


# Тема 2. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ХАРЧУВАННЯ ЛЮДИНИ



# План заняття

- Їжа як екологічний фактор навколишнього середовища
- Природні компоненти їжі, що погано впливають на організм
- Забруднювачі харчових продуктів
- Забруднювачі їжі біологічного походження
- Шляхи надходження чужорідних речовин в харчові продукти
- Оптимізація харчування в умовах несприятливого впливу екологічних факторів

Свого часу великий медик Гіппократ сказав: «**Ми є те, що ми їмо**». Він дотримувався думки, що хвороби людини - це результат порушення харчування. Згідно з вченням Гіппократа, при правильному харчуванні організм працює правильно, так як він формується з тих елементів, які в нього надходять, набуваючи властивості цих елементів.



# Їжа як екологічний фактор навколишнього середовища

**Харчовий раціон** є фактором навколишнього середовища (екологічним фактором), що безпосередньо впливає на здоров'я людини. Їжа, будучи джерелом енергії, пластичних матеріалів (білки, жири, вуглеводи), вітамінів, мінеральних речовин, може також містити різні за хімічною структурою сполуки неаліментарного характеру, що не мають харчової цінності, і, більш того, шкідливі речовини, що представляють потенційну небезпеку для здоров'я людини.

Єдиної класифікації потенційно небезпечних факторів у харчових продуктах ще не розроблено, але загальні уявлення про можливу небезпеку компонентів харчового раціону наведені на рисунку ►



## Всі потенційно небезпечні речовини їжі можуть бути розділені на дві групи

**Перша група** - це природні компоненти харчових продуктів, тобто речовини, специфічні для певного виду продуктів рослинного або тваринного походження, здатні при звичайному або надмірному споживанні викликати несприятливу дію на організм людини.

**Друга група** - це речовини хімічної і біологічної природи (контаминанти, забруднювачі, ксенобіотики), не властиві продуктам харчування, які потрапляють в їжу із зовнішнього середовища, серед них виділяють речовини екологічно обумовлені (токсичні елементи, радіонукліди, поліхлоровані біфеніли, бензпірен, N-нітрозаміни ) і речовини, які цілеспрямовано вносяться (пестициди, агрохімікати, кормові добавки).

Серед чужорідних речовин в харчових продуктах особливе місце займають харчові добавки, які вносяться в їжу спеціально для досягнення певного технологічного ефекту, вони не є небезпечними речовинами, проходять токсикологічні дослідження, а їхнє застосування регламентоване.

# Природні компоненти їжі, що погано впливають на організм

Група природних, властивих харчовим продуктам, шкідливих речовин, що включає до себе харчові речовини, які при певних умовах можуть чинити негативну побічну дія.

Це має місце при вроджених порушеннях метаболізму даних речовин або при надмірному споживанні тих чи інших **нутрієнтів**. До таких порушень відносяться непереносимість лактози, глютеніа ентеропатія, пов'язана з відсутністю синтезу одного з протеолітичних ферментів, який розщипляє білок злакових культур, фенілкетонурія, що виникає при спадковому дефекті внутрішньоклітинних ферментів обміну фенілаланіну.

Наслідками різкого порушення співвідношення харчових речовин в раціоні або їх надмірного споживання можуть бути захворювання і стани, пов'язані з надмірним споживанням чистого цукру (карієс, ожиріння), насичених жирних кислот (атеросклероз, ожиріння). Надмірне споживання продуктів з високим вмістом нуклеїнових кислот може призводити до розвитку подагри.

Харчові продукти можуть містити природні біологічно активні і токсичні елементи. Серед шкідливих природних речовин виділяють наступні групи, що розрізняються за будовою і механізмом дії:

**1. інгібітори травних ферментів; 2. ціаногенні глікозиди; 3. алкалоїди; 4. антивітаміни; 5. речовини, що порушують засвоєння мінеральних речовин (демінералізатори); 6. алкоголь; 7. отрути білково-пептидної природи.**

Інгібітори травних ферментів, антивітаміни і речовини, що порушують засвоєння мінеральних речовин об'єднують в групу **антиаліментарних факторів харчування**, так як ці сполуки здатні вибірково погіршувати або блокувати засвоєння нутрієнтів.

