

Міністерство освіти і науки України  
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

*Галина ПЕТРУШИНА*

*Неорганічна хімія:  
«Біогенні елементи»*

*Довідник*

Дніпро 2023

**УДК 546(035)**

**ПЗ0**

Рекомендовано до друку Вченою радою Дніпровського державного аграрно-економічного університету (протокол №8 від 25 травня 2023 р.)

**Рецензенти:**

**Ю. О. Чурсінов**, доктор технічних наук, професор (Дніпровський державний аграрно-економічний університет)

**Ю. В. Зеленько**, доктор технічних наук, професор (Український державний університет науки і технологій)

**Н. В. Стець**, кандидат хімічних наук, доцент (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара)

ПЗ0 Петрушина Г.О. (2023). Неорганічна хімія: «Біогенні елементи».

Довідник. Дніпро: «Пороги». 136 с.

ISBN 978-617-518-416-5

У даному довіднику розглядається біологічна роль найбільш важливих елементів, їх вміст у тілі людини, як впливає їх нестача та надлишок на здоров'я людини, а також рекомендована добова доза до споживання і харчові продукти, багаті на той чи інший елемент. Дане навчальне видання призначене для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю «Харчові технології», також буде цікавим для здобувачів за спеціальністю «Ветеринарія» та «Ветеринарна гігієна, санітарія та експертиза».

ISBN 978-617-518-416-5

© Г.О. Петрушина, 2023

# Вступ

*Нехай їжа буде вашими ліками, а не ліки – вашою їжею  
(Споживай їжу як ліки, інакше будеш їсти ліки як їжу)  
Гіппократ*

Їжа – це те, що їдять, чим харчуються, будь-яка речовина, придатна для їжі та пиття живим організмам для поповнення запасів енергії та необхідних інгредієнтів для нормального перебігу хімічних реакцій обміну речовин: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінералів та мікроелементів. Саме з їжею у живий організм потрапляють поживні речовини, там вони засвоюються клітинами з метою вироблення та накопичення енергії, підтримки життєдіяльності, а також забезпечення росту та нормального функціонування. Основним призначенням їжі – це джерело енергії, відновлюваних матеріалів та «будівельного матеріалу» для організму. Харчові продукти є складними, багатоконпонентними, основні їх складові – білки, жири і вуглеводи, крім цього вони містять інші органічні та неорганічні речовини. І органічні, і неорганічні речовини складаються з хімічних елементів. Важливість того чи іншого хімічного елемента для живих істот визначається не його кількістю. Звичайно, що елементи-органогени, такі як Карбон, Оксиген, Гідроген і Нітроген, складають основу життя, отже присутні у продуктах харчування у великій кількості – вони є основою білків, жирів і вуглеводів, а отже і основою їжі. Проте багато мікроелементів входять у зовсім невеликих кількостях до складу ферментів, гормонів та інших життєво важливих сполук, які впливають на процеси розмноження, кровотворення та ін.

У даному посібнику розглядається біологічна роль найбільш важливих елементів, їх вміст у тілі людини, як впливає їх нестача та надлишок на здоров'я людини, а також харчові продукти, багаті на той чи інший елемент та рекомендована добова доза до споживання. Елементи в ньому розміщені спочатку ті, що знаходяться в головних підгрупах (спочатку елементи першої групи, потім другої і т.д.), потім елементи побічних підгруп, за зростанням їх порядкового номера у періодичній таблиці. Наприкінці посібника розміщені

література, глосарій медичних термінів та додатки з довідниковими даними щодо вмісту елементів в організмі людини, в харчових продуктах, а також рекомендована їх кількість для щоденного споживання. Даний посібник призначений для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю «Харчові технології» для кращого розуміння значення хімічних елементів для життя та здоров'я людини. Сподіваюсь, що ці знання стануть в нагоді у вашій професійній діяльності для створення не тільки поживних, а і корисних продуктів харчування.

