

КОНТАМІНАЦІЯ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ, ЕНДОЕКОЛОГІЯ І ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

В.І. Смоляр, доктор мед. наук, професор, **Г.І. Петрашенко**, кандидат мед. наук, **О.В. Голохова**
ДП "Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки
імені академіка Л.І. Медведя МОЗ України", м. Київ

Резюме. Контамінація продуктів харчування є однією з головних причин порушення внутрішньої чистоти (ендоекології) організму і захворюваності населення. Наведено системи детоксикації, які оберігають внутрішнє середовище людини від токсичних речовин, механізми їхньої взаємодії з ферментною системою. Акцентовано увагу на дії низьких концентрацій, близьких до МДР, на організм людини, комбінованої дії кількох токсикантів, а також на методах контролю за забрудненням харчових продуктів на всіх етапах їхнього виробництва, транспортування, зберігання та реалізації.

Ключові слова: токсиканти, контамінація, ендоекологія, здоров'я населення.

Погіршення здоров'я населення часто пояснюється значними масштабами забруднення харчових продуктів. Отже, охорона внутрішнього середовища організму від надходження чужорідних речовин стала однією з найактуальніших проблем сучасності. Досвід свідчить про те, що патогенна дія контамінантів не обмежується виникненням різко виражених і тяжких форм захворювань. Поряд з ними існують стерті форми з мінімальною симптоматикою. У зв'язку з цим створення уніфікованої системи моніторингу продуктів з метою оцінки контамінації чужорідними речовинами та їхнього впливу на біологічні системи і стан здоров'я окремих індивідуумів і популяції в цілому є важливим державним завданням [1].

Екологія харчування може бути як фактором адаптованим, дозволяючи зберегти здоров'я, так і фактором дизадаптивним, посилюючим негативний вплив на стан здоров'я. Різноманіття умов життя, традицій і національні особливості спричинили виникнення регіональних відмінностей у харчуванні та процесах метаболізму, розвитку механізмів адаптації, що викликають особливості базального, азотистого, ліпідного, мінерального обміну, змінення ферментативної активності травної системи.

В останні десятиліття ми стали свідками формування нового напрямку досліджень, який одержав назву екологічна біохімія [1]. Екологічна біохімія вивчає біохімічні основи взаємовідносин живої природи і людини. Розвитку цього напрямку значною мірою сприяли успіхи в ідентифікації органічних речовин, які в мікродозах містяться в продуктах харчування, а також використання сучасних високочутливих хімічних методів щодо вивчення біологічних систем. Хімічні сполуки, особливо продукти вторинного метаболізму знаходяться у полі

зору вчених, адже вони відіграють істотну роль у складній взаємодії природних систем рослина — тварина — людина.

Незаперечним є факт, що рослинність Землі систематично знищується внаслідок активної промислової та господарської діяльності людини. Але зелені «легені» нашої планети продовжують панувати в природі, володіють внутрішньою здатністю до оновлення. Отже, усі рослини мають сильні як захисні, так і токсичні властивості. Саме певна токсичність притаманна більшості рослин, а токсини відіграють ключову роль в їхньому захисті від знищення.

Необхідно підкреслити, що наші уявлення про рослинні токсини тривалий час знаходились під впливом обмеженого погляду: токсичними є лише ті рослини, які небезпечні для людини та сільськогосподарських тварин. Але зовсім не враховувався той факт, що рослини, здавалось, безпечні для людини, можуть стати токсичними за певних умов. Адже токсичність хімічної сполуки залежить від дози, віку і стану здоров'я людини, механізму засвоєння і способу виведення токсину із організму [2]. Так, глікоалкалоїд соланін присутній в усіх сортах картоплі в такій кількості, яка рідко може бути небезпечною для людини при її споживанні. Отруєння соланіном реальне лише в разі надмірного його накопичення на поверхні ґрунту. В таких випадках організм людини не встигає адаптуватися до токсину і може загинути від порушень процесу тканинного дихання. Рослинні токсини часто виступають у ролі репелентів, попереджуючи про свою присутність за допомогою впливу на зорові або нюхові рецептори людини і тварин.

