

- 1999р. Олександр Перепелиця.
Про забруднення харчових продуктів металами і неметалами.
- 1999г. Александр Перепелица
О загрязнении пищевых продуктов металлами и неметаллами.
- 1999у. Alexander Perepelytsya.
About sols of food products by metals and non-metals.

Описані механізми проникнення токсичних елементів у харчові продукти. Зазначені джерела надходження токсичних речовин.

Описаны механизмы проникновения токсических элементов в пищевые продукты. Указанны источники поступления токсических веществ.

Mechanism of penetration toxical elements into food products are described. Sources of arrive toxical substances are named.

Ключові слова: механізм, проникнення, харчові продукти, токсичні елементи, джерела надходження.

Ключевые слова: механизм, проникновение, пищевые продукты, токсические элементы, источники поступления.

Keywords: mechanism, penetration, food products, toxical elements, sources of arrive.

ПРО ЗАБРУДНЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ МЕТАЛАМИ І НЕМЕТАЛАМИ

Навіть невеликий вміст мікроелементів часто спричиняє зміну звичного кольору харчових продуктів за рахунок комплексутворення між іонами металів і рослинними пігментами, що є в складі їжі. Так, вишні чорніють від контакту з мідним посудом, те саме спостерігається, якщо яблучний сік зберігати в залізній тарі, надмірна кількість алюмінію або олова також спричиняє потемніння багатьох продуктів.

Сліди мікроелементів у складі жирів діють як каталізатори їх окиснення, внаслідок чого жири гіркнуть, особливо якщо до їх складу входять залишки ненасичених жирних кислот.

Одним із основних джерел забруднення харчових продуктів є сама вихідна сировина, яка може не відповідати необхідним вимогам щодо вмісту в ній хімічних елементів.

Переважає більшість рослин, що дають сировину для харчових підприємств, поглинають хімічні елементи в обмеженій кількості, проте є групи рослин, які спроможні накопичувати певні елементи в дуже великих кількостях. Прикладом може бути накопичення цинку в листках подорожника, плюмбуму – в рослинах придорожніх лісових смуг, селену – в бобах. Є рослини, яким підвищений вміст у ґрунті певних хімічних елементів навіть «подобається». Такі рослини слугують природними індикаторами на купрум, уран, кобальт, аурум або аргентум і допомагають геологам у пошуках корисних копалин. Але підвищений вміст шкідливих елементів у рослинах і організмах тварин може сприяти їх переходу до складу харчових продуктів.

Так, кадмій відкладається у зернах рису внаслідок використання для зрошення промислових стічних вод електролітичних виробництв. Ще в 50-х роках в Японії був випадок, коли понад 50 чоловік загинули від вживання зерен рису з підвищеним вмістом кадмію. Зерна пшениці, подібно до рису, акумулюють цинк і плюмбум, тому за недотримання певних вимог борошно може бути забруднене цими металами.

Планктон і риба також легко поглинають з морської води арсен, меркурій, плюмбум, кадмій і при необережному використанні можуть бути джерелом забруднення харчових продуктів.

У наш час обсяг відходів життєдіяльності людини досить значний і з кожним роком зростає. Основну масу твердих відходів закопують у котловани, що утворені внаслідок добування вапняку, глини, піску або гравію. Велика частина відходів переробляється на мул стічних вод і міський компост, які потім застосовуються як ґрунтові добрива.

Технологія переробки стічних вод на добрива за певної економічної вигоди приховує в собі небезпеку забруднення ґрунтів насамперед купрумом, ферумом, манганом і, що особливо небезпечно, цинком, плюмбумом і меркурієм. Вміст цинку в стічному мулі може бути в 300 разів більший, а купруму і бору – в 100 разів більший, ніж у природних ґрунтах. Названі метали важко вилучаються з ґрунту і впливають на хімічний склад урожаїв протягом багатьох років, хоч не всі вони однаково поглинаються рослинами. Найбільше рослини накопичують бор, плюмбум, кадмій та мер-

курій, незначною мірою – цинк і купрум.

Хімічні добрива, особливо фосфорні, можуть виступати джерелом токсичних металів, якщо їх вміст у добривах підвищений. Звичайна пшениця легко вбирає у свої зерна кадмій, якщо вміст останнього у ґрунті значний.

Сільськогосподарські хімікати – фунгіциди, інсектициди і гербіциди – мають у своєму складі мідь, меркурій, арсен, плюмбум. Їх використовують для обробки овочів і фруктів, звідки вони можуть потрапити до їжі або напоїв (соків, вина), а після вживання – до організму. Підвищений вміст арсену у м'ясі тварин може спричинити препарат ортоарсенатної кислоти, який використовують як стимулятор приросту маси тварин.