Інгібітори протеолітичних ферментів виявлені в сої, квасолі, горосі, пшениці, рисі та інших злакових, а також в яйцях. Механізм дії цих сполук полягає в утвоєнні стійких комплексів «фермент інгібітор», пригніченні активності головних травних ферментів і тим самим зниження засвоєння білкових речовин. Слід підкреслити, що ці речовини відрізняються відносно високою стійкістю до нагрівання, тобто є термостабільними. Кип'ятіння, наприклад, соєвих бобів протягом 30 хвилин не призводить до скільки-небудь істотного зниження активності інгібіторів. Інгібітори протеїназ, що містяться в білках яєць, навпаки, досить термолабільні, і при тепловій обробці їх дія повністю усувається. Істотний вплив на засвоєння білка організмом може вчинити споживання тільки сирих яєць.



До групи **антіаліментарних факторів** входять **антивітаміни** - речовини, що володіють здатністю блокувати дію природних вітамінів. Антивітаміни або схожі на вітаміни за будовою, або специфічно змінюють молекули вітамінів, знижуючи їх біологічну активність. Амінокислота лейцин - порушує обмін триптофану, що призводить до порушення синтезу ніацину. До складу багатьох овочів, фруктів і ягід входить аскорбатоксідаза - фермент, що каталізує реакцію окислення аскорбінової кислоти в дегідроаскорбінову кислоту, яка швидко руйнується при нагріванні. Аскорбатоксідази проявляє свою антіаліментарну активність поза організмом і викликає втрату вітамінної цінності їжі. Аскорбатоксідази виявлена в огірках, кабачках і брюссельській капусті.

У багатьох видах прісноводних риб, зокрема коропових, міститься фермент **тіаміназа**, що каталізує розщеплення тіаміну (вітаміну B1). У жителів Таїланду, які вживають в їжу сиру рибу, нерідко спостерігаються явища недостатності вітаміну B1, незважаючи на його високий вміст у раціоні. Виявлена тіаміназа і в прісноводних риб нашої країни. У сирих яйцях міститься білок **авідин**, який може утворювати в травному тракті стійкий комплекс з біотином, що призводить до розвитку біотінової недостатності.

Серед антіаліментарних речовин окрему групу становлять **демінералізуючі чинники**, що пригнічують всмоктування Ca, Fe, Zn і ряду інших елементів, утворюючи з ними в кишечнику важкорозчинні комплекси. До цих факторів належать фітин, щавлева кислота, поліфенольні сполуки чаю і кави.



**Фітін** - легко утворює важко розчинні комплекси з іонами кальцію, магнію, заліза, цинку, міді, у великих кількості міститься в злакових, бобових, переважно в зовнішніх шарах, тому, хліб з борошна вищого сорту практично не містить фітину, а в хлібі і житній муці його мало, завдяки високій активності **фітази**, здатної розщеплювати фітин.

**Щавлева кислота** міститься в шпинаті, портулаку, щавлі, ревені, червоному буряку. Поліфенольні сполуки чаю і кави, а також фітин злакових рослин здатні зв'язувати і знижувати засвоєння заліза в кишечнику. Відомо, що аскорбінова кислота знижує несприятливий вплив цих та інших з'єднань на засвоєння заліза з рослинних продуктів.

Ряд компонентів їжі має фармакологічну активність, що приводить до зміни фізіологічних функцій органів і систем. До них відносяться етанол, кофеїн, серотонін, гістамін.

**Етанол** можна вважати як біологічно активною речовиною, так і джерелом енергії. Це рафінований продукт харчування, дає 7 ккал енергії і не несе ніяких харчових речовин. При хронічному споживанні алкоголю виявляється дефіцит незамінних речовин - вітамінів і мінералів, порушується обмін вуглеводів. Його фармакологічна, зокрема наркотична, дія проявляється в значно більшому ступені, і саме тому він може і повинен розглядатися як агент, що представляє небезпеку для здоров'я людини.