Серед азотовмісних токсинів у продуктах рослинного походження найпростішими в структурно-відношенні є небілкові амінокислоти. Вони

широко розповсюджені серед продуктів рослинного походження. В наш час відомо близько 300 таких амінокислот. Вони виступають у ролі антиметаболітів тієї чи іншої з 20 білкових амінокислот і спричиняють пряму токсичну дію. Значну кількість небілкових амінокислот виявлено серед бобових. Екологічна функція токсичних небілкових амінокислот у бобових достатньо зрозуміла, оскільки вони широко використовуються в харчуванні населення. Крім токсичних амінокислот, у бобових міститься багато інших токсичних речовин.

У комплексі чинників, які визначають здоров'я людини, важлива роль належить недопущенню проникнення контамінантів у внутрішнє середовище організму, збереження внутрішньої екології (ендоекології) людини.

Будь-яка чужорідна речовина, яка потрапляє до організму людини, піддається атаці з боку метаболічних систем. Основна мета цієї атаки — захист внутрішнього середовища організму. Сталість внутрішнього середовища, його чистота — це основні показники здоров'я. Вони є предметом захисту з боку багатьох механізмів.

У системі охорони внутрішнього середовища організму важлива роль належить мембранним утворенням, які поділяють клітини на субклітинні ділянки і субклітинні структури, від селективної діяльності яких у багатьох випадках залежить стан внутрішнього середовища організму.

Доведено, що будь-яке різке порушення нормальної проникності мембран організму, яке виникає під впливом токсичних речовин, може призвести до швидкої метаболічної катастрофи і навіть до загибелі клітин. Але і в середині клітин організм має низку допоміжних захисних ферментних ліній, здатних призводити до детоксикації небезпечних речовин. До їх числа відносяться лізосоми, які відповідають за деградацію чужорідних високомолекулярних сполук. Лізосомальний апарат має цілий набір ферментів для того, щоб демонтувати складні чужорідні біологічні агрегати.

Крім того, багато низькомолекулярних сполук проникає в організм з їжею. Це ксенобіотики. Вони зустрічають другу лінію оборони на рівні гладкого ендоплазматичного ретикулуму. Ця система біологічного окиснення ксенобіотиків функціонує за провідної участі гемопротеїду — цитохрому Р-450. Існують й інші ферментні лінії захисту внутрішнього середовища організму, наприклад, від біогенних амінів: моноамінооксидази і діамінооксидази, а також ферментні системи, які обмежують тривалість дії окремих медіаторів нервових імпульсів: ацетохолінестерази, а також від ряду гормональних речовин.

Формування вказаних захисних ферментних ліній, призначених для захисту внутрішнього середовища організму значною мірою залежить від метаболічного фону організму, тобто від упоряд-

женості ферментних процесів перетворення основних харчових речовин на головному метаболічному конвеєрі організму. Головний метаболічний конвеєр організму становить основу життя. Він асимілює шляхи перетворення будь-яких речовин, які надходять до організму [3].

Домінуючою концепцією механізму дії токсичних речовин є взаємодія між хімічною речовиною і клітинним рецептором, тобто з певною ділянкою великих молекул. Цю концепцію рецепторів запропонував німецький вчений Ерліх. Згідно з його уявленнями, біологічна реакція виникає відразу ж або з деяким запізненням після реакції взаємодії молекул цієї ділянки клітин із комплементарними у хімічному відношенні молекул токсичних речовин. З'ясовано, що реакція взаємодії чужорідної речовини з рецептором підлягає закону діючих мас. Між хімічними токсичними речовинами і специфічними до них рецепторами виникають фізико-хімічні зв'язки різного типу. Основними рецепторами в організмі є ферменти та інші речовини білкової природи. Згідно з окупаційною теорією Кларка, максимальний ефект взаємодії виникає, коли всі рецептори реагують з речовиною, що надійшла до організму, тобто ефект від циркулюючої в організмі токсичної речовини пропорційний поверхні рецепторів, зайнятої молекулами цієї речовини [4].

Відповідно до теорії німецького хіміка Е.Фішера, фермент і субстрат при взаємодії повинні підходити один до одного, як ключ до замка. Але так буває рідко. За теорією Кошланда при взаємодії ферменту і субстрату виникає зміна розташування атомних угруповань в активних центрах ферменту, пристосування до його субстрату. Конфірмаційні зміни відбуваються і в інших рецепторах білкової природи. Поширеним є уявлення про те, що в основі дії токсичних речовин є їхня здатність впливати на активність ферментів завдяки структурній близькості до інгібіторів або субстратів, з якими вони реагують. Прикладом такого гальмування активності залізовмісних ферментів є дія ціанідів та сірководню.

