходження з їжею кількість стронцію і цезію в організмі з часом збільшується і їхній вплив на ступінь опромінення стає все більш вагомим.

Ефективно запобігають усмоктуванню кишковим трактом радіонуклідів  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  та інших ізотопів альгінати – солі полімерних альгінових кислот, які складаються із залишків  $\beta$ -Д-мануронової і  $\alpha$ -L-галактуронової кислот, сполучених 1→4-зв'язками. Ці кислоти містяться в бурих морських водоростях (звідки їх і добувають), синтезуються деякими бактеріями, використовуються в харчовій промисловості як гелеутворювачі.

Протекторна дія альгінатів полягає в тому, що іони радіонуклідів ще до їх усмоктування ворсинками кишкового тракту утворюють нерозчинні альгінати стронцію, барію, радію. Осади утворених альгінатів радіонуклідів елементів II групи не здатні засвоюватись, тому виводяться через кишковий тракт. Подібним чином діють також і розчини пектинів. Побічна дія і альгінатів, і пектинів виявляється в тому, що вони разом із радіонуклідами зв'язують іони біологічно важливих мікроелементів – цинку, міді, заліза, кобальту, а це може спричинити серйозні захворювання.

### Контрольні запитання до теми 6

1. Що називається радіацією?
2. Назвіть види випромінювання.
3. Назвіть джерела опромінення людини іонізуючою радіацією.
4. Що відноситься до природних радіонуклідів?
5. Які саме штучні джерела радіації найбільше забруднюють довкілля?
6. Які радіонукліди беруть участь в обміні речовин рослин і тварин?
7. Які радіонукліди є найбільш небезпечними?

## ТЕМА 7

# РОСЛИНИ ЯК БІОІНДИКАТОРИ ДІЇ ПІДВИЩЕННЯ ДОЗ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ ТА СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ НАДХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ІЗ ҐРУНТУ В РОСЛИНИ

### План

- 7.1. Рослини як біоіндикатори дії підвищених доз іонізуючої радіації.
- 7.2. Способи зниження надходження радіонуклідів із ґрунту в рослини.

*Література:* [4; 6; 8; 13].

### **7.1. Рослини як біоіндикатори дії підвищених доз іонізуючої радіації**

Після аварії на Чорнобильській АЕС одним із важливих завдань сьогодення є визначення найхарактерніших біоіндикаторів дії іонізуючої радіації на живі організми, тобто виявлення рослин, що здатні бути біоіндикаторами.

**Біоіндикація** – оцінка якості середовища існування або його окремих характеристик за станом біоти у природних умовах. Використовуючи біоіндикацію, можна оцінити ступінь забруднення навколишнього середовища, здійснювати постійний контроль (моніторинг) його якості та змін.

Численні дослідження свідчать про адаптацію рослин до підвищених рівнів опромінення. Зокрема, це підтверджують порівняльні дослідження радіоактивності популяції Толля із зони відчуження ЧАЕС.

Для оцінювання дозових навантажень можна використовувати певні реакції рослин, зокрема порушення морфогенезу (пшениця і ячмінь). Підвищену радіочутливість мають голонасінні, зокрема сосна звичайна. Відзначено також суттєві зміни у суцвіттях та пагонах ялини європейської. Зменшення приросту річних кілець спостерігалося при дозах 3–4 Гр у сосни звичайної. У рослин пригнічуються ростові процеси і зменшується вміст хлорофілів на 10–15%. Крім того, погіршується їх репродуктивність. У ролі біоіндикатора підвищених доз радіації для водного середовища запропоновано використовувати вольфію і спіроделу.

### **Переваги біоіндикаторів над фізико-хімічними методами спостереження за станом довкілля**

Прив'язаність до конкретної місцевості

здатність реагувати на досить слабкі навантаження внаслідок акумуляції дозових навантажень в умовах хронічного впливу

відображення впливу чинників довкілля в цілому, внаслідок їх підсумовування

визначення швидкості та тенденції змін, що виникають у навколишньому середовищі

можливість установлення факту проникнення несприятливих для організму речовин з їжею, питною водою та повітрям

Рослинна сировина або продукт (крім спеціальних продуктів дитячого харчування) вважаються придатними до реалізації та споживання, якщо виконується співвідношення

$$\frac{C_{c_s}}{DPC_s} + \frac{C_{s_r}}{DPS_r} \leq 1,$$

де  $C_{Cs}$  і  $C_{Sr}$  – результати вимірів питомої активності радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  в харчовому продукті;  
 $DP_{Cs}$  і  $DP_{Sr}$  – нормативи вмісту  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  для даного харчового продукту, Бк/кг, Б.

Експериментальні дані свідчать, що для досліджуваних зразків рослинної сировини дії також співвідношення:

$$\frac{C_{Cs}}{DP_{Cs}} + \frac{C_{Sr}}{DP_{Sr}} > 1,$$

тобто питомі активності радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  перевищують державні гігієнічні нормативи, тому реалізацію цієї овочевої сировини слід заборонити.

## 7.2. Способи зниження надходження радіонуклідів із ґрунту в рослини



Рисунок 7.1 – Зниження забрудненості врожаю

Корисними для зниження забрудненості врожаю радіонуклідами виявляються більшість засобів, спрямованих на витіснення радіоактивних Sr і Cs нерадіоактивними Ca і K. Внесення вапна в дозі, достатній для досягнення повної гідролітичної кислотності, покращує фізичні й хімічні властивості ґрунту, його родючість. Завдяки вапнуванню вміст радіонуклідів у врожаї зменшується у 1,5–3 рази.

Інтенсивність накопичення радіонуклідів рослинами може бути зменшена завдяки внесенню в ґрунт незабруднених мінеральних добрив. Фосфатні добрива знижують надходження радіонуклідів у врожай від 2 до 10 разів

Таблиця 7.1 – Етапи надходження радіоактивних речовин у стебла рослин із ґрунту

Етап	Характеристика
I етап	Характеризується інтенсивним заповненням радіонуклідами «вільних просторів» тканин кореневої системи шляхом обміну катіонами, що перебувають поза рослиною
II етап	Відбувається переміщення радіоцезію і радіостронцію до провідних тканин коренів
III етап	Характеризується переміщенням цих радіонуклідів у судинні тканини рослин

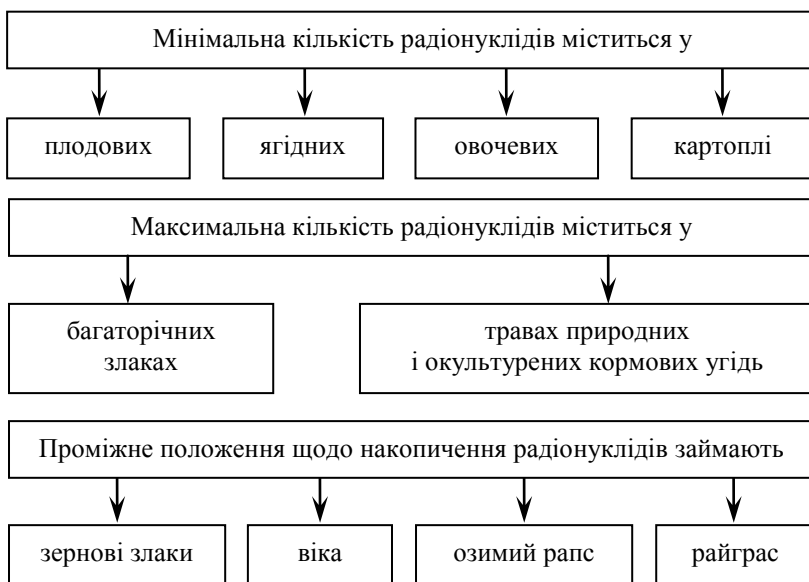


Рисунок 7.2 – Рівні накопичення радіонуклідів

У табл. 7.2 і 7.3 наведено результати досліджень поглинання  $^{137}\text{Cs}$  і калію та  $^{90}\text{Sr}$  і кальцію різними ботанічними сортами моркви й гарбуза.

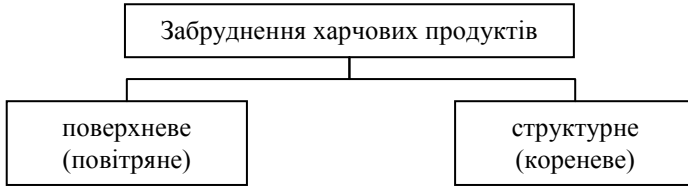
**Таблиця 7.2 – Накопичення цезію-137 і калію в ботанічних сортах моркви й гарбуза**

Культура	Сорт	<sup>137</sup> Cs, nKi	K, %	Цезієві одиниці, Ki
Морква	Оленка	1,073	0,292	3,67
	Шантене Сквірська	0,462	0,195	2,37
	Світозара	0,462	0,181	2,55
	Нантська харківська	0,706	0,244	2,89
	Яскрава	0,667	0,231	2,88
Гарбуз	Арабатський	0,555	0,189	2,93
	Мозоліївський 15	0,395	0,130	3,04
	Слаута	0,381	0,118	3,22
	Валок	0,691	0,194	3,56
	Український багатоплідний	0,888	0,223	3,98

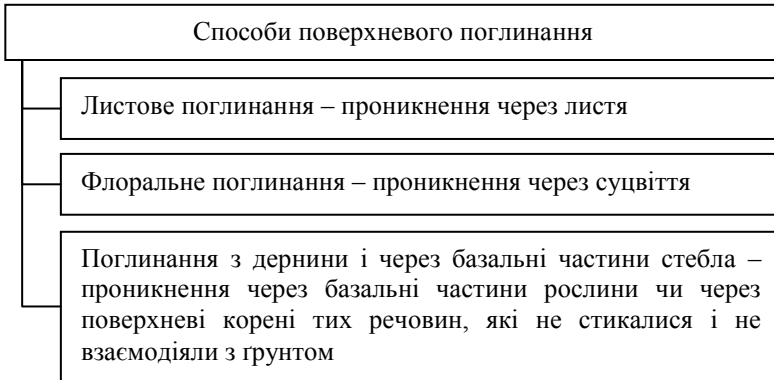
**Таблиця 7.3 – Накопичення стронцію-90 і кальцію в ботанічних сортах моркви та гарбуза**

Культура	Сорт	<sup>90</sup> Sr, nKi	Ca, %	Стронцієві одиниці, Ki
Морква	Оленка	0,303	0,038	7,98
	Шантене Сквірська	0,225	0,034	6,63
	Світозара	0,351	0,041	8,57
	Нантська харківська	0,373	0,042	8,89
	Яскрава	0,555	0,058	9,56
Гарбуз	Арабатський	0,271	0,022	9,86
	Мозоліївський 15	0,277	0,028	9,91
	Слаута	0,296	0,031	9,54
	Валок	0,362	0,035	10,3
	Український багатоплідний	0,543	0,053	10,2

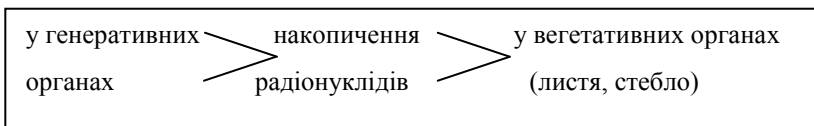
Результати свідчать, що ботанічні сорти моркви та гарбуза, які містять більше кальцію, більше заміщують його на радіоактивний стронцій, а «калієлюбні» сорти поглинають більше радіоцезію



**Рисунок 7.3 – Види забруднення харчових продуктів**



**Рисунок 7.3 – Способи поверхнєвого поглинання**



Визначення вмісту  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у ягодах агрусу свідчить, що максимальну кількість цих радіонуклідів містить агрус сорту Зелений родючий, мінімальну – Павловський зелений.