Потрапляє арсен до рослин і організму людини тому, що за своїми хімічними і кристалографічними особливостями він подібний до фосфору і замінює його в природних сполуках.

На превеликий жаль, упродовж останніх століть людина виявилася невдячною природі і, спокусившись благами цивілізації, нещадно експлуатувала і забруднювала її. Зокрема, це стосується й води, куди викидалося все – від побутового сміття до відходів металів. Брудна вода може спричинити серйозні інфекційні захворювання – дизентерію, черевний тиф, холеру тощо, а також смертельні отруєння людей після вживання риби з підвищеним вмістом токсичних елементів.

В Україні така небезпека існує поблизу міст, де розвинуті хімічна, електрохімічна, металургійна, радіотехнічна, гальванічна промисловість, а поряд є річки або моря. Це – Черкаси, Кременчук, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Кривий Ріг, Одеса, Севастополь, Хмельницький, Вінниця і деякі інші.

Вихідна харчова сировина в більшості випадків потребує технологічної обробки. Якщо процеси миття і очищення від частинок землі відбуваються неякісно або сировина контактує з металами протягом значного часу, то цим самим створюються умови для її забруднення металами. До готового продукту метал може переходити з тари, якщо в хімічному відношенні вона нестійка до того продукту, який у ній зберігається. Таким чином, як обладнання, так і тара може бути джерелом хімічного забруднення.

Відомий випадок отруєння дітей дитячого садка домашнім м'яким сиром, який зберігався в оцинкованому відрі. Сироватка сиру з великим вмістом молочної кислоти прореагувала з цинком, внаслідок чого утворилася токсична сполука цинку, яка забруднила продукт, що й призвело до нещасного випадку. Стародавні римляни полюбили вживати добре вино, яке зберігалось у полив'яних глеках. Оскільки до складу поливи (глазурі) входив оксид плумбуму, то останній легко переходив до вина у вигляді розчинних комплексів. Вживання такого вина спричиняло хронічні отруєння плумбумом. Медики вважають, що чудернацькі вчинки римських імператорів були наслідком їхнього хворобливого стану від отруєння цим металом. В Югославії траплялися випадки отруєння людей плумбумом з маслин, які зберігалися у свинцевому посуді.

У сучасному побуті деколи використовують луджений посуд – це мідний посуд, покритий тонким шаром олова. Оскільки олово має домішку свинцю, то

він разом з міддю легко переходить до їжі, якщо вона має хоч невеликий вміст органічних кислот – яблучної, оцтової, молочної і деяких інших. Зрозуміло, що варити борщ (а він має домішки органічних кислот) в лудженому посуді є справою досить ризикованою.

Метали можуть потрапити до харчових продуктів також з полив'яного і емальованого посуду. Глиняний посуд лише тоді майже не забруднює харчові продукти, якщо він поливаний твердим, рівним і міцним шаром покриття. Металевий посуд, покритий яскраво-жовтими або червоними емаллями, може бути джерелом появи в продуктах плумбуму й кадмію, бо ці сполуки металів є компонентами неорганічних пігментів.

Плумбум і кадмій можуть потрапляти до харчових продуктів з візерунків скляного посуду, паперових і поліетиленових обгортки і етикеток. Особливо небезпечні ті, що містять яскраві кольорові барви, до складу яких входять неорганічні фарби з вмістом плумбуму і кадмію. Відомий факт, коли гумова жуйка була в привабливій обгортці, що містила 88 мг/кг плумбуму. Тут і варто замислитись, чи настільки вже необхідні Україні зарубіжні харчові продукти.

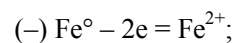
Пластмасові упаковки виявились непоганими у використанні. Під час перевірки було виявлено, що з їх поверхні метали переходять до продуктів у малих кількостях.

Харчові продукти можуть забруднюватися металами не лише через друкарські фарби, а й через харчові барвники. В багатьох країнах світу такі барвники було вилучено з ужитку і заборонено через підвищений вміст арсену, кадмію, хрому і плумбуму.

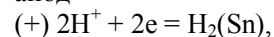
Джерелом шкідливих елементів на практиці може бути металева тара або упаковка, в якій зберігають готові продукти. Консервні банки, виготовлені із залізної жерсті і луджені оловом, широко використовуються для

зберігання м'ясних, рибних і молочних продуктів. Надійність щодо відсутності забруднення може бути гарантована в цьому випадку лише тоді, коли продукти містять малі кількості органічних кислот, нітратів, окисників чи відновників, а температура зберігання досить низька. Захисником стінок металевих банок від дії агресивних домішок їжі слугує харчовий лак, хоч є дані про те, що сам харчовий лак може бути джерелом плумбуму і спричинити забруднення.