Розрізняють три системи детоксикації, які оберігають внутрішнє середовище людини від токсичних речовин (табл.).

Під ендоекологією розуміють сукупність мікроорганізмів, які населяють шлунково-кишковий тракт, і ентерального середовища [1]. Домінуючі групи мікроорганізмів здійснюють імунологічний захист від випадкової мікрофлори.

Нормальна бактеріальна флора ЖКТ нешкідлива, більше того, вона необхідна для нормального розвитку фізіологічних функцій макроорганізму. Бактеріальна флора ЖКТ є своєрідним трофічним гомеостатом, який забезпечує руйнування надлишкових компонентів їжі й утворення дефіцитних продуктів. Крім того, окремі продукти її життєдіяльності беруть участь у регуляції низки функцій орга-

Системи детоксикації в організмі людини

Системи детоксикації	Основні компоненти систем детоксикації
Монооксигеназна система печінки	Ферменти монооксигеназної системи
Імунологічна система	Імуноглобуліни, лімфоцити крові
Видільна система	Нирки

нізму людини. Тому підтримання нормальної бактеріальної флори в організмі є одним із важливих завдань оптимізації харчування і життєдіяльності.

Крім популяції бактерій, які живуть у порожнині ЖКТ, існує також бактеріальна флора, зв'язана з структурами внутрішньої поверхні кишківника. Вона істотно відрізняється від порожнинної мікрофлори як за складом, так і за біохімічними характеристиками. Доведено, що при зміні стану харчування і захворюваннях спостерігаються значні порушення мукозної популяції мікроорганізмів. Вважають, що симбіоз мікро- і макроорганізмів є давнім еволюційним надбанням. Більше того, бактеріальна флора являє собою необхідний атрибут існування живих організмів.

Отже, доведено, що в метаболічному відношенні організм людини — надорганізмenna система, яка складається з домінуючого багатоклітинного організму і специфічної бактеріальної полікультури. Завдяки їй певна частина вітамінів і незамінних амінокислот, які потребує організм людини, надходить за рахунок бактерій. Таким чином, з позиції раціонального харчування слід оцінювати не лише екологію в цілому, а й ендоекологію людини.

Нормальна ендоекологія може бути порушена, що може призводити до різкої зміни потоку бактеріальних метаболітів (див. рис.). Порушення складу бактеріальної популяції кишечника виявлено, зокрема при зміні складу харчового раціону, а також при захворюваннях ЖКТ. Дисбактеріози провокують багато вторинних порушень, змінюють реактивність організму, викликають різні патології. Тому збереження мікрофлори і попередження її порушення — одне з важливих завдань медицини і гігієни харчування, зокрема.

У багатьох країнах, особливо з високими стандартами гігієни, останнім часом значного поширення набула так звана система НАССР. Це ідентифікація критичних точок на виробництві і контроль у цих точках параметрів, які впливають на ріст мікроорганізмів. Але попри використання цього методу, він сьогодні не є таким ефективним, яким був у недалекому минулому, і не дозволяє впоратися із захворюваннями, викликаними новими і старими патогенами. У світі кількість отруєнь постійно зростає, навіть попри суворе дотримання гігієнічних вимог. Так, в останні 20 років кількість випадків

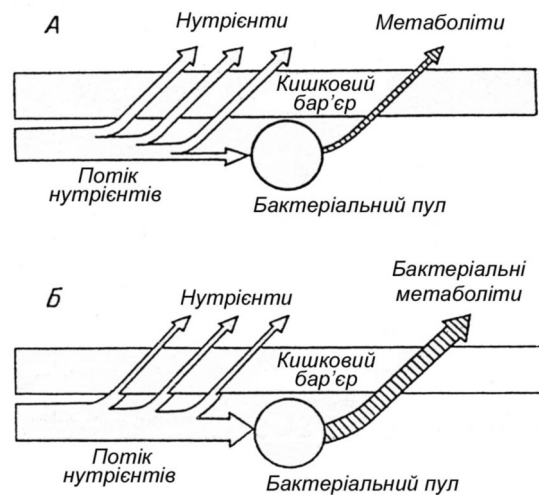


Рис. Співвідношення між первинними нутрієнтами і бактеріальними метаболітами при фізіологічних (А) і патологічних (Б) станах організму (1).