## Хімічні елементи у харчових продуктах

До органогенних елементів (макронутрієнтів) належать Оксиген, Карбон, Гідроген та Нітроген, вони становлять основну частку маси клітини. Переважно з цих елементів побудовані білки, жири, вуглеводи, нуклеїнові кислоти та багато інших органічних речовин. Мінеральними речовинами харчових продуктів називаються складові, які залишаються у вигляді золи після спалювання рослинних і тваринних тканин. В одній і тій самій харчовій сировині вміст мінеральних речовин може сильно коливатися залежно від генетичних і кліматичних факторів, агротехніки, складу ґрунту та стиглості врожаю, та інших факторів. Зміни у вмісті мінеральних речовин зазвичай відбуваються також при обробці сировини, наприклад, при нагріванні і розділенні матеріалів. Постачання мінералів залежить не тільки від кількості елемента, що потрапляє в організм з їжею, але і від біодоступності, яка істотно пов'язана зі складом їжі: окисно-відновний потенціал і значення рН обумовлюють валентний стан елемента, а отже його розчинність та поглинання. Ряд харчових компонентів, наприклад, білки, пептиди, амінокислоти, полісахариди, цукри, лігнін, фітин і органічні кислоти, зв'язують мінерали і підсилюють або пригнічують їх засвоєння.

Мінеральні речовини за вмістом у тілі людини поділяють на: основні елементи (макроелементи), мікроелементи і ультрамікроелементи. Основні елементи (*Na, K, Ca, Mg, Cl, P*) необхідні людині в кількості >50 мг/добу; мікроелементи (*Fe, I, F, Zn, Se, Cu, Mn, Cr, Mo, Co, Ni*) необхідні в концентраціях <50 мг/день; ультрамікроелементи (*Al, As, Ba, Bi, B, Br, Cd, Cs, Ge, Hg, Li, Pb, Rb, Sb, Si, Sm, Sn, Sr, Tl, Ti, W*) [8]. Основні та мікроелементи мають дуже різноманітні функції: як електроліти, як компоненти ферментів і як будівельні матеріали тощо. Важливість мінералів як харчових інгредієнтів залежить не тільки від їхньої харчової та фізіологічної ролі. Вони сприяють смаку їжі та активують або пригнічують каталізовані ферментами та інші реакції, а також впливають на текстуру їжі.



### **1. Будова та властивості**

Гідроген – елемент I групи періодичної системи, атомний номер 1, атомна маса 1. Вперше виділено фламандським хіміком І. Ван Гельмонтом у XVII ст. Вивчений англійським фізиком та хіміком Г. Кавендішем наприкінці XVIII ст. Назва Гідроген походить від грец. *hydro genes* (той, що породжує воду).

Гідроген є одним із найпоширеніших елементів у Всесвіті. Енергія, випромінювана Сонцем, народжується внаслідок реакції злиття чотирьох ядер Гідрогену в ядро Гелію. На Землі Гідроген входить до складу води, мінералів, вугілля, нафти, усіх живих істот. У вільному вигляді невеликі кількості водню зустрічаються у вулканічних газах.

Водень – газ без кольору та запаху, не розчиняється у воді, утворює з повітрям вибухонебезпечні суміші. Існують три різновиди водню: протій, дейтерій та тритій, що розрізняються за кількістю нейтронів. Отримують водень при електролізі води, як побічні продукти при переробці нафти.