Фармакологічною активністю володіють алкалоїди **кофеїн**, **теобромін** і **теофілін** - стимулятори нервової діяльності, які є специфічними компонентами кави і чаю.

Значну за кількістю представників групу біологічно активних компонентів харчових продуктів представляють **біогенні аміни тирамін, норадреналін і серотонін**, які виявляються в багатьох продуктах тваринного (сири, печінка, м'ясний екстракт, риба солена) і рослинного походження (банани, ананаси, апельсини, томати).

Не викликає сумнівів можливість несприятливих наслідків для здоров'я людини надмірного споживання продуктів, що містять високі концентрації цих речовин, особливо у людей, які страждають деякими захворюваннями, наприклад гіпертонією.

До **алкалоїдів їжі** відноситься **салонін**, що накопичуються в оболонках картоплі при його тривалому зберіганні, а також в позеленілих частинах картоплі. Він має гіркий смак і при значному накопиченні може викликати типове отруєння.

**Вкрай отруйна** речовина пептидної природи - **аманітин** - міститься в блідій поганці і є причиною важких і навіть смертельних отруєнь при помилковому вживанні цього гриба в їжу.

**Цианогенні глікозиди** - це глікозиди деяких цианогенних альдегідів і кетонів, які при ферментативному або кислотному гідролізі виділяють синильну кислоту - HCN, що викликає ураження нервової системи. З цианогенних глікозидів слід зазначити **лімарін**, що міститься в білій квасолі, **амигдалин**, який виявляється в кісточках мигдалю (до 8%), персиків, слив, абрикос (4-6%).

**Відомості про природні компоненти їжі, здатних впливати на організм людини, необхідно враховувати при складанні раціонів харчування для різних категорій населення, при виборі кулінарної обробки і вирішенні технологічних питань у виробництві харчових продуктів, при харчуванні в екстремальних умовах.**

# Забруднювачі харчових продуктів

Найбільшу небезпеку для здоров'я людини представляють забруднювачі (контаминанти, ксенобіотики) харчових продуктів, що потрапляють в них з навколишнього середовища. Вони діляться на речовини природного (біологічного) і хімічного (антропогенного) походження, а з причин присутності в харчових продуктах їх можна розділити на:

- 1) екологічно обумовлені з'єднання, концентрація яких в біосфері і продовольстві зростає в результаті антропогенної діяльності (токсичні елементи, радіонукліди, поліхлоровані біфеніли, бензпірен, N-нітрозаміни);
- 2) речовини, які цілеспрямовано вносяться в процесі продовольчого і харчового виробництва (пестициди, нітрати, стимулятори росту, харчові добавки).

# Всі чужорідні речовини, нормовані в продовольчій сировині і харчових продуктах, діляться за ступенем ксенобіотичності

## абсолютні ксенобіотики:

**пестициди, поліхлоровані біфеніли, поліциклічні вуглеводні**; з'явилися в біосфері порівняно недавно (були синтезовані людиною), тому еволюційно людині незнайомі. Будь-які їх кількості, що надходять в організм, викликають відповідні реакції адаптаційно-захисних систем, тобто володіють абсолютним (якісним) ксенобіотического потенціалом. Більш того, в процесі біотрансформації 80% цих ксенобіотиків в організмі людини утворюються більш токсичні сполуки.

## контаминанти їжі:

**токсичні елементи, радіонукліди, нітрати**; мають відносну (кількісну) ксенобіотичність, оскільки володіють певним еволюційно сформованим фоном, який не призводить до адаптаційним змін в організмі. Перевищення фонового надходження даних чужорідних сполук викликає стресовий режим функціонування захисних механізмів і вимагає певної адаптації. Перевищення гігієнічних нормативів може призвести до дезадаптації з подальшим розвитком патологічних станів.

# Забруднювачі їжі хімічного походження

Забруднення продовольчої сировини та харчових продуктів чужорідними речовинами безпосередньо залежить від ступеня забруднення навколишнього середовища. Дослідження показують, що в даний час спостерігається тенденція збільшення забрудненості навколишнього середовища, в тому числі і харчових продуктів, чужорідними речовинами як органічної, так і неорганічної природи. Чужорідні речовини, потрапляючи в навколишнє середовище в результаті діяльності людини (антропогенне забруднення), накопичуються в ґрунті, воді, атмосферному повітрі. Пересуваючись по харчових ланцюгах, чужорідні речовини потрапляють в організм людини і викликають порушення здоров'я.