сальмонельозів, викликаних м'ясом і яйцями, одержаними від хімічно здорової птиці, а також пріонових інфекцій, які виникають внаслідок використання м'яса рогатої худоби, зростає.

У зв'язку з повсюдною хімізацією практично всіх галузей народного господарства і сфери побуту останнім часом накопичується все більше даних про істотний вплив потенційно токсичних сполук на стан здоров'я і захворюваність населення. При цьому забруднювачі впливають на людину і здатні дати певний ефект на рівні надто низьких концентрацій [2, 5]. Відносно техногенних токсикантів, які діють в реальних умовах, поняття «низька концентрація» включає рівні, близькі до МДР. Якщо ж йдеться про умови, які моделюють у хронічних дослідках на тваринах, то мають на увазі концентрації на рівні порогових або близьких до них. Потрібно зазначити, що вплив на людину довготермінової дії малих доз забруднювачів харчових продуктів ще мало вивчений.

Попри обмеженість накопичених знань про наслідки вживання в їжу малих концентрацій шкідливих хімічних речовин, стає зрозумілим, що технічний розвиток країн світу веде до поступового зростання видів і кількості хімічних речовин, які впливають на населення. Крім того, кілька сотень

хімічних речовин використовуються як харчові добавки з метою поліпшення якості та зовнішнього вигляду харчових продуктів промислового виробництва. У зв'язку з цим першорядне значення має здійснення токсикологічної оцінки харчових продуктів і систематичного нагляду за їхнім використанням. Це завдання може бути виконаним, якщо будуть здійснені ефективні законодавчі, адміністративні та технічні заходи щодо нагляду та контролю за їхнім забрудненням на всіх етапах виробництва, транспортування, зберігання та реалізації, якщо будуть здійснені ефективні заходи по контролю та використанню шкідливих харчових добавок.

Останнім часом виникло поняття «чинники малої інтенсивності», які свідчать, що і в малих концентраціях токсиканти негативно впливають на організм людини. Токсичність — це функція дози, а у випадку забруднення харчових продуктів доза — це поєднання вмісту контамінантів у продукті і кількості цього продукту в добовому раціоні. Абсолютно очевидно, що без інформації про кількість спожитих продуктів, існуючі обмеження рівня надходження контамінантів до організму не зможуть забезпечити охорону здоров'я. З іншого боку, інформація про МДР контамінантів у харчових продуктах сприймається населенням як об'ява про абсолютну безпеку продуктів при їх споживанні. Помилковість такого підходу стає очевидною, якщо враховувати, що споживання, наприклад 60 г риби, яка містить ртуть 0,5 мг на кг, означає наближення індивідуального споживання до ДСП, всановленого ВООЗ (тобто 300 мкг на добу). Але відомо, що рибалки, їхні сім'ї та любителі рибних страв легко споживають не 50-60 г, а значно більше риби (більше 1 кг на день).

Крім того, існуючі обмеження вмісту контамінантів у харчових продуктах не враховують підвищену чутливість до окремих контамінантів дітей, вагітних жінок, людей похилого віку. Виходячи з вищевказаного, виникла необхідність з метою удосконалення існуючих регламентів ввести визначення вмісту контамінантів у добових раціонах.

Дійсність висуває все нові проблеми в галузі гігієнічного нормування чужорідних речовин у харчових продуктах. Вони викликані, перш за все, тим, що постійно збільшується кількість речовин, які підлягають нормуванню. Щоб своєчасно вирішити завдання їхньої регламентації, потрібно розробити прискорені методи і експрес-методи нормування, які базуються на наявності кореляційної залежності між порогом хронічної дії речовини та її хімічною структурою, фізико-хімічними властивостями або токсичними параметрами, визначеними в гострому або короткотерміновому експерименті.