### **2. Вміст в організмі**

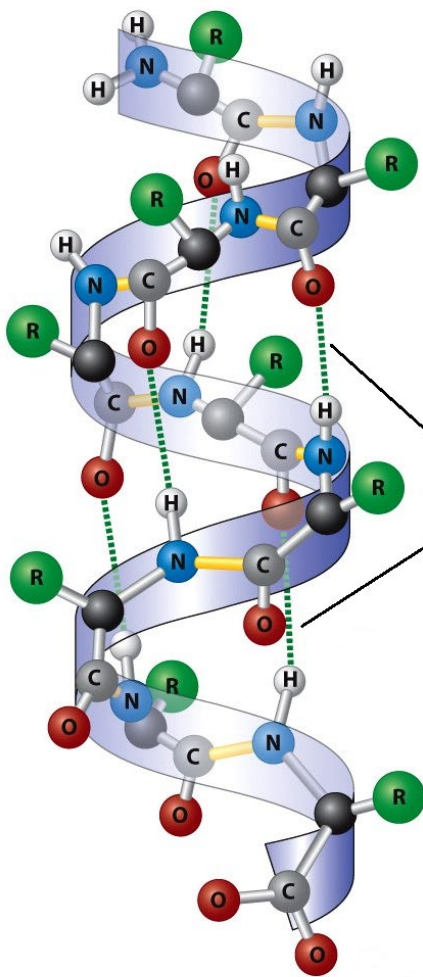
Вміст Гідрогену в організмі дорослої людини становить близько 10% (7 кг на 70 кг маси тіла). В організмі людини Гідроген у поєднаннях з іншими макроелементами утворює аміногрупи та сульфгідрильні групи, що відіграють найважливішу роль у функціонуванні різних біомолекул. Водень входить до структури білків, вуглеводів, жирів, ферментів та інших біоорганічних сполук, що виконують структурні та регуляторні функції. Вступаючи у реакцію із киснем, водень утворює молекулу води. Вода – основна речовина, з якої складається організм. У тілі новонародженої людини вміст води становить близько 80 %, у дорослої – 55–60 %.

### 3. Біогенна роль

Основна функція водню – структурування біологічного простору (вода та водневі зв'язки) та формування органічних (біологічних) молекул. Водень здатний реагувати з електронопозитивними і електрононегативними атомами, активно взаємодіяти з багатьма елементами, виявляючи як окисні, так відновні властивості. У реакціях з лужними і лужноземельними металами водень виступає як окисник, а стосовно кисню, сірки, галогенів виявляє відновні властивості. При втраті електрона атом водню перетворюється на елементарну частинку – протон. У водному розчині протон переходить у катіон гідроксонію, який гідратується трьома молекулами води та утворює гідратований катіон гідроксонію  $H_9O_4^+$ . У вигляді цього катіону протони знаходяться у водному розчині.

У біологічних процесах протон відіграє винятково важливу роль: обумовлює кислотні властивості розчинів, приймає участь в окисно-відновних перетвореннях. За участю іонів Гідрогену відбувається зв'язування катіонів металів у біокомплекси, протікають реакції осадження (наприклад, утворення мінеральної основи кісткової тканини), гідролітичний розпад ліпідів, полісахаридів, пептидів.

Завдяки водневим зв'язкам (рис. 1) реалізується вторинна структура білка, здійснюється копіювання молекули ДНК, яка передає генетичну інформацію з покоління до покоління. Вода приймає участь у величезній кількості біохімічних реакцій, у всіх фізіологічних та біологічних процесах, забезпечує обмін речовин між організмом та зовнішнім середовищем, між клітинами та всередині клітин. Вода є структурною основою клітин, вона необхідна для підтримки оптимального об'єму клітини, визначає просторову структуру і функції біомолекул. У біосередовищах частина води (близько 40 %) знаходиться у зв'язаному стані (асоціати з неорганічними іонами та біомолекулами). Вільна вода молекул асоційована водневими зв'язками у рухливу структуру. Між вільною та зв'язаною водою відбувається безперервний обмін молекулами.



водневі зв'язки

**Рис. 1. Вторинна структура білка, що реалізується завдяки водневому зв'язку**

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза для людини: нетоксичний. Летальна доза для людини: даних немає.