**Рисунок 7.4 – Захисні заходи по зниженню радіоактивності**



Залежно від властивостей ґрунту і ступеня його забруднення радіоактивними речовинами, а також виду сільськогосподарських культур, шляхів використання врожаю та інших умов застосовують різні засоби, які можуть забезпечити зменшення радіоактивності продуктів рослинництва. За однією класифікацією вони поділяються на дві групи:

- 1) загальнозживані в сільському господарстві;
- 2) спеціальні.

За іншою класифікацією розрізняють засоби механічні, агротехнічні, хімічні, агрохімічні та біологічні. Такий їх поділ є, звичайно, умовним, оскільки на практиці складно визначити межу між механічними й агротехнічними засобами, хімічними й агрохімічними, агротехнічними та біологічними тощо. Крім того, для організації та проведення заходів із запобігання надходженню радіоактивних речовин у рослини, як правило, використовують комплекс засобів, які технологічно тісно пов'язані між собою. Тому доцільно визначити п'ять головних комплексних систем зниження надходження радіоактивних речовин у рослини: 1) обробка ґрунту; 2) застосування хімічних меліорантів і добрив; 3) зміна структури сівозміни; 4) управління режимом зрошення; 5) внесення спеціальних речовин і сполук.

### **Контрольні запитання до теми 7**

1. Що таке біоіндикація?
2. Як реагують рослини та тварини на підвищення рівня опромінення?
3. Які рослини мають підвищену радіочутливість?
4. Назвіть переваги біоіндикаторів.
5. За яких умов продукт вважається придатним до реалізації?
6. Назвіть методи зниження забрудненості врожаю.
7. Які заходи вживаються для зниження радіоактивності?
8. Якими етапами характеризується надходження радіоактивних речовин у стебла рослин із ґрунту?
9. Які рослини характеризуються найбільшим накопиченням радіонуклідів?
10. Назвіть типи забруднення харчових продуктів.
11. Які існують способи поверхневого забруднення?

## ТЕМА 8

# ВПЛИВ ІОНІЗУВАЛЬНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА РАДІАЦІЙНА ОБРОБКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

### План

- 8.1. Дія іонізуючого випромінювання на організм людини.
- 8.2. Нормування іонізуючого випромінювання.
- 8.3. Радіаційна обробка харчових продуктів.

*Література:* [4; 6; 8; 13].

### 8.1. Дія іонізуючого випромінювання на організм людини

Унаслідок дії іонізуючого випромінювання на організм людини в тканинах можуть виникати складні фізичні, хімічні та біологічні процеси. При цьому порушується нормальний перебіг біохімічних реакцій та обмін речовин в організмі.

Залежно від поглинутої дози випромінювання та індивідуальних особливостей організму викликані зміни можуть мати зворотний або незворотний характер. У разі незначних доз опромінення уражені тканини відновлюються. Тривалий вплив доз, які перевищують гранично допустимі межі, може викликати незворотні зміни в окремих органах або всьому організмі й призвести до переходу променевої хвороби в хронічну форму.

Віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини.

Під час вивчення дії на організм людини іонізуючого випромінювання були виявлені такі особливості:

- висока руйнівна ефективність поглинутої енергії іонізуючого випромінювання і навіть дуже мала його кількість може спричинити глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого періоду негативних змін в організмі, що може бути досить тривалим при опроміненнях у малих дозах;
- малі дози можуть підсумовуватися чи накопичуватися;

- випромінювання може впливати не тільки на певний живий організм, а й на його нащадків (генетичний ефект);
- різні органи живого організму мають певну чутливість до опромінення. Найбільш чутливими є такі: кристалик ока, червоний кістковий мозок, щитівка, внутрішні (особливо кровотворні) органи, молочні залози, статеві органи;
- різні організми мають істотні відмінні особливості реакції на дози опромінення;
- ефект опромінення залежить від частоти впливу іонізуючого випромінювання.

При одноразовому опроміненні всього тіла людини можливі такі біологічні порушення залежно від сумарної поглинутої дози випромінювання:

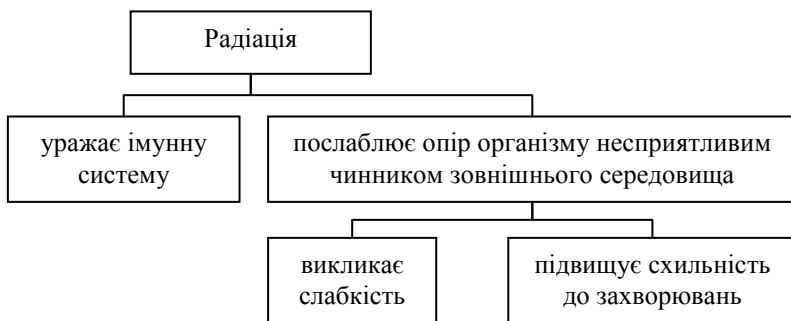
Доза 60 Гр (6000 рад) призводить до того, що смерть, як правило, настає протягом декількох годин або діб. Якщо доза опромінення перевищує 60 Гр, людина може загинути під час опромінення («смерть під променем»).

Репродуктивні органи та очі мають особливо високу чутливість до опромінення. Одноразове опромінення сім'яників при дозі лише 0,1 Гр (10 рад) призводить до тимчасової стерильності чоловіків, доза понад 2 Гр (200 рад) може призвести до сталої стерильності (чи на декілька років). Яєчники менш чутливі, але дози понад 3 Гр (300 рад) можуть призвести до безпліддя. Для цих органів сумарна доза, отримана за кілька разів, більш небезпечна, ніж одноразова, на відміну від інших органів людини.

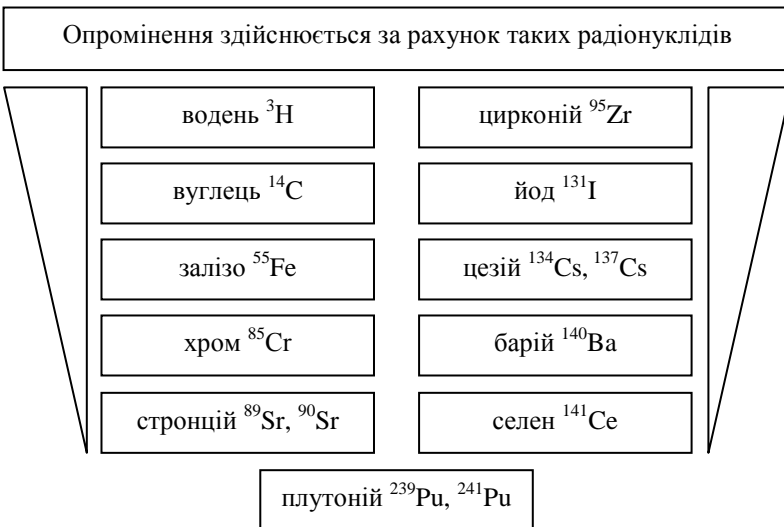
Небезпека радіоактивних елементів для людини визначається здатністю організму поглинати та накопичувати їх. Тому в разі потрапляння радіоактивних речовин усередину організму уражаються ті органи та тканини, у яких відкладаються певні ізотопи: йод – у щитівці; стронцій – у кістках; уран і плутоній – у нирках, товстому кишечнику, печінці; цезій – у м'язовій тканині; натрій поширюється по всьому організму. Ступінь небезпеки залежить від швидкості виведення радіоактивних речовин з організму людини. Більшість людських органів є мало чутливою до дії радіації. Так, нирки витримують сумарну дозу приблизно 23 Гр (2300 рад), отриману протягом п'яти тижнів, сечовий міхур – 55 Гр (5500 рад) за один місяць, печінка – 40 Гр (4000 рад) за місяць.

Очі людини уражаються при дозах 2...5 Гр (200...500 рад). Установлено, що професійне опромінення із сумарною дозою 0,5...2 Гр (50...200 рад), отримане протягом 10–20 років, призводить до помутніння кришталика.

Імовірність захворіти на рак прямо залежить від дози опромінення. Перше місце серед онкологічних захворювань займають лейкози. Їх дія, що веде до загибелі людей, виявляється приблизно через 10 років після опромінення.



**Рисунок 8.1 – Дія радіації на організм людини**



**Рисунок 8.2 – Радіонукліди як джерело опромінення**



**Рисунок 8.3 – Чинники ефекту опромінення**

*Таблиця 8.1 – Особливості радіонуклідів*

<b>Групи радіонуклідів</b>	<b>Особливості радіонуклідів</b>
Радіонукліди I групи періодичної системи елементів, включаючи гідроген у вигляді протію, дейтерію і тритію	мають малі значення періодів напіврозпаду ізотопів
	підібрати хімічні препарати для швидкого виведення радіонуклідів з організму складно, оскільки вони майже не утворюють комплексних та нерозчинних сполук
	рівномірно розподіляються в організмі
Радіонукліди елементів II групи: ізотопи Ca, Sr, Ba і Ra	спричиняють ураження, схожі на ті, що виникають унаслідок зовнішнього $\gamma$ -опромінення
	добре всмоктуються в шлунково-кишковому тракті, а потім накопичуються в кістковій тканині
	викликають болі в кістках

## **8.2. Нормування іонізуючого випромінювання**

Сумарна радіоактивність рослин у 10 разів вища, ніж тканин тварин. Отже, основне джерело надходження в організм людини радіонуклідів – продукти рослинного походження.

Допустимі дози іонізуючого випромінювання регламентуються «Нормами радіаційної безпеки України» (НРБУ-97). Згідно з цим нормативним документом визначено категорії опромінюваних осіб (табл. 8.2).

**Таблиця 8.2 – Категорії опромінюваних осіб**

Категорія А	Особи, які постійно чи тимчасово працюють із джерелами іонізуючого випромінювання
Категорія Б	Обмежена частина населення (особи, які не працюють безпосередньо з джерелами випромінювання, але за умовами проживання або розташування робочих місць можуть підлягати опроміненню)
Категорія В	Населення області, країни

**Таблиця 8.3 – Групи критичних органів (тканин) організму за ступенем чутливості до іонізуючого випромінювання, опромінення яких завдає найбільшої шкоди здоров'ю людини**

Група	Критичні органи (тканини) організму
I	Усе тіло, статеві органи, червоний кістковий мозок
II	Щитівка, м'язи, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, шлунково-кишковий тракт, легені, кришталик ока
III	Кісткова тканина, шкіра, кисті, передпліччя, литки, стопи

Залежно від групи критичних органів для осіб категорії А встановлено гранично допустиму дозу (ГДД) за рік, а для осіб категорії Б – границю дози (ГД) за рік (табл. 8.4).