До найбільш небезпечних з точки зору поширення і впливу на здоров'я забруднювачів харчових продуктів, відносять токсичні метали, радіонукліди, пестициди, їх метаболіти і продукти метаболічної деградації, нітрати, нітрити та N-нітрозаміни, поліциклічні ароматичні вуглеводні (бензопірен, поліхлоровані дифеніли, діоксини, стимулятори зростання сільськогосподарських тварин (гормони, антибіотики) та інші сполуки.

## Токсичні (важкі) метали

Метали виключно широко поширені в живій природі. Більшість з них, включаючи і так звані важкі метали, є незамінними харчовими речовинами. З широко поширених і потенційно небезпечних для здоров'я людини важких металів тільки 4 - кадмій, ртуть, свинець, олово - можуть бути беззастережно віднесені до токсичних металів. Важкі метали постійно виявляються в більшості харчових продуктів. Практично для всіх продуктів встановлені гранично допустимі концентрації важких металів. Зростання в останні роки рівня контамінації багатьох харчових продуктів важкими металами і деякими іншими мінеральними речовинами є прямим наслідком діяльності людини. Забруднення харчових продуктів важкими металами відбувається за рахунок викидів промислових підприємств і міського транспорту, застосування в консервному виробництві неякісних внутрішніх покриттів і порушення технології припоїв, контакту металевих частин обладнання з їжею.



## Радіонукліди

Основним шляхом забруднення харчових продуктів радіоізотопами є ґрунт, звідки вони надходять в рослини, а далі з продуктами рослинного походження - в організм людини. Найбільшу небезпеку становлять стронцій-90 і цезій-137. Показано, що стронцій-90 може накопичуватися в цукровій кукурудзі, квасолі, картоплі та капусті. Вживання в якості корму забрудненого радіоізотопами фуражу призводить до накопичення їх в тканинах сільськогосподарських тварин: стронцію-90 - в кістковій тканині, калію-40 - в м'язовій, цезія- 134 і цезію-137 - в молоці і м'язової тканини. Всі ці процеси спостерігалися після аварії на Чорнобильській АЕС в забруднених радіонуклідами районах.

## Пестициди, їх метаболіти і продукти деградації

Хімічний захист сільськогосподарських рослин від шкідників, хвороб і бур'янів значно підвищив всі наслідки широкого застосування пестицидів, в тому числі потрапляння їх залишкових кількостей в їжу людини. За хімічною структурою пестициди поділяються на хлорорганічні, фосфорорганічні, ртутьорганічні та інші. У виробничій класифікації пестициди поділяють за призначенням і цілям використання (фунгіциди, дефоліанти, інсектициди, фуміганти і т.д.). При нормуванні пестицидів і регламентації їх застосування використовують гігієнічну класифікацію, яка передбачає поділ пестицидів за ступенем токсичності, здатності до кумуляції (накопичення), стійкості в навколишньому середовищі.

***З точки зору безпеки найбільш перспективними пестицидами слід вважати, малотоксичні сполуки, що не володіють кумулятивними властивостями, малостійкі в навколишньому середовищі і швидко піддаються руйнуванню.***

## Нітрати, нітрити, N-нітрозосполуки

Нітрати (солі азотної кислоти), зокрема нітрати натрію, калію, амонію і кальцію, широко застосовуються в сільському господарстві в якості високоефективних мінеральних добрив. Внесення нітратів у ґрунт супроводжується їх накопиченням в тканинах рослин. Високим вмістом нітратів (до 500 мг / кг) відрізняються шпинат, салат, буряк, редька, редиска, ревінь, петрушка, селера, кріп, баштанні та інші рослини. З їжею в добу може надходити більше 100 мг нітратів. Термічна обробка сприяє зниженню вмісту нітратів у харчових продуктах. Нітрати малотоксичні, але вони розглядаються як попередники N-нітрозосполук, що мають канцерогенну дію. У зернових і овочах в умовах підвищеної вологості вони легко відновлюються в нітрити (солі азотної кислоти). У шлунково-кишковому тракті за участю мікрофлори вони також можуть відновлюватися в нітрити. Нітрит натрію широко використовується в харчовій промисловості як консервант (харчова добавка) при виготовленні шинки, ковбас, м'ясних консервів, надаючи їм колір, смак і запобігаючи розвитку ботулізму.