Накопичення води в організмі (гіпергідратація) може супроводжуватися збільшенням вмісту води у міжклітинному секторі (набряки), в серозних порожнинах (водянка) і всередині клітин (набухання). Зменшення вмісту води в організмі (дегідратація), супроводжується зниженням тургору, сухості шкіри та слизових оболонок, гемоконцентрацією та гіпотензією. Втрата людиною всього 10 % води може призвести до серйозних наслідків для здоров'я, а втрата 20 % води призводить до смерті.

#### ***5. Продукти харчування***

Оскільки Гідроген входить до складу води, білків, жирів та вуглеводів, він міститься у великій кількості у всіх продуктах харчування та напоях.





### **1. Будова та властивості**

Літій – елемент I групи періодичної системи, другий період, атомний номер 3, атомна маса 7. Назва походить від грецьк. *lithos* (камінь). Відкритий А. Арфведсоном (Швеція) у 1817 р.

Літій – найлегший лужний метал, білий, м'який, сріблястого кольору. Літій має спорідненість до кисню, водню та азоту, з якими він активно взаємодіє.

Природним джерелом Літію служать мінерали сподумен, лепідоліт та ін. Сполуки Літію широко використовуються в атомній промисловості, металургії, органічному синтезі, виробництві скла та емалей тощо.

### **2. Вміст в організмі**

В організмі людини міститься 10–4 % Літію. Середній вміст Літію (у *мкг/г*) у різних органах значно різняться: у лімфовузлах – 200, легенях – 60, печінці – 7, цільній крові – 6, м'язах – 5, мозку – 4.

Протягом доби в організм дорослої людини надходить близько 100 *мкг* Літію. Іони  $Li^+$  швидко і практично повністю абсорбуються із шлунково-кишкового тракту (тонкий кишківник) а також із місць парентерального введення. Іони Літію легко проникають крізь біологічні мембрани.

### **3. Біогенна роль**

В організмі Літій сприяє вивільненню Магнію з клітинних «депо» і гальмує передачу нервового імпульсу, тим самим знижуючи збудливість нервової системи. У кістковій тканині при тривалому впливі Літію його концентрація виявляється вищою, ніж у інших органах. Скелет, безперечно, є місцем активної взаємодії Літію з Магнієм, Кальцієм та іншими мінеральними компонентами кісткової тканини. Є дані про вплив Літію на нейроендокринні процеси, жировий та вуглеводний обмін. В обмінних процесах Літій активно взаємодіє з іонами  $K^+$  та  $Na^+$ . Внаслідок цього препарати Літію не можна

вживати при дефіциті Натрію в організмі, оскільки це може викликати ураження нирок. Під впливом Літію зростає поглинання глюкози, синтез глікогену та рівень інсуліну в сироватці крові хворих на діабет, які застосовують препарати Літію, знижується рівень глюкози та кетонів у сечі. Літій має інсуліноподібний ефект.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза людини: 92-200 мг. Летальна доза для людини: дані відсутні. Ризик інтоксикації Літієм визначають за його концентрацією в слині та сечі.

Дані про клінічні прояви, що викликаються дефіцитом Літію, обмежені. Встановлено, що у хворих на хронічний алкоголізм спостерігаються знижені концентрації цього елемента в організмі. Можливо, дефіцит Літію зустрічається при імунодефіцитних станах та деяких новоутвореннях. У медичній літературі наводяться дані про зв'язок між вмістом Літію у питній воді та частотою депресій у населення різних регіонів.

При підвищеному вмісті Літію в організмі механізм його токсичного впливу залишається недостатньо вивченим. Можливо, що він впливає на механізми підтримки гомеостазу Натрію, Калію, Магнію та Кальцію. Харчові отруєння Літієм спостерігаються досить рідко. Інтоксикація Літієм часто має ятрогенну природу (отруєння препаратами Літію зустрічаються у психіатричній практиці). При тривалому впливі цього елемента зазвичай розвивається гіперкаліємія та дисбаланс Na/K. Токсичні ефекти солей Літію починають проявлятися при його концентрації у плазмі понад 10 мкг/л. При концентрації Літію в межах 11-13 мкг/л з'являються слабкі симптоми інтоксикації. Ці симптоми стають вираженими при зростанні його концентрації до 14–17 мкг/л і при рівні 21 мкг/л і вище розвивається клінічно виражена поліорганна патологія. До ранніх симптомів отруєння відносяться тремор рук, поліурія та помірний спрага. Симптомами середньої інтоксикації є діарея, блювання, м'язова слабкість, млявість та втрата координації. Симптомокомплекс важкого отруєння Літієм складається з неврологічних розладів: атаксії, погіршення зору,