**Таблиця 8.4 – Дози опромінення для різних груп критичних органів осіб категорій А та Б мЗв/рік**

Група критичних органів	Гранично допустима доза для осіб категорії А	Границя дози для осіб категорії Б
I	50	5
II	150	15
III	300	30

Еквівалентна доза Н (бер) накопичення в критичному органі за період Т (років) від початку професійної роботи не повинна перевищувати значень, що визначаються за формулою

$$H = ГДД \cdot T.$$

Для населення (категорії В) доза опромінення не регламентується, оскільки передбачається, що воно відбувається переважно за рахунок природного фону та рентгенодіагностики, дози яких незначні й не можуть спричинити в організмі відчутних несприятливих змін.

### **8.3. Радіаційна обробка харчових продуктів**

Радіаційна обробка харчових продуктів полягає в дії іонізувального випромінювання ( $\gamma$ -випромінювання, або потік прискорених електронів) на сировину або харчові продукти, що зазнали кулінарної обробки, з метою знищення патогенних мікробів і шкідників, зниження втрат під час зберігання. Міністерство охорони здоров'я України дало дозвіл на радіаційну обробку картоплі, цибулі, сухофруктів, окремих видів морської свіжої і копченої риби. При цьому енергія випромінювання не повинна перевищувати 10 МеВ (мегаелектровольт). Ці продукти не шкідливі для людини.

#### **Переваги радіаційної обробки харчових**

1. Опромінення харчових продуктів має потенційну можливість для запобігання харчовим отруєнням бактеріальної етіології внаслідок зменшення забруднення твердих харчових продуктів мікроорганізмами

2. Опромінення сприяє зменшенню втрат плодів та овочів після збирання врожаю і забезпеченню споживачів широким асортиментом продуктів. Воно може стати ефективним засобом карантинної обробки деяких видів харчових продуктів і тим самим сприяти розширенню міжнародної торгівлі

3. Для обробки свіжої риби цезієм-137 дозою 2–3 кГр на судах використовують  $\gamma$ -устаткування «Ставрида». Це сприяє подовженню строків зберігання риби до 30–60 діб за температури 5 і 2°C відповідно

4. М'ясні напівфабрикати, упаковані в полімерні плівки під вакуумом і опромінені дозою 6 кГр, зберігаються без погіршення якості при нерегульованій температурі протягом 10 діб

Опромінення має здійснюватися з використанням устаткування, на яке видано ліцензії, яке зареєстроване та контролюється відповідними органами.

**Таблиця 8.5 – Допустимі рівні вмісту радіонуклідів у харчових продуктах і питній воді у Білорусі, Росії та Україні (Бк/кг, Бк/л)**

Продукт	Білорусь РДР-99	Росія ДР-96	Україна ДР-97
<i>Цезій-137</i>			
Вода питна	10	8	2
Незбиране молоко та молочна продукція	100	50	100
М'ясо:			
яловичина та баранина	500	100	200
свинина та птиця	180	180	200
Жири рослинні	40	60	Немає інформації
Хліб і хлібобулочні вироби	40	10	20
Борошно, крупи	60	60	–
Цукор	60	140	–
Картопля	80	320	60
Овочі	100	130	40
Фрукти	40	40	70
Садові ягоди	70	40	70
Гриби свіжі	370	50	500
Гриби сушені	2500	2500	2500
<i>Стронцій-90</i>			
Вода питна	0,3	2	2
Незбиране молоко та молочна продукція	3,7	25	20
Жири рослинні	80	Не нормуються	Не нормуються
Хліб і хлібобулочні вироби	3,7	70	5
Картопля	3,7	60	20
Дитяче харчування в готовому для споживання вигляді	1,85	25-60	5



### Контрольні запитання до теми 8

1. Які хвороби викликають унаслідок іонізувального випромінювання на організм?
2. Як діє іонізувальне випромінювання на організм людини?
3. Які дози є критичними для життя людини?
4. Назвіть особливості радіонуклідів.
5. Що є основним джерелом надходження радіонуклідів в організм людини?
6. Яким документом регламентуються допустимі дози іонізувального випромінювання?
7. Охарактеризуйте категорії опромінюваних осіб.
8. Які за ступенем чутливості до іонізувального випромінювання встановлено групи критичних органів організму, опромінення яких завдає найбільшої шкоди здоров'ю людини?
9. Назвіть переваги радіаційної обробки харчових продуктів.

## ТЕМА 9

# НАПРЯМИ ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ У ПРОДУКТАХ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РЕЖИМУ ХАРЧУВАННЯ

### План

9.1. Напрями зниження концентрації радіонуклідів у продуктах і рекомендації щодо режиму харчування людей.

9.2. Чинні норми радіаційної безпеки в Україні.

*Література:* [4; 6; 8; 13].

### 9.1. Напрями зниження концентрації радіонуклідів у продуктах і рекомендації щодо режиму харчування людей

Збагачення раціону рибою, кальцієм, фтором, вітамінами А, Е, С, які є антиоксидантами, а також незасвоєваними вуглеводами (пектин) сприяє зменшенню ризику виникнення онкологічних захворювань. Зменшенню вмісту радіонуклідів у продуктах харчування сприяє технологічна та кулінарна обробка.

*Таблиця 9.1 – Вплив способу кулінарної обробки на вміст радіонуклідів у продуктах*

Вихідний продукт	Спосіб кулінарної обробки	Зменшення вмісту на %	
		<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
1	2	3	4
Картопля	Очищення від шкірки	–	30–40
Картопля	Відварювання у воді	30–45	–
Картопля	Відварювання у підсоленій воді	50	–
Буряк	Відварювання	60	–
Буряк	Очищення від шкірки	–	30–40
Капуста	Відварювання	60–80	–
Горох	Відварювання	45–89	–
Щавель	Відварювання	45–50	–
М'ясо	Відварювання	70	50

Продовження табл. 9.1

1	2	3	4
Яловичина	Вимочування у прісній воді й наступне варіння	80-90	–
Свинина	Вимочування у прісній воді м'яса, витриманого у 25% розсолі протягом 3 міс і звареного	90	–
М'ясо куряче	Відварювання	45	–
М'ясо	Жарення	Практично не знижується	
Риба	Видалення луски, нутрощів, плавців	16	–
Риба прісноводна	Відварювання	70–90	–
Риба (тушка з головою)	Приготування юшки	15–28	–
Молоко	Виготовлення сиру	65	83
Сироватка	Виготовлення сиру	64	–
Молоко	Виготовлення сметани	98	–
Молоко	Виготовлення сиру	60–90	55
Молоко	Виготовлення вершків	92–95	95
Молоко	Виготовлення масла вершкового	52–99	–
Молоко	Виготовлення масла топленого	навіть на 100	навіть на 100
Гриби	Миття проточною водою	18–32	–
Гриби польські сухі	Вимочування протягом 2 год	81	–
Гриби білі сухі	Вимочування протягом 2 год	98	–
Гриби	Варіння одноразове протягом 10 хв	81	–
Гриби	Варіння дворазове протягом по 10 хв	97	–

Необхідно стежити, щоб у раціоні харчування містилися всі необхідні людині поживні речовини:

1. Для зменшення концентрації домішок у водопровідній воді слід користуватися фільтрами.

2. Нестачу кальцію в разі вживання забруднених стронцієм-90 молочних продуктів слід компенсувати, наприклад, сухим згущеним молоком, виготовленим з екологічно чистої сировини.

3. Цезій виводиться з організму під впливом свого хімічного аналога – калію.

4. Слід споживати овочі й фрукти, вирощені в районах, не забруднених радіонуклідами.

5. Раціон має сприяти виведенню радіоактивних стронцію і цезію з організму. Ефективно діють у цьому напрямі органічні кислоти й пектин.

6. Особливу увагу слід приділяти харчуванню дітей та жінок, які годують дітей або готуються стати матерями, забезпечуючи дотримання зміненого, але повноцінного раціону з усіма необхідними речовинами в достатній кількості.

7. Концепція радіозахисного харчування передбачає зменшення надходження радіонуклідів до організму людини, гальмування процесів їх накопичення, своєчасне виведення з організму, дотримання принципів раціонального харчування для підвищення імунітету.

## **9.2. Чинні норми радіаційної безпеки в Україні**

З метою зменшення можливого негативного впливу іонізуючого випромінювання на організм людини розроблено та введено в дію «Норми радіаційної безпеки України».

Числові значення радіаційно-гігієнічних нормативів (ліміт дози – ЛД), які обмежують опромінення всіх категорій населення, установлюються на рівнях, що виключають можливість виникнення негативних ефектів. Значення річної дози опромінення осіб, які входять до критичної групи, не повинні перевищувати ліміт дози, установленої для категорії В. Числові значення лімітів дози для різних категорій населення наведено в табл. 9.2.

Таблиця 9.2 – Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді (ДР-97), Бк/кг, Бк/л

Назва продукту	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Хліб, хлібопродукти	20	5
Картопля	60	20
Овочі (листяні, коренеплоди, зелень)	40	20
Фрукти	70	10
М'ясо і м'ясопродукти	200	20
Риба і рибні продукти	150	35
Молоко і молочні продукти	100	20
Яйця (шт.)	62	
Вода	22	
Молоко згущене і концентроване	300	60
Молоко сухе	500	100
Свіжі дикорослі ягоди й гриби	500	50
Сушені дикорослі ягоди й гриби	2500	250
Лікарські рослини	600	200
Інші продукти	600	200
Спеціальні продукти дитячого харчування	405	

Таблиця 9.2 – Ліміт доз опромінення, мЗв×рік<sup>-1</sup>

Назва дози опромінення	Умовні позначення ліміту дози	Категорія осіб, які зазнають опромінення		
		А	Б	В
Ефективна доза	ЛДЕ	20*	2	1
Еквівалентна доза зовнішнього опромінення:				
для кришталика ока	ЛДlens	150	15	15
для шкіри	ЛДskin	500	50	50
для кісток і стоп	ЛДextrim	500	50	-

\*в середньому за будь-які п'ять років підряд, але не більше 50 мЗв за окремий рік.

Критичні групи – це частина населення, яке за своїми статевими, віковими, соціально-професійними ознаками, місцем проживання тощо отримує чи може отримувати найбільші дози опромінення від даного джерела іонізуючого випромінювання.

### **Контрольні запитання до теми 9**

1. Що сприяє зниженню ризику виникнення онкологічних захворювань?
2. Як впливає спосіб кулінарної обробки на вміст радіонуклідів у продуктах?
3. Які норми радіаційної безпеки чинні в Україні?
4. Яким чином цезій виводиться з організму?
5. Дайте визначення поняттю «критична група».