Важливою залишається проблема комбінованої дії двох або більшої кількості речовин. Нині цю проблему вирішують виходячи з багатовікового досвіду, що при взаємодії малих доз частіше всього спостерігається проста сумація ефекту. Однак повну відповідь на це питання може дати лише багатофакторний експеримент. Але принципи його виконання, а також програми з цієї проблеми в наш час не розроблені. Попри те, що це питання гігієнічної оцінки продуктів рослинного походження, одержуваних за інтенсивними технологіями, є основою багатьох програм. Як відомо, вони базуються на використанні багатьох хімічних речовин, а також існує велика імовірність наявності їх залишкових кількостей при одержанні на їхній основі харчових продуктів. Пошкодження, викликані хімічними сполуками, підвищеними дозами радіації, мутагенними забруднювачами середовища від різних технологій є причиною росту патологій вагітності та пологів, злоякісних пухлин, психічних порушень. За даними ВООЗ, 80 % хвороб є похідними від екологічної напруженості [3].

Як правило, при органічному ураженні мозку токсинами або інфекцією знижується рівень інтелектуальної активності. Так, при дії ртуті, сірководню, свинцю, ФОРП виникає зниження працездатності, втрата пам'яті, порушення мовних здібностей, тривога і депресія, тремор кінцівок. Однією з основних проблем дії шкідливих чинників навколишнього середовища на стан ЦНС є проблема виміру ступеня дисфункції її на тих стадіях, коли ще не спостерігаються чітко виражені неврологічні симптоми. Особливе значення з цієї точки зору мали б нейроепідеміологічні дослідження, які нині навіть не планують.

Попри досягнення в розумінні причин і механізмів харчових отруєнь, їхня загальна кількість невпинно зростає. Незважаючи на те, що встановлена відносна постійність територій і максимальна поширеність харчових отруєнь та харчових продуктів, які їх викликають (як правило птиця і м'ясні продукти), нині дослідники розглядають нові харчові продукти, які раніше вважали нехарактерними для харчових отруєнь (шоколад, порошокове молоко), а також нові збудники: *Vac. licheniformis*, *Plesiomonas shigelloides*, *Yersinia enterocolitica*, та низка вірусів. Швидкий прогрес у розробці мікробіологічних методів надає можливість виявити дуже малу кількість патогенів, які не могли бути виявлені традиційними методами.

Суспільний розвиток ставить перед охороною здоров'я нові гігієнічні проблеми, вирішення яких в недалекому майбутньому повинно забезпечити доброякісною їжею населення нашої планети.

ЛІТЕРАТУРА

1. Уголев А.М. Теория адекватного питания и трофология / А.М. Уголев. — СПб, «Наука», 1991. — 272 с.
2. Трахтенберг И.М. Книга о ядах и отравлениях / И.М. Трахтенберг. — К.: Наукова думка, 2000. — 366 с.
3. Смоляр В.І. Харчова токсикологія / В.І. Смоляр. — К.: Медицина України, 2014. — 395 с.
4. Махольц Р. Токсикологія харчових продуктів / Р. Махольц, Х.Й. Леверенц. — Берлін, 1989. — 664 с.
5. Abstracts of the VII Intern. Congr. of Toxicology. Paris, 1998. — 270 p.

Контаминация продуктов питания, эндоэкология и здоровье населения

В.И. Смоляр, А.И. Петрашенко, Е.В. Голохова

ДП "Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности имени академика Л.И. Медведя МЗ Украины", г. Киев

Резюме. Контаминация продуктов питания является одной из главных причин внутренней чистоты (эндоэкологии) организма и заболеваемости населения. Представлены системы детоксикации, которые защищают внутреннюю среду человека от токсикантов, механизмы их взаимодействия с ферментной системой. Акцентировано внимание на действии низких концентраций, близких к МДУ, на организм человека, комбинированного действия нескольких токсикантов, а также на методах контроля за загрязнением пищевых продуктов на всех этапах их производства, транспортирования, хранения и реализации.

Ключевые слова: токсиканты, контаминация, эндоэкология, здоровье населения.

Food contamination, endoecology and public health

V. Smolar, G. Petrashenko, O. Golokhova

«L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise)», Kyiv, Ukraine

Summary. Contamination of products is the first cause of internal purity (endoecology) of the organism and prevalence of disease. Detoxic systems which preserve the initial environment of the people from toxicants, mechanisms of interaction with ferment systems. Accent attention on the effect of low concentrations on the people, combine effect, some toxicants and about control methods of food contamination on the all stages of production, transportation, storage and realization. Key words: Toxicants, contamination, endoecology, public health.

Надійшла до редакції 10.10.2014