***З їжею і питною водою на добу може надходити до 13 мг нітритів. Нітрити, на відміну від нітратів, є токсичними сполуками, що діють на гемоглобін крові і перетворюють його в неспроможну переносити кисень форму - метгемоглобін. У кислому середовищі шлунка, в кишечнику (під дією мікрофлори) і в деяких інших органах з нітритів можуть утворюватися N-нітрозаміни.***

## Поліциклічні ароматичні вуглеводні

Серед широко поширених у навколишньому середовищі поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) канцерогенну активність виявляють бензпірен, 20-метилхолантрен і інші. Канцерогенну дію ПАВ проявляється при надходженні в організм доз, що становлять частки міліграмів або навіть мікрограмів. Бензпірен і інші ПАВ виявляються в багатьох харчових продуктах - овочах, фруктах, каві, маргарині, рослинних маслах, копчених і смажених на вугіллі м'ясних продуктах. У великих кількостях бензпірен міститься в продуктах домашнього копчення. Основними джерелами ПАВ в харчових продуктах є технологічна та кулінарна обробка і атропогенні фактори навколишнього середовища - промислові стічні води, відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання, сажа дизельного палива, а також різні види пакувального матеріалу.

## Поліхлоровані біфеніли (ПХБ або ПХД) і діоксини

ПХБ - високомолекулярні сполуки, які містять хлор. Накопичуються в жирах і жировмісних продуктах харчування. У літературі описані випадки отруєння ПХБ. В Японії, наприклад, отруєння виникло в результаті вживання забрудненого рисового масла. Діоксини - найнебезпечніші хімічні забруднювачі навколишнього середовища і харчових продуктів. Вони мають канцерогенні та імунотоксичні властивості. Діоксини є побічними продуктами виробництва пластмас, пестицидів, паперу, дефоліантів (речовин, що викликають опадання листя у рослин). Вони дуже стійкі в навколишньому середовищі і накопичуються в продуктах із високим вмістом жиру - маслах і жирах, м'ясі, молоці.

## Стимулятори росту сільськогосподарських тварин

Широке поширення набуло застосування в сільському господарстві різних стимуляторів росту тварин м'ясних порід, перш за все гормонів та антибіотиків.

Важливе практичне значення мають **анаболічні гормони** і **тиреостатини** (знижують функцію щитовидної залози) препарати, що підвищують швидкість збільшення ваги тварин. В даний час для стимуляції росту сільськогосподарських тварин все частіше застосовуються природні гормони, такі, як **естрадіол**, **прогестерон**, **тестостерон**, **пролактин**, **простагландини**, а також їх синтетичні аналоги.

Поряд з гормонами, в тваринництві широке застосування знайшли і антибіотики, які надають профілактичну антимікробну дію і сприяють тим самим більш інтенсивному росту і розвитку тварин. У той же час введення антибіотиків домашнім тваринам може привести до контамінації ними харчових продуктів тваринного походження. Антибіотики, зокрема пеніцилін, тетрациклін, виявляються у вигляді залишків в молоці і молочних продуктах, м'ясі та м'ясних продуктах. Наявність залишкових кількостей антибіотиків в їжі може приводити до зростання числа алергічних реакцій, випадків непереносимості антибіотиків серед населення, зміни мікрофлори кишечника і порожнини рота.

# Забруднювачі їжі біологічного походження

Важливе значення мають природні контаминанти біологічного походження - бактеріальні токсини, токсичні метаболіти мікроскопічних грибів (мікотоксини) і деякі токсини морепродуктів, які становитимуть реальну загрозу для здоров'я людини.