## ТЕМА 10

### ЗАБРУДНЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ПЕСТИЦИДАМИ

#### План

10.1. Застосування пестицидів, шляхи їх потрапляння до продуктів харчування та дія на живий організм.

10.2. Вміст хлорорганічних пестицидів у продуктах харчування, продовольчій сировині та їх дія на організм. Вживання продуктів, забруднених хлорорганічними пестицидами. Вміст фосфорорганічних пестицидів у продуктах харчування, продовольчій сировині та їх дія на організм.

10.3. Методи детоксикації харчових продуктів від залишків пестицидів.

10.4. Можливості використання продуктів тваринництва, забруднених пестицидами. Продукти харчування, виготовлені з генетично модифікованої сировини.

*Література:* [3–6; 10].

#### **10.1. Застосування пестицидів, шляхи їх потрапляння до продуктів харчування та дія на живий організм**

**Пестициди** – це речовини різної хімічної природи, які використовують у сільському господарстві для захисту культурних рослин від бур'янів, шкідників і хвороб



**Рисунок 10.1 – Джерела потрапляння пестицидів в організм людини**

Таблиця 10.1 – Класифікація пестицидів

Ознака	Види пестицидів	Особливості виду
1	2	3
Призначення	Гербіциди	боротьба з бур'янами
	Зооциди	боротьба з гризунами
	Інсектициди	боротьба з комахами
	Нематоциди	боротьба з круглими червами
	Бактерициди	боротьба зі збудниками бактеріальних хвороб
	Фунгіциди	боротьба з грибковими хворобами
	Акарициди	боротьба з кліщами
	Авіциди	боротьба з птахами-шкідниками
	Альгіциди	знищення водоростей та іншої водяної рослинності
	Овіциди	знищення яєць комах
	Ларвіциди	знищення личинок комах і кліщів
	Родентициди	знищення мишей, пацюків та інших гризунів
	Репеленти	відлякування комах
Дефоліанти, десиканти	знищення листя, кущів, дерев	
Регулятори росту	стимуляції і пригнічення росту	
Токсичність при одноразовому надходженні до шлунково-кишкового тракту	Дуже дієві речовини	ЛД <sub>50</sub> до 50 мг/кг
	Високотоксичні	ЛД <sub>50</sub> від 50 мг/кг
	Середньотоксичні	ЛД <sub>50</sub> від 200 до 1000 мг/кг
	Малотоксичні	ЛД <sub>50</sub> до 1000 мг/кг
Акумуляція в організмі	Перша група	кумуляція
	Друга група	чітко виражена
	Третя група	помірна
	Четверта група	слабовибіркова



Продовження табл. 10.1

1	2	3
Стійкість	Дуже стійкі	більше 2 років – час розкладання на нетоксичні компоненти
	Стійкі	від 0,5 до 1 року
	Помірно стійкі	від 1 до 6 місяців
	Малостійкі	1 місяць
Характер дії	Контактні	шкідливі організми гинуть під час контакту з ними
	Системні	проникають у тканини рослин і тим спричиняють загибель шкідливих організмів

У санітарно-токсикологічному відношенні найбільш небезпечні пестициди, які мають одну або комплекс таких властивостей (табл. 10.2).

Таблиця 10.2 – Властивості найбільш небезпечних пестицидів

Властивість	Пояснення властивості
Висока токсичність	Середня смертельна доза менша 200 мг/кг (I і II групи гігієнічної класифікації)
Висока стійкість у зовнішньому середовищі та тривале збереження у ґрунті, воді й продуктах харчування;	
Висока токсичність речовин, які утворюються в результаті розпаду (розкладання) препарату у зовнішньому середовищі під впливом метеорологічних та інших факторів;	
Виражені кумулятивні властивості	Здатність накопичуватися в деяких системах і тканинах, досягаючи значних концентрацій
Тривале перебування в організмі	
Здатність виділення з організму через молоко лактуючих тварин, а також через молоко матерів	

1	2
Здатність утворювати стійкі масляні емульсії і зберігатися протягом тривалого часу в цих емульсіях під час обробки фруктів та інших рослинних продуктів, які використовуються в харчуванні людини	

**10.2. Вміст хлороорганічних пестицидів у продуктах харчування, продовольчій сировині та їх дія на організм. Вживання продуктів, забруднених хлороорганічними пестицидами. Вміст фосфорорганічних пестицидів у продуктах харчування, продовольчій сировині та їх дія на організм**

Із гігієнічних позицій найбільш прийнятні ті пестициди, які, виконавши своє призначення, розкладаються на безпечні компоненти під впливом різних чинників зовнішнього середовища. Проте забезпечити застосування тільки таких пестицидів досі не вдається. У зв'язку з цим використовуються пестициди, наявні у продуктах у вигляді залишкових кількостей. У результаті проведених досліджень встановлено гранично допустимий залишковий вміст пестицидів у продуктах.



**Рисунок 10.2 – Чинники, що впливають на міграцію пестицидів у рослину**

Рослини за ступенем накопичення залишків хлорорганічних пестицидів у продуктивних органах можна розташувати в такому порядку: морква > петрушка > картопля > буряк > багаторічні трави > томати > кукурудза > капуста.

На рівень залишків пестицидів і тривалість їхнього збереження суттєво впливають морфологічні й фізіолого-біохімічні особливості рослин. До морфологічних особливостей відносять: властивості поверхні (гладка, шорсткувата, опушена, покрита воском), площу поверхні, конфігурацію їстівних частин, вид і сорт рослин, відношення маса/обсяг. Установлено, що в ранньостиглих сортах руйнування пестицидів відбувається швидше у зв'язку зі швидким ростом і високою активністю ензиматичних процесів – фізіолого-біохімічними особливостями рослини.

Представники, характеристика, застосування, дія на організм основних груп пестицидів наведені в табл. 10.3.

### **10.3. Методи детоксикації харчових продуктів від залишків пестицидів**

Способи зменшення вмісту залишків пестицидів у продуктах харчування подано в табл. 10.4.

- Свіжі плоди, овочі, ягоди й продукти їх переробки, які містять сполуки міді, меркурію і сульфату в кількостях, що вище допустимих рівнів, уживати забороняється.
- Зерно й борошно із вмістом фосфорорганічних речовин вище ГДК не використовують для випікання хлібобулочних виробів.
- Продукти тваринного походження із вмістом залишкових пестицидів вище норми необхідно переробляти. Із молока, наприклад, виробляють знежирений молочнокислий сир, кефір, сухе або згущене молоко, вершки, використовують для технічних цілей.
- Яйця, якщо в них виявлено перевищення норми залишкових пестицидів, не слід використовувати для приготування кондитерських виробів. Із риби виготовляють рибні консерви.

Таблиця 10.3 – Представники, характеристика, застосування, дія на організм основних груп пестицидів

Група сполук	Представники	Характеристика сполук	Застосування	Продукти, у яких знайдені залишки пестицидів	Дія на організм людини і тварини
1	2	3	4	5	6
Хлор-органічні сполуки	Гексахлорцикло-гексан (ГХЦГ), гамма-ізомер ГХЦГ, пентахлор, кельтан, ефірсульфанат	<ul style="list-style-type: none"> <li>– середньо- та високотоксичні;</li> <li>– виражені кумулятивні властивості;</li> <li>– концентруються в зовнішніх шарах рослин, але деякі виявляють глибинну дію;</li> <li>– виділяються з молоком лактуючих тварин;</li> <li>– період напіврозпаду від 2 місяців до 2 років</li> </ul>	У сільському господарстві для боротьби зі шкідниками зернових, зернобобових, технічних та овочевих культур, фруктових дерев, виноградників	Продукти тваринного походження (молоко, масло, яйця, м'ясо та ін.), фрукти, овочі, зернові культури	Уражають <b>УЖ</b> , паренхіматозні органи, печінку, нирки, ендокринну і серцево-судинну системи; накопичуються в жировій тканині

Продовження табл. 10.3

1	2	3	4	5	6
Фосфор-органічні сполуки	Ефіри фосфорних кислот: октаметил, метафос, метилмеркаптофос, карбофос, хлорофос	<ul style="list-style-type: none"> <li>– невисока токсичність;</li> <li>– відсутні виражені кумулятивні властивості;</li> <li>– контактні: швидке розкладання, не проникають усередину рослин; системні: виражена здатність проникати всередину рослин і поширюватися у всіх їх частинах, піддаються суворій регламентації</li> <li>– висока інсектицидна ефективність;</li> <li>– виділяються з молоком лактуючих тварин;</li> <li>– період напіврозпаду багатьох із них становить 2–5 днів (може тривати до 2 місяців)</li> </ul>	У сільському господарстві для боротьби з комахами	Яблука, груші, черешні, вишні, сливи, цитрусові, рис, зерно хлібних злаків, бобові культури	Пригнічення активності холінерози, зміна активності каталази, зменшення вмісту деяких амінокислот у білках, сироватці крові. В організмах тварин і людини не накопичуються

Продовження табл. 10.3

1	2	3	4	5	6
Меркуріє- вмісні сполуки	Гранозан, меркураан	– високотоксичні; – виражені кумулятивні властивості; – значна стійкість у зовнішньому середовищі; – тривале зберігання у продуктах харчування	У сільському господарстві для протравлюван- ня насінного зерна	Зерно хлібних злаків	Негативно впливає на організм загалом
Сполуки, які містять мідь і цинк	Трихлорфенолят міді, купрозан, мідний купорос, цинеб, фосфід цинку	Постійне застосування препаратів, які містять мідь, часто призводить до накопичення її у ґрунті в токсичних для рослин концентраціях, що погіршує їх ріст і спричиняє хлороз	Для захисту садів, виноградників, фруктових культур та овочів від шкідників і хвороб, у теплицях	Фрукти, овочі, цитрусові	Мідь ресорбується верхньою частиною тонкої кишки, нагромаджується к печінці. У разі досягнення певної концентрації починає циркулювати в крові, після чого легко затримується в інших органах

Продовження таблиці 10.3

1	2	3	4	5	6
Сірка та її препарати	Кормова і молота сірка, сірчаний ангідрид, сірковуглецева емульсія, вапняно-сірчаний відвар	Більшість препаратів є небезпечними, особливо токсичні сірчаний ангідрид і сірковуглець	Як інсектициди, фунгіциди, акарициди	У сільському господарстві	Сірчаний ангідрид і сірковуглець діють на слизову оболонку і шкіру. Потрапляючи в організм, ці сполуки можуть спричиняти отруєння, виділяючи сірководень