Якщо зазначені умови порушено, то метал консервних банок або тари може реагувати з продуктом. Така взаємодія частіше має характер електрохімічної корозії: більш активний метал слугує анодом у гальванічній парі двох металів, а менш активний метал – катодом. Як приклад розглянемо корозію залізної жерсті, покритої оловом. Якщо захисне покриття порушене (удар, подряпина, агресивна дія хімічної домішки), то два метали тари – залізо і олово – вступають у контакт з харчовим продуктом. У кислому середовищі одночасно ідуть процеси:



анод



катод

тобто залізо, як більш активний метал, розчиняється і переходить у розчин, а на олов'яному покритті виділяється водень: це зумовлено значенням стандартних електродних потенціалів ($E_{\text{Fe/Fe}^{2+}}^0 = -0,44\text{В}$, $E_{\text{Sn/Sn}^{2+}}^0 = -0,14\text{В}$)

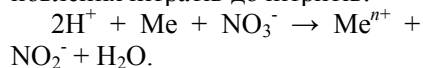
Гази, які можуть утворюватися у продуктах консервних банок, у тому числі й водень, призводять до їх здуття. Такі консерви вважаються непридатними для харчування, бо можуть спричинити харчові отруєння.

У нейтральному або слабко-лужному середовищі водень на

олові не виділяється, а натомість іде процес деполяризації, який відбувається найбільш активно в присутності кисню:

(+) анод: $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$.

Токсичність металів значно зростає, якщо в їжі містяться нітрати. Тоді можлива реакція відновлення нітратів до нітритів:



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

Очевидно, тут спостерігається кумулятивний ефект токсичності, зумовлений вмістом металу і амінів. Останні особливо швидко утворюються, коли харчовий продукт з підвищеним вмістом нітратів піддають термообробці в алюмінієвому посуді. Небезпека забруднення плумбумом, арсеном і стибієм пов'язана також з тим, що ці метали є домішками до олова, яким лудять жерсть для консервних банок

Упродовж багатьох десятиліть для пакування харчових продуктів використовується алюмінієва фольга, яка добре себе зарекомендувала в харчовій промисловості. Але виявляється, що як і інші метали, вона має присаджувальні елементи: ферум, купрум, цинк, манган і хром. Якщо створюються відповідні корозійні умови, то як сам алюміній, так і його домішки з фольги можуть потрапити до продуктів. Щоб цього не сталося, алюмінієва фольга упаковки не повинна контактувати з металами або неметалами, стосовно яких алюміній є активнішим і в корозійному середовищі виступає як анод.

$E_{Al/Al^{3+}}^0 = -1,66 \text{ В}$, тоді як

$E_{Zn/Zn^{2+}}^0 = -0,76 \text{ В}$;

$E_{Cd/Cd^{2+}}^0 = -0,40 \text{ В}$,

$E_{Ni/Ni^{2+}}^0 = -0,25 \text{ В}$,

$E_{Pb/Pb^{2+}}^0 = -0,13 \text{ В}$,

$E_{Cu/Cu^{2+}}^0 = +0,34 \text{ В}$,

$E_{2Hg/Hg_2^{2+}}^0 = +0,79 \text{ В}$,

$E_{Hg/Hg^{2+}}^0 = +0,85 \text{ В}$

металів видно, що в гальванічній парі алюміній – метал активності впливу на алюміній металу, що контактує, зростає від цинку до ртуті. Порівнюючи хімічну активність уже розглянутих металів щодо харчових продуктів, які контактують з ними, можна виділити метали, придатні для виготовлення харчового обладнання або несумісні з харчовими продуктами.

За певних умов алюміній може бути використаний у виробництві тари й фольги, але через високу хімічну активність цей метал має порівняно нешироке застосування. Те саме можна стверджувати про луджену залізну жерсть.

Набагато кращим матеріалом слугують хімічно стійкі нержавіючі сталі, з яких домішки міді, нікелю і хрому дуже повільно і в малих кількостях переходять до харчових продуктів. Посуд з нержавіючої сталі не відновлює нітрати харчових продуктів до нітритів, через що має вагому перевагу над алюмінієвим. До металів, непридатних для контакту з їжею, належать кадмій, нікель, мідь, цинк і берилій. А застосування сплавів берилію заборонено на підприємствах харчової промисловості через його високу токсичність.

З наведених значень стандартних електродних потенціалів

Надійшла _____2013р. Олександр Перепелиця. Біологія і хімія в школі. 1999.
№ 2. с. 45-47.