**Бактеріальні токсини.** Серйозні харчові інтоксикації викликає *Staphylococcus aureus*, який продукує 5 ентеротоксинів. Особливу небезпеку для людини представляють токсини, які продукують збудником ботулізму - *Clostridium botulinum*. В даний час ідентифіковано 7 типів токсинів ботулізму, які є найбільш токсичними природними речовинами, відомими на даний період часу. У 90% випадків отруєння виникає від вживання консервованих або маринованих в домашніх умовах овочів і фруктів. З гігієнічної точки зору є досить важливим, що ботулінічний токсин, на відміну від стафілококових ентеротоксин, вельми термолабільен.

**Мікотоксини.** З особливо небезпечних контамінантів харчових продуктів біологічної природи, що зустрічаються в природних умовах, виділяють групу мікотоксинів - вторинних метаболітів мікроскопічних (цвілевих) грибів. Існують тисячі штамів мікроскопічних грибів, які продукують мікотоксини. Вони відрізняються високою токсичністю, а багато хто з них також мутагенними, тератогенні і канцерогенні властивості. Мікроскопічні цвілеві гриби - вражають зерно (пшениці, жита, ячменю, кукурудзи, рису), зернобобові культури, горіхи (арахіс), що зберігалось в сирому місці. Мікотоксини можуть потрапляти в організм людини і через харчові ланцюги - з молоком і тканинами тварин, що споживали забруднені корми.

Представлений перелік забруднювачів їжі хімічного і біологічного походження підкреслює їх численність і різноманіття факторів, що впливають на ступінь їх небезпеки і поширеності.



# Шляхи надходження чужорідних речовин в харчові продукти

Чужорідні речовини потрапляють в продукти харчування різними шляхами:

- ❑ при обробці сільськогосподарських культур і тварин хімічними речовинами з метою знищення на них комах, для полегшення збирання врожаю, при внесенні мінеральних добрив у ґрунт. Так, наприклад, з продуктами харчування надходить в організм 95% пестицидів, з водою 4,7%, і лише 0,3% з атмосферним повітрям. Близько 70% нітратів і нітритів надходить з овочами та картоплею, інші 30% з водою, м'ясними продуктами і ін .;
- ❑ деякі сторонні речовини додаються до харчових продуктів для поліпшення їх зовнішнього вигляду, смаку, з метою підвищення стійкості до зберігання (консерванти, барвники, ароматизатори, антиокислювачі, нітрити, підсилювачі смаку, розпушувачі та ін.);
- ❑ частина з'єднань потрапляє і утворюється в продуктах в процесі їх технологічної обробки (при копченні, ультрафіолетовому та іонізуючому опроміненні, застосування ультразвуку);
- ❑ деякі чужорідні речовини є природною домішкою до продуктам- надмірний вміст мікроелементів (селен, фтор, йод, бром, молібден і ін.), Насіння бур'янів;
- ❑ в харчові продукти можуть мігрувати компоненти тари, посуду, і апаратури, можуть потрапляти залишки миючих і дезінфікуючих засобів.

Певною мірою накопичення чужорідних речовин в організмі людини і тварин сприяє наявність в природі так званих «харчових ланцюгів», тобто прояв таких еволюційних взаємин, коли одні організми служать їжею для інших. При цьому накопичення стороннього речовини, передаючись від однієї ланки до іншого, в кінцевому підсумку зростає в багато разів. Найбільш значна кумуляція ксенобіотиків спостерігається у водному середовищі, тому що гідробіонти позбавлені механізму захисту від накопичення чужорідних речовин і кумулюють їх. Ю.Одум в книзі «Екологія» наводить приклад: якщо у воді водойми міститься незначна кількість ДДТ, то вже в планктоні концентрація його збільшується в 800 разів, в тканини щуки- в 26 тис.раз, в тканини чаплі - в 70 тис. разів, а в тканинах бакланів, що харчуються більш великою рибою, у же в 528тис. раз у порівнянні з утримання ДДТ у воді.

# Оптимізація харчування в умовах несприятливого впливу екологічних факторів