**Таблиця 10.4 – Способи зменшення вмісту залишків пестицидів у продуктах харчування**

<b>Спосіб зменшення вмісту пестицидів</b>	<b>Результати застосування способу</b>
Інтенсивне промивання овочів і фруктів	Під час промислового миття картоплі видаляється близько 20% загальної кількості залишків пестицидів
Видалення покривних тканин плоду	Під час промислового миття й очищення картоплі видаляється близько 94% залишків пестицидів, а під час домашньої обробки – 91%. Під час миття й очищення від шкірки фруктів і ягід для виробництва консервів вміст пестицидів зменшується на 45–80%
Технологічні процеси	Центрифугування, ультрафільтрація, обернений осмос, мікрофільтрація, бактофугування помітно впливають на міграційні процеси і приводять до спеціального перерозподілу. Нерозчинні пестициди під час центрифугування молока концентруються в сметані та маслі, водорозчинні – у молоці та сколотинах. Під час гомогенізації подрібнених яблук кількість залишків фосфорорганічних пестицидів зменшується: через 3 години на 70%, а через 24 на 85–94%
Термічна обробка	Оскільки температура плавлення, кипіння і розпаду пестицидних речовин значно вища тієї, яка застосовується в разі термізації, пастеризації, стерилізації, смаження та випікання харчових продуктів, то й ефект зниження незначний. Проте термічна обробка характеризується ефектом розпаду хімічних структур пестицидів, міграцією та перерозподілом між основними й побічними продуктами
Зберігання	Загальне правило таке: останні метаболіти, які утворюються внаслідок розпаду пестицидів, менш токсичні й цілком безпечні. Випадки, коли деякі з проміжних сполук більш токсичні, ніж вихідні речовини, є винятковими. Це характерно для пестицидів, основою яких є карбонатні хімічні сполуки



Способи опосередкованої детоксикації ґрунтів:

- використання мінеральних та органічних добрив,
- вапнування або гіпсування ґрунтів,
- підсилення аерації ґрунтів,
- активізація ґрунтових мікроорганізмів – деструкторів,
- активізація процесів ґрунтового біоліту й гідролізу

органічних ксенобіотиків,

– сівба на забрудненому ґрунті стійких і руйнуючих фітотоксиканти культур,

– обробка сидератами (дає позитивний комплексний ефект: люпин і рапс за 3 місяці на 40–95% очищують ґрунт від трєфлану).

#### **10.4. Можливості використання продуктів тваринництва, забруднених пестицидами. Продукти харчування, виготовлені з генетично модифікованої сировини**

Продукти тваринного походження із вмістом залишкових пестицидів вище норми необхідно переробляти. Із молока, наприклад, виробляють знежирений молочнокислий сир, кефір, сухе або згущене молоко, вершки, використовують для технічних цілей.

Яйця, якщо в них виявлено перевищення норми залишкових пестицидів, не слід використовувати для приготування кондитерських виробів. Із риби виготовляють рибні консерви.

Незначну кількість забрудненого пестицидами вище ГДК м'яса (до 20%) можна додавати до чистої сировини під час виготовлення ковбасних виробів, консервів. Залежно від вмісту отруйних речовин м'ясо поділяють на три групи. Після бактеріологічного й біохімічного дослідження проводять його санітарне оцінювання.

Відповідно до МУК 2.3.2.970-00 «Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников» оцінка проводиться за трьома основними напрямками:

- медико-генетична,
- технологічна,
- медико-біологічна.

Поточний санітарно-епідеміологічний нагляд за наявністю в харчовій промисловості генетично модифікованих джерел їжі здійснюється двома методами: ідентифікацією трансгенної ДНК із застосуванням полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), ідентифікацією генетично модифікованого білка за допомогою імуноферментного аналізу.

## Контрольні запитання до теми 10

1. Що таке пестициди?
2. Назвіть джерела потрапляння пестицидів до організму людини.
3. Як поділяються пестициди за призначенням?
4. Як поділяються пестициди за токсичністю при одноразовому надходженні до шлунково-кишкового тракту?
5. Як поділяються пестициди за стійкістю?
6. На які категорії поділяються пестициди за характером дії?
7. Що впливає на міграцію пестицидів у рослинах?
8. Назвіть рослини за ступенем накопичення залишків хлорорганічних пестицидів.
9. Що впливає на рівень залишків пестицидів?
10. Які відомі способи зменшення вмісту залишків пестицидів?
11. Які технологічні процеси використовують на виробництвах харчової промисловості для зменшення вмісту пестицидів у харчових продуктах?
12. Які відомі способи детоксикації ґрунтів?
13. Які можливості використання продуктів тваринництва, забруднених пестицидами?
14. Яким чином проводиться оцінювання харчової продукції, що була отримана з генетично модифікованого джерела?
15. Якими методами проводиться поточний санітарно-епідеміологічний нагляд за наявністю в харчовій промисловості генетично модифікованих джерел їжі?

## ТЕМА 11

### ЗАБРУДНЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ МІКОТОКСИНАМИ

#### План

11.1. Джерела надходження мікотоксинів у харчові продукти.

11.2. Хімічний склад і будова мікотоксинів, критерії їх оцінювання та засоби запобігання вживанню в їжу продуктів, отруєних мікотоксинами.

*Література:* [3; 4; 6; 11; 13]

#### 11.1. Джерела надходження мікотоксинів у харчові продукти

**Мікотоксини** – це отруйні продукти обміну речовин (метаболізму) пліснявих грибів, які утворюються на поверхні харчових продуктів і кормів.

Одним із різновидів грибкового токсикозу є так званий ерготизм – захворювання, розповсюджене внаслідок використання для випікання хліба борошна, зараженого спорами *Claviceps purpurea*.

Зараз відомо понад 100 мікотоксинів, найважливіші з них наведено в табл. 11.1.

*Таблиця 11.1 – Мікотоксини та їх токсичність*

Високотоксичні	Середньотоксичні	Малотоксичні
Афлатоксини	Глітоксин	Гризеофурен
Ергот- та клавін-алкалоїди	Цитринін	Корева кислота
Патулін	Аспергілова кислота й похідні	Щавлева та фузарінова кислота
Спородесмін	Пеніцилінова кислота	Фумагілін
Лютіоскирин	Стеригматоцистин і похідні	Трихотеція і триходермін
Фузаріогенин	В-нітропропіонова кислота	Мікофенолова кислота

Продовження табл. 11.1

1	2	3
Охратоксин і мелін	Роридин і верукарин	Бісохламінова і глауконова кислота
Ісландитоксин	Іридіоскирин і рубраскирин	Гентизинова кислота й похідні
Зеараленон, Р-2 і Р-3	Ругулозин	Віридин
Діацетоксискирпенол і Т2-токсини	Емодин	Ксантоцілін
Ніваленол, фузаренон	Псорален	Хетомін
Рубратоксин	Дендродохін	Фузидінова кислота
Цитриовіридин	Ціанеїн	Геодин
Мальторицин	Слафрамін	Монорден
Нідулотоксин	Ендотоксин	Кротовин
	Цитромецитин	Цитохалазин
	Іпомеамарон та іпомеанін	Тардин
	Аспертотоксин	
	Бутенолід	

Джерела надходження мікотоксинів у харчові продукти подано в табл. 11.2.

**Таблиця 11.2 – Джерела надходження мікотоксинів у харчові продукти**

Джерело надходження	Пояснення джерела
Сировина з помітною пліснявою, видимо пліснява сировина	Сильно уражені пліснявою продукти рослинного походження
Сировина без видимої плісняви	Це передусім плоди, на яких між насінням може з'явитися пліснява (арахіс або сочевиця, горіхи в шкаралупі, кісточкові плоди, ядра персикових або абрикосових кісточок, мигдаль)

1	2
Рослинні продукти, в яких плісняви не виявлено	Поверхневий наліг плісняви легко видаляється, а після ретельного очищення сировини міцелій і життєздатні спори можуть бути повністю видалені. Але в такій сировині й виготовлених із неї продуктах можуть міститися токсини (паста з арахісу, біле вино, сухий концентрат супу з горохового борошна, пиріг із фруктами)
Наявність афлатоксинів у продуктах тваринного походження залежно від складу кормів	Афлатоксин В <sub>6</sub> , який міститься в кормі для корів, частково (до 0,1–0,8%) виділяється з молоком у вигляді афлатоксину М <sub>1</sub>
Продукти одержані внаслідок бродіння	До цієї категорії належать харчові продукти, отримані з молока або м'яса за допомогою мікроорганізмів, а також деякі східноазійські вироби. Усі ці методи добування або переробки харчових продуктів за допомогою мікробіальних ферментних препаратів містять у собі небезпеку помилкового забруднення, унаслідок якого у продукті можуть утворюватися мікотоксини

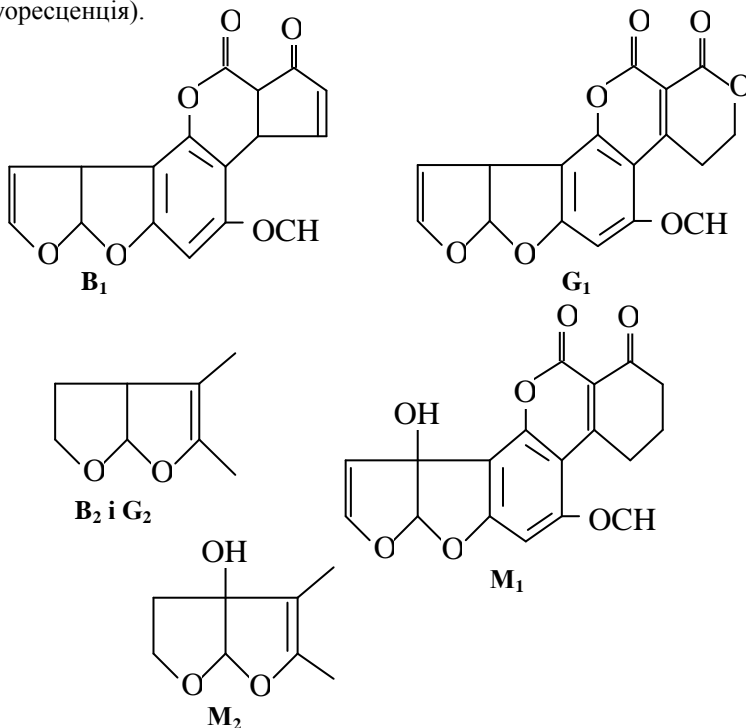
Для виявлення афлатоксинів у кормах і харчових продуктах було розроблено методи, які дають змогу виявити 5 мкг афлатоксину В<sub>1</sub> в одному кілограмі корму. Надійна ідентифікація у продуктах справжніх і уявних афлатоксинів (речовин, помилково прийнятих за афлатоксини, які мають схожі хімічні властивості) досягається вивченням спектрів флуоресценції та ультрафіолетових спектрів

## 11.2. Хімічний склад і будова мікотоксинів, критерії їх оцінювання та засоби запобігання вживанню в їжу продуктів, отруєних мікотоксинами

*Афлатоксини.* Перше дослідження мікотоксинів було проведене в 1960 році для розслідування випадку масової загадкової загибелі 100 000 індиків у Великобританії. Причиною цієї хвороби, названої

«Х-захворювання індичок», є токсин пліснявих грибів *Aspergillus flavus*, який потрапив у корм із пліснявим борошном з арахісу. Цю сполуку було названо «афлатоксин» – ім'ям організмів, із яких її було виділено. Афлатоксини виявляють як гостру, так і хронічну токсичну дію на більшість видів тварин. Хронічний афлатоксикоз характеризується пошкодженням печінки. Відбувається утворення гематом, аденокарцином у печінці й шлунку, іноді з метастазами в легенях і нирках, а також фібросарком.