втрати пам'яті, запаморочення, втрати орієнтації, судом, ступору та коми. При гострому отруєнні спостерігаються: токсичний дерматит, нудота, блювання, діарея; трахеїт, бронхіт, пневмонія); гіперрефлексія, тремор, атаксія, сплутаність свідомості і, в особливо важких випадках, – кома).

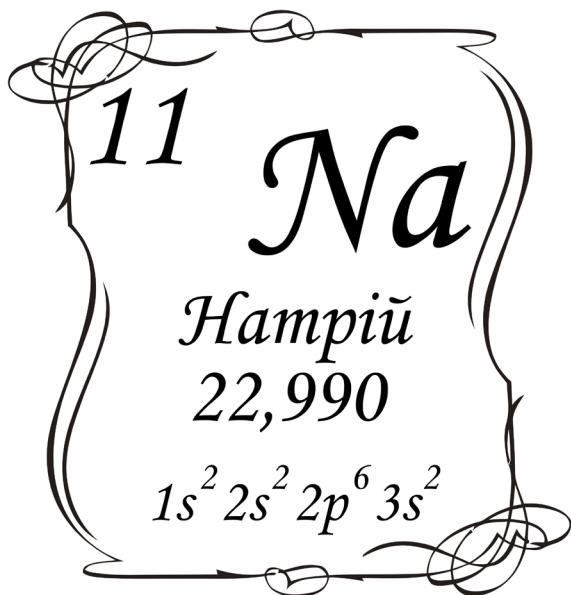
При хронічній інтоксикації Літієм відзначаються ураження нирок: пряме токсичне пошкодження гломерулярного апарату та тубулярних клітин, пригнічення активності антидіуретичного гормону, протеїнурія та поліурія. Страждають також серцево-судинна система (аритмія, зниження артеріального тиску) та щитовидна залоза (зниження синтезу тиреоїдних гормонів).

Причинами надлишку Літію є надлишкове надходження чи порушення регулювання його обміну.

Основним антагоністом Літію є Натрій, меншою мірою – Калій та Магній. Синергічні ефекти можуть спостерігатися з боку Кальцію. При дефіциті Літію в організмі слід збільшити в раціоні кількість харчових продуктів, що містять сполуки Літію в біотичних дозах, застосовувати мінеральні води та БАД, що містять Літій. При надлишку цього елемента слід використовувати симптоматичні засоби, вводити в організм додаткову кількість *NaCl* та електролітні суміші.

### **5. Продукти харчування**

Літій в організм людини потрапляє із звичайної та морської солі; з води, зокрема, із мінеральної. Він міститься в овочах, рибі, м'ясі, яйцях, молочних продуктах. Зокрема, найбільше літію міститься в рослинах сімейства рожевих, гвоздикових та пасльонових, до яких належать помідори та картопля. Крім того, Літій є у пшеничних проростках, меді, морській рибі, моркві, буряках, салаті. Найкращою здатністю накопичувати цей елемент мають такі морські рослини, як червоні та бурі водорості.



### 1. Будова та властивості

Натрій – елемент I групи періодичної системи; атомний номер 11, атомна маса 23. Назва походить від лат. *natrium*. Відкритий Г. Деві у 1807 р. (Англія).