За кольором флуоресценції в УФ-світлі афлатоксини позначили  $B_1$  і  $B_2$  (синьо-блакитна флуоресценція),  $G_1$  і  $G_2$  (зелена флуоресценція).



**Охратоксини.** Виявлення токсичності гриба *Aspergillus ochraceus* призвело до виділення трьох хімічно родинних токсичних метаболітів – охратоксинів А, В і С. Охратоксин А відрізняється високою гострою токсичністю. Вони можуть проникати в організм крізь шкіру та дихальні шляхи.

Патулін є продуктом обміну ряду пліснявих грибів, які зустрічаються у фруктах, фруктових виробках та інших харчових

продуктах.

Характеристику найбільш поширених мікотоксинів наведено в табл. 11.3.

**Таблиця 11.3 – Характеристика найбільш поширених мікотоксинів**

Назва мікотоксину	Назва гриба, що виробляє мікотоксин	Характеристика мікотоксину
Охратоксин: охратоксин А (похідний кумарину), охратоксин В, охратоксин С (етилловий ефір охратоксину А)	<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Penicillium veridicatum</i> , <i>P. variable</i> , <i>P. cyclospium</i> , <i>P. commune</i>	Пліснява <i>ochraceus</i> зустрічається не тільки в ґрунті й на змертвілих частинах рослин, але й на поверхні деяких харчових продуктів. Охратоксин А має високу гостру токсичність, канцерогенну дію, діє навіть у незначних кількостях і важко розкладається, проникає крізь шкіру і дихальні шляхи, викликає жирову інфільтрацію паренхіматозних клітин
Стеригматоцистин <i>versicolor</i>	<i>Aspergillus</i>	Виявлений у ґрунті й зернових сховищах, має гостру пероральну токсичність, є активним канцерогеном при пероральному введенні.
Лютеосцирин	<i>Penicillium islandicum</i>	Уперше виявлений у жовтому пліснявому рисі, продуктах із рису, що зазнали бродіння. У кормах цей гриб міститься частіше, ніж у харчових продуктах. Спричиняє серйозні ураження печінки й нирок. Його пероральне введення тваринам дозою від 50 до 500 мкг протягом 150 днів призвело до цирозу печінки, виникнення аденом і гематом
Ісландитоксин	<i>P. islandicum</i>	Знайдений у жовтому рисі, містить хлорциклічний пептид – отруйну для печінки речовину

1	2	3
Рубратоксин	<i>P. rubrum</i>	За хімічною структурою нагадує бісохламінову кислоту. Його токсичність при пероральному введенні для мишей невисока. Виявлено його синергізм із афлатоксином В <sub>1</sub> . У деяких випадках обидва токсини можуть бути наявні у продукті одночасно
Патулін	<i>P. expansum</i> – збудник коричневої гнилизни в яблуках, грушах, айві, абрикосах, персиках, томатах; <i>P. urticae</i> викликає гниття фруктів; <i>Bussochlamis nivea</i> – терmostійкий гриб, виділений із фруктових соків	Зустрічається у фруктах, фруктових виробках та інших харчових продуктах. Має високу токсичність, канцерогенні й мутагенні властивості
Бісохламі-нова кислота	<i>Raecilomyces varioti</i>	Під час псування фруктовий сік виділяє не тільки патулін, але й бісохламінову кислоту. Її дія на організм людини ще не досліджена

Засоби запобігання вживанню в їжу продуктів, отруєних мікотоксинами:

– Плісняві або вкриті пліснявою продукти, які потрапляють до споживача, як правило, не можна вживати в їжу. Такий продукт рекомендовано викинути і тільки у виняткових випадках можна видалити осередки плісняви, якщо вони чітко локалізовані. Але слід урахувувати, що метаболіти найчастіше проникають глибше, ніж міцелій пліснявого гриба. Тому видалення осередку плісняви не гарантує видалення токсинів. Здатність до проникнення токсинів



значною мірою залежить від харчового продукту: у вологих і водянистих середовищах вона більша, ніж у сухих.

– Ферментні препарати, використовувані в харчовій промисловості, згідно з рекомендаціями FAO/WHO, повинні містити не більше 5 мкг/кг афлатоксину В1.

– На основі експериментальних даних, отриманих для тварин, із коефіцієнтом безпеки 1/10 розраховано максимальну дозу афлатоксину В1, який не діє на людину. Вона становить 0,005–0,010 мкг/кг маси тіла.

– Корми також повинні контролюватися на афлатоксин. У Німеччині й Угорщині для кормів молодняка, зокрема телят, поросят та індичат, бажаний нульовий рівень, у той час як для кнурів, свиноматок і племінних биків допускається наявність афлатоксину до 200 мкг/кг, для корів – 400, для курей-несучок – 150, для племінних індичок і дійних корів – 100 мкг/кг у кормі. Нульовий рівень – це вміст афлатоксину нижче 5 мкг/кг. Його слід визначати сучасними методами аналізу, наприклад тонкошаровою хроматографією.

### **Контрольні запитання до теми 11**

1. Що таке мікотоксини?
2. Дайте визначення поняттю «ерготизм».
3. На які категорії поділяються мікотоксини залежно від їх токсичності?
4. Які джерела надходження мікотоксинів у харчові продукти?
5. Які методи ідентифікації афлотоксинів є найбільш надійними?
6. Як впливають афлотоксини на організм?
7. Де найчастіше зустрічається охратоксин?
8. Які відомі методи запобігання пошкодженню продуктів мікотоксинами?
9. Дайте визначення поняттю «нульовий рівень»
10. Як впливає вологість на розвиток мікотоксинів?

## ТЕМА 12

### БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ УПАКОВОК (КОМПОНЕНТИ УПАКОВКИ)

#### План

12.1. Сучасний розвиток споживчої упаковки. Упаковка та стан довкілля.

12.2. Гігієнічні аспекти вимог до виробів із полімерних матеріалів (посуду, тари, упаковки тощо), призначених для контакту з харчовими продуктами.

12.3. Роль санітарно-хімічного аналізу в гігієнічній оцінці полімерних матеріалів. Проблеми утилізації пластмасової упаковки.

*Література:* [3; 9; 11].

#### 12.1. Сучасний розвиток споживчої упаковки. Упаковка та стан довкілля

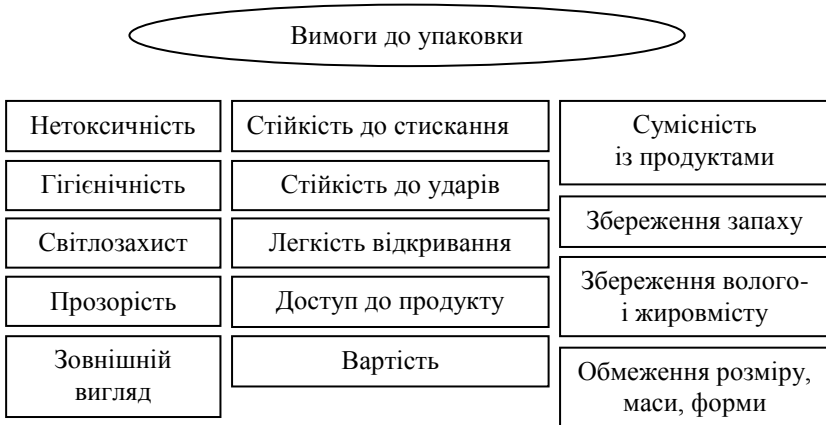


Рисунок 12.1 – Вимоги до упаковки

Сучасна упаковка – обов'язковий компонент розвинутого промислового й сільськогосподарського виробництва. Стан розвитку упаковки, її якісна характеристика значною мірою є показником культури виробництва в окремих регіонах і державах



**Рисунок 12.2 – Пакувальні матеріали**

Загальною тенденцією розвитку упаковки протягом останніх десятиріч є зменшення частки традиційних пакувальних матеріалів і помітне підвищення ролі полімерної і комбінованої тари

Переваги полімерних матеріалів:

- високі захисні властивості;
- технологічність;
- зручність у використанні

Оптимальне співвідношення між традиційними і новими пакувальними матеріалами постійно змінюється залежно від багатьох чинників, головні з яких:

- кон'юнктура на ринку упаковки,
- економічна й екологічна характеристики,
- санітарно-гігієнічні бар'єри.

Основні тенденції розвитку окремих видів упаковки, їх екологічні характеристики й переважні сфери застосування наведено в табл. 12.1.

Таблиця 12.1 – Упаковка й перспективи її розвитку

Вид упаковки	Основні шляхи вдосконалення	Заходи для покращення екологічної характеристики	Переважаюча галузь застосування
1	2	3	4
Скляна тара	Зниження маси й підвищення міцності (нанесення на поверхню скляної тари органічних і неорганічних покриттів – епоксидних смол, олеїнової кислоти, силіконів, оксидів металів). Підвищення термостійкості	Збільшення обсягів використання багатооборотної тари, повторне використання (до 20 разів і більше). Організація збирання й утилізації бою та використаної тари	Агресивні хімічні речовини. Парфумерія. Винногорілчані вироби. Газовані напої. Агресивні консерви (соки, компоти). Делікатесні консерви (ікра, червона риба). Консерви дитячого й дієтичного харчування
Металева тара з білої жерсті	Зменшення товщини шару олова, товщини жерсті. Заміна пайки позовжніх швів корпусів банок зварюванням	Знімання шару олова для добування вторинного олова, сортування, утилізація	Консерви, крім найбільш агресивних. Кришки для скляної тари
Металева тара з алюмінію	Зменшення товщини шару алюмінієвого прокату. Розробка процесів виготовлення тари глибоким витяганням. Розробка кришок, які легко відкриваються	Збирання відходів, сортування, утилізація	Аерозольна тара. Банки глибокого витягання для напоїв. Пакувальна фольга. Кришки для скляних банок. Туби для косметики й парфумерії
Металева тара із чорної, хромованої, алюмініваної жерсті	Розробка технології виготовлення банок і кришок. Підбір захисних антикорозійних лакових покриттів	Збирання відходів, сортування, утилізація	Тара для технічних мастил. Тара для препаратів побутової хімії. Тара для хімічних речовин. Кришки для скляної і металевої тари

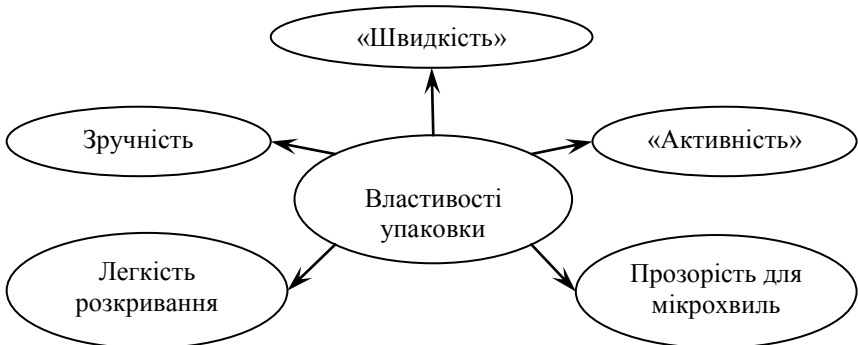
Продовження табл. 12.1

1	2	3	4
Паперова і картонна упаковка	Покращення бар'єрних властивостей шляхом поєднання з полімерами або алюмінієвою фольгою. Підвищення технологічності. Покращення декоративності	Застосування багатооборотної картонної тари. Збирання відходів, сортування, утилізація	Транспортні ящики з картону широкого призначення. Споживча упаковка для молока, соків, соусів. Мішки, пакети для сипучих речовин. Крафт-мішки для солі, цукру
Тара й упаковка з полімерних і комбінованих матеріалів	Удосконалення способів формування таропакувальних виробів, у тому числі добування багатошарових ламінатів співекструзією, співінжекцією. Підвищення бар'єрних властивостей упаковки введенням до її складу бар'єрних шарів, модифікованих поліамідів, слюди, оксидів та ін. Розробка упаковок, які активно сприяють технологічним процесам обробки і збереження продуктів, придатних для мікрохвильового нагрівання, включення антиокисників, водовбирачів та інших добавок. Розробка зручних для споживання упаковок	Використання багатооборотної (до 75–100 оборотів) полімерної упаковки. Розробка способів утилізації використаної упаковки (із частковим виробництвом нових пакувальних, технічних, побутових виробів). Розробка упаковки, відходи якої після використання здатні деформуватися під впливом світла, кисню, мікроорганізмів. Розробка систем спалювання відходів як додатковий енергоресурс	Майже всі галузі промислового й сільськогосподарського виробництва. Обмеження галузі застосування пов'язане з високими температурами (вище 200...250°C) і великими механічними навантаженнями. Для найбільш агресивних хімічних речовин (ідкі луги, сильні кислоти, активні розчинники) застосування також обмежене

Сучасна упаковка харчових продуктів стає активною складовою частиною продукції, а пакування – складовою сучасного технологічного процесу харчових виробництв. Без відповідної упаковки неможливі такі технологічні процеси, як зберігання харчових продуктів у модифікованому середовищі, мікрохвильове нагрівання, асептичне консервування, виробництво консервованих і зневоднених продуктів.



**Рисунок 12.3 – Основні способи досягнення високих бар'єрних властивостей споживчих упаковок**



**Рисунок 12.4 – Експлуатаційні властивості упаковок**

## 12.2. Гігієнічні аспекти вимог до виробів із полімерних матеріалів (посуду, тари, упаковки тощо), призначених для контакту з харчовими продуктами

Для охорони здоров'я споживачів створена і діє система гігієнічного контролю за виготовленням і використанням полімерних матеріалів. Підприємства, які освоюють випуск полімерних матеріалів, повинні мати чітке уявлення про вимоги до такої продукції. Особливо тієї, яка контактує з харчовими продуктами. За складом та фізико-хімічними властивостями полімерна упаковка продуктів харчування повинна відповідати вимогам стандарту. Координує контроль за впровадженням принципово нових полімерів спеціальний комітет, створений на базі Українського ВНДІГШТОКСу (м. Київ). За полімерними матеріалами, дозволеними органами охорони здоров'я, здійснюють державний санітарний нагляд, який полягає в оцінюванні дослідних виробів і виробів першого масового випуску на підставі лабораторних випробувань. Далі проводять періодичні перевірки.

Для поєднання пакувальних матеріалів широко використовують клей – речовину, що утворює проміжну клейову плівку і забезпечує виникнення між склеюваними поверхнями адгезійного зв'язку. Клей належить до допоміжних пакувальних матеріалів.



Рисунки 12.5 – Вимоги до клею пакувального виробництва

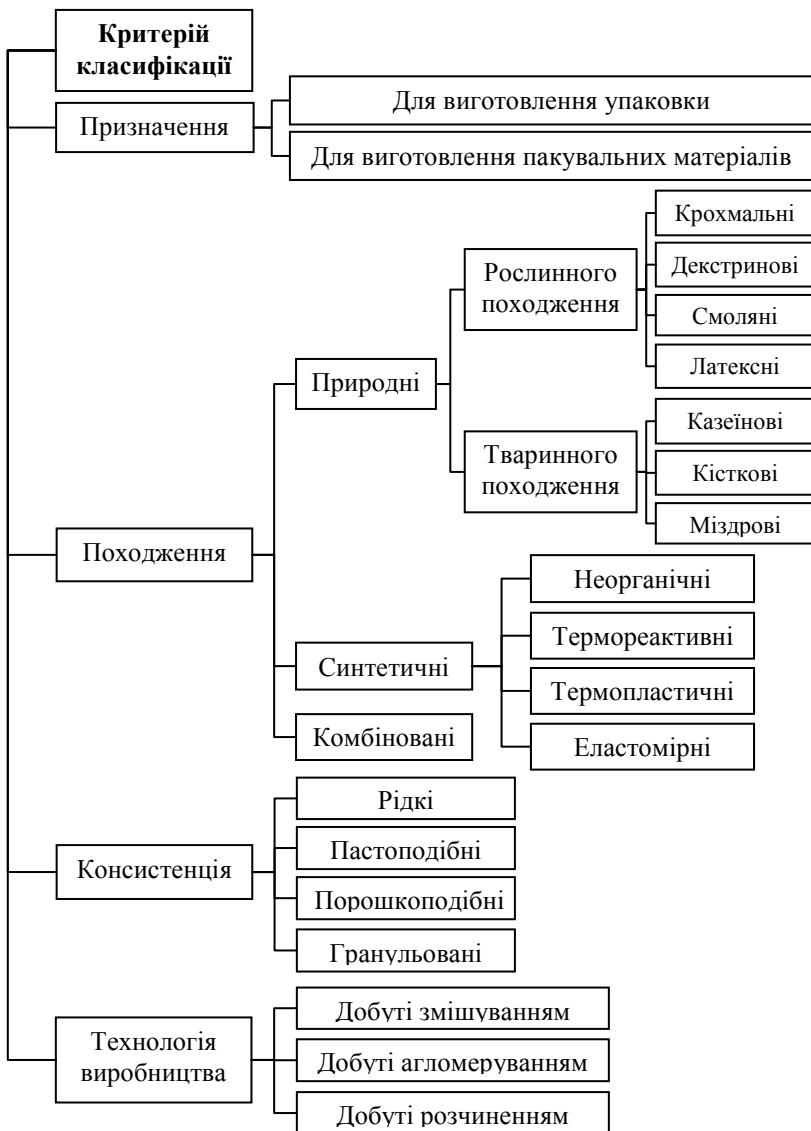
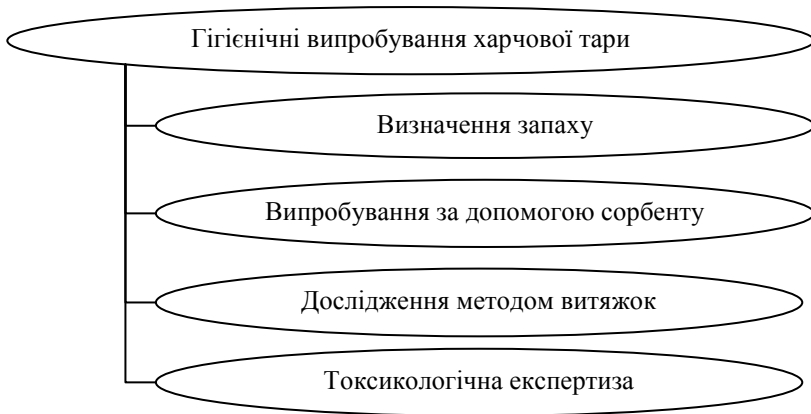


Рисунок 12.6 – Класифікація видів клею





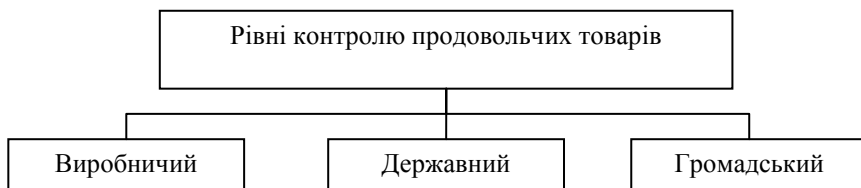
**Рисунок 12.6 – Гігієнічні випробування харчової тари**



**Рисунок 12.7 – Методи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище**

Забезпечення безпеки має відбуватися в різних напрямках:

- розвиток законодавчої і нормативної бази, її адаптація до європейських стандартів;
- удосконалення системи раціонального харчування і профілактики токсикоінфекцій, виявлення небезпечних для здоров'я контамінантів харчових продуктів;
- здійснення моніторингу токсикологічної обстановки, удосконалення гігієнічного регламентування;
- розвиток фундаментальних і прикладних досліджень у галузі біохімії і фізіології. Вивчення метаболізму, біотрансформації і механізмів дії контамінантів їжі;
- удосконалення методологічної бази з виявлення, ідентифікації і кількісного визначення контамінантів їжі, виявлення фальсифікації харчових продуктів;
- удосконалення і розробка технологій, які забезпечують виробництво не тільки безпечних продуктів харчування, але й безпечні умови пакування, зберігання, реалізації та організації споживання та ін.



**Рисунок 12.8 – Рівні контролю за якістю та безпекою продовольчих товарів**

### **12.3. Роль санітарно-хімічного аналізу в гігієнічній оцінці полімерних матеріалів. Проблеми утилізації пластмасової упаковки**

Гігієнічну оцінку харчової тари, посуду і пакувальних матеріалів із пластичних мас починають із простого визначення їх запаху. Якщо він є, подальше дослідження зайве – виріб вважають непридатним для використання за прямим призначенням.