Натрій – це блискучий, сріблястий м'який метал, що швидко тьмяніє на повітрі. Бурхливо реагує з водою та з концентрованими кислотами. У природі, через свою велику хімічну активність,

зустрічається тільки у вигляді хімічних сполук. Джерело Натрію – кухонна сіль *NaCl* – є одним з найпоширеніших сполук натрію в природі. Вода морів та океанів містить у своєму складі до 3 % натрій хлориду. На Землі є великі поклади кам'яної солі. Цей елемент входить до складу всіх організмів рослинного та тваринного світу.

### 2. Вміст в організмі

Вміст Натрію в тілі дорослої людини становить 0,25–0,08 % (55–60 г на 70 кг маси тіла), а добове споживання близько 4–7 г. Близько 40 % Натрію знаходиться в кістковій тканині, переважно у позаклітинній рідині.

Іони Натрію швидко та повністю всмоктуються на всіх ділянках шлунково-кишкового тракту та у місцях парентеральних ін'єкцій. Іони Натрію легко проникають також через шкіру та легеневий епітелій. Натрій у вигляді катіону  $Na^+$  приймає участь у підтримці гомеостазу (іонна рівновага, осмотичний тиск у рідинах організму). Натрій розподіляється по всьому організму: крові, м'язам, кісткам, внутрішнім органам та шкірі. Виводиться Натрій з організму переважно із сечею (95 %), калом, потом. Максимальна екскреція Натрію з сечею відзначається з 9 до 12 години дня, тоді як мінімальна – вночі.

### **3. Біогенна роль**

Натрій відіграє дуже важливу роль у регуляції осмотичного тиску та водного обміну, при порушенні яких відзначаються наступні ознаки: спрага, сухість слизових оболонок, набряклість шкіри. Натрій значно впливає і на білковий обмін. Обмін Натрію відбувається під контролем щитовидної залози. При гіпофункції щитовидної залози відбувається затримка Натрію у тканинах. При гіперфункції кількість Натрію у шкірі зменшується, а його виділення з організму посилюється. Обмін Натрію регулюється переважно альдостероном. В організмі людини Натрій виконує «позаклітинні» функції, серед яких:

- підтримання осмотичного тиску та рН середовища;
- формування потенціалу дії шляхом обміну з іонами калію;
- транспорт вуглекислого газу;
- гідратація білків;
- сольобілізація органічних кислот.

У середині клітин Натрій необхідний для підтримки нейром'язової збудливості і роботи  $Na^+-K^+$  насоса, які забезпечують регуляцію клітинного обміну різних метаболітів. Від Натрію залежить транспорт амінокислот, цукрів, різних неорганічних та органічних аніонів через мембрани клітин.

### **4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами**

Токсична доза для людини: нетоксичний. Летальна доза для людини: даних немає.

Для оцінки елементного статусу Натрію проводять визначення вмісту цього біоелемента у крові, плазмі, волоссі. Підвищений вміст Натрію у волоссі відображає, як правило, порушення водно-сольового обміну, дисфункцію кори надниркових залоз і може зустрічатися при надмірному споживанні кухонної солі, цукровому діабеті, порушенні функцій нирок, схильності до гіпертонії, набряків, неврозів. Накопичення Натрію у волоссі іноді відбувається внаслідок тривалого контакту з морською водою і деякими миючими засобами, прийому сольових ванн, інгаляцій.

При виключенні натрій хлориду з їжі його виділення з організму припиняється на 9-й день. Нестача натрій хлориду викликає тяжкі розлади, що виявляються схудненням, слабкістю, шкірними висипами, випаданням волосся, проносами, судомами. У робітників гарячих цехів при посиленому виділенні хлористого натрію потовими залозами спостерігаються кишкові кольки, судомні скорочення скелетних м'язів, пригнічення ЦНС та розлади кровообігу.

Основні причини дефіциту Натрію: недостатнє надходження; хвороби гіпофіза, надниркових залоз; хвороби нирок; черепно-мозкові травми; посилене виділення Натрію (підвищена пітливість, пронос, блювання); рясна ексудація