Основним завданням санітарно-хімічного аналізу пакувальних матеріалів із полімерів є запобігання не тільки вираженої інтоксикації

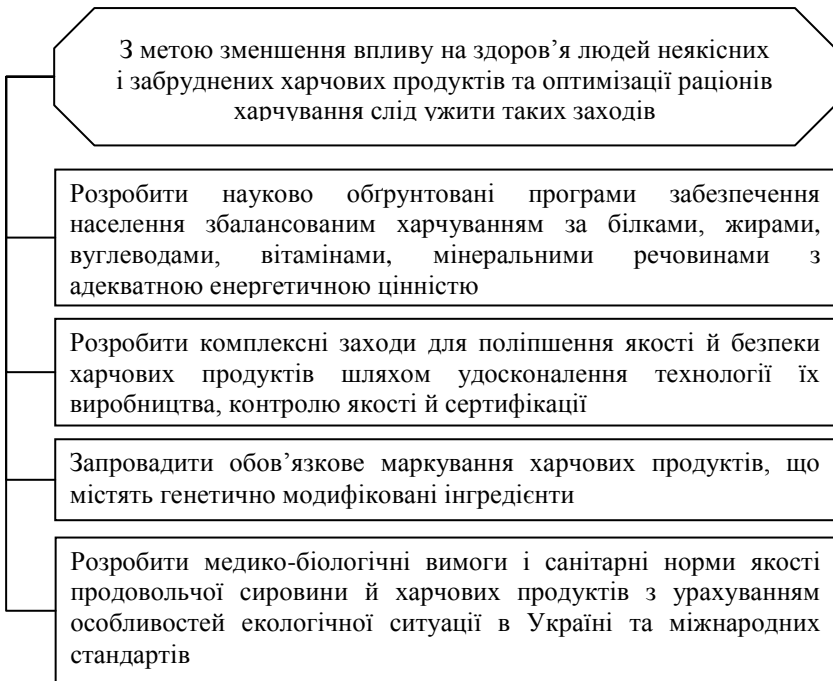
(що, як правило, не спостерігається), але й виявлення впливу токсичного ефекту малої інтенсивності.

Лімітуючими показниками гігієнічної оцінки якості полістиролу і виробів із нього є міграція стиrolу та солей важких металів (цинку, свинцю, арсену) у модельні середовища, що імітують продукти харчування.

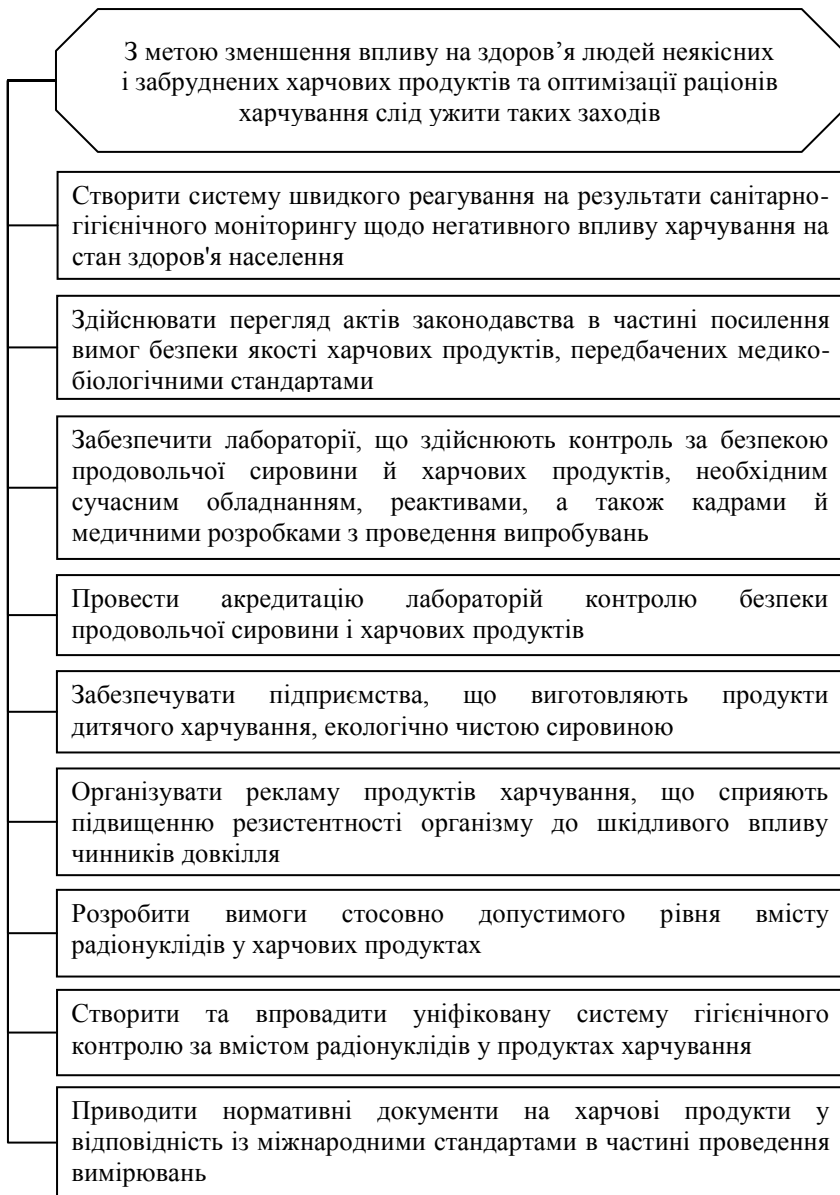
Утилізація пластмасової упаковки:

– спалювання (використання як палива для ТЕЦ, теплова здатність пластмасової та полімерної упаковки під час спалювання еквівалентна половинній масі нафти);

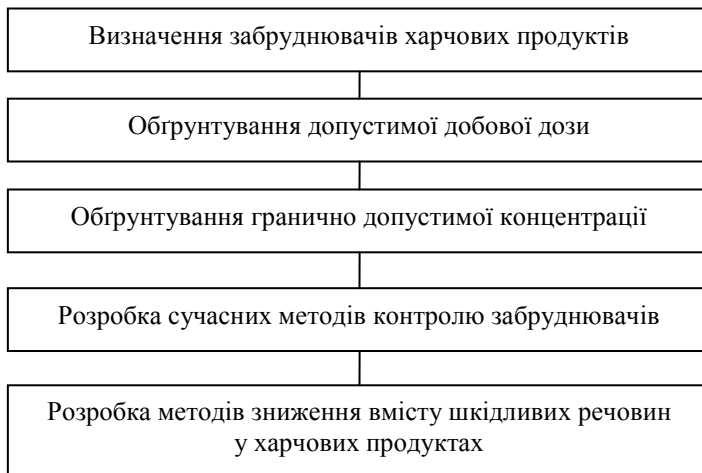
– переробка (після очищення та сушіння) в порошки та гранули за двома напрямками: як структурувальні або наповнювальні матеріали для аграрних робіт, будівельні матеріали, для виготовлення виробів технічного призначення; у невеликій кількості як добавки в полімерні композиції під час виготовлення нових пакувальних виробів.



**Рисунок 12.9 – Рівні контролю за якістю та безпекою продовольчих товарів**



**Рисунок 12.9, аркуш 2**



**Рисунок 12.10 – Узагальнена схема зменшення вмісту шкідливих речовин у харчових продуктах**

### **Контрольні запитання до теми 12**

1. Які основні вимоги висуваються до упаковки?
2. Що найчастіше використовують як пакувальні матеріали?
3. Якими є переваги полімерних матеріалів?
4. У яких галузях найчастіше використовується скляна тара?
5. Яким галузям притаманне використання паперової та картонної упаковки?
6. Які є способи досягнення високих бар'єрних властивостей упаковки?
7. Які експлуатаційні властивості упаковки?
8. Яким чином використовується клей під час виготовлення упаковки?
9. Які бувають види клею за походженням?
10. Яка класифікація клею за консистенцією?
11. Якими є гігієнічні випробування харчової тари?
12. Які існують методи зменшення негативного впливу на довкілля?
13. Які існують рівні контролю за безпекою продовольчих товарів?
14. Визначте роль санітарно-хімічного аналізу в гігієнічній оцінці полімерних матеріалів.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### *Законодавча база*

1. Про захист прав споживачів : Закон України : (із змінами № 675-VIII від 03.09.2015) // Відомості Верховної Ради УРСР (ВВР). – 2015. – № 45, ст. 410.
2. Про безпечність та якість харчових продуктів : Закон України № 2116-15 від 21.10.2004 (редакція станом на 20.09.2015) // Відомості Верховної Ради (ВВР), [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр>.
3. ДСТУ 3230-95. Управління якістю та забезпечення якості. Терміни та визначення. Чинний від 1196-07-01. – Офіц. вид. – К. : Держстандарт України, 1996. – 37 с.
4. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов № 5061-89. Утверждены Минздравом СССР 1 августа 1989 г. (с доп. № 122-12/805 от 19.11.91 г.).
5. СанПиН 42-123-4540-87. Максимально допустимые уровни содержания пестицидов в пищевых продуктах и методы их определения. – М., 1987.

### *Основна література*

6. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення / А. А. Дубиніна [та ін.]. – К. : Професіонал, 2007. – 375 с.
7. Запольський А. К. Екологізація харчових виробництв : підручник для студ. вищих навч. закл. / А. Запольський, А. Українець. – К. : Вища школа, 2005. – 428 с.
8. Пономарьов П. Х. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини : навч. посібник / П. Х. Пономарьов, І. В. Сирохман. – К. : Лібра, 1999. – 272 с.

### *Додаткова література*

9. Павлоцька Л. Ф. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів / Л. Ф. Павлоцька. – Суми : Університетська книга, 2007. – 440 с.
10. Вплив харчування на здоров'я людини : підручник / В. П. Пішак [та ін.] ; ред. М. М. Радько. – Чернівці : Книги-XXI, 2006. – 499 с.
11. Безпека харчування: сучасні проблеми : посібник-довідник / укл. : А. В. Бабюк [та ін.]. – Чернівці : Книги-XXI, 2005. – 454 с.

12. Белінська С. Концептуальні засади гарантій безпечності харчових продуктів / С. Белінська, Н. Орлова, Ю. Мотузка // Товари і ринки. – 2011. – № 1 (11).

13. Маланчук Т. В. Державний контроль та нагляд за безпекою харчових продуктів / Т.В. Маланчук // Правовий вісник Української академії банківської справи. – 2011. – № 2 (5).

14. Димань Т. М. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів / Т. М. Димань, Т. Г. Мазур. – К. : Академія, 2011. – 520 с.

15. ISO 22000:2005. Системи управління безпечністю харчових продуктів – Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга [Електронний ресурс] : стандарт, розроблений Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO). – Режим доступу: <http://www.codexalimentarius.net>.

Навчальний посібник

ДУБІНІНА Антоніна Анатоліївна

МАЛЮК Людмила Петрівна

СЕЛЮТІНА Галина Анатоліївна та ін.

**ТОКСИЧНІ РЕЧОВИНИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ  
І МЕТОДИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ**

Навчальний посібник

у структурно-логічних схемах

Відповідальний за випуск завідувач

кафедри товарознавства а експертизи товарів А. А. Дубініна

Редактор

Л. Ю. Кротченко

План 2016 р., поз. 96

---

Підписано до друку 21.01.2016 Формат 60×84 1/16. Папір офсет. Друк  
офсет. Ум. друк. арк. – 6,6. Тираж 300. прим.

---

Видавець і виготівник

Харківський державний університет харчування та торгівлі  
вул. Клочківська, 333, Харків, 61051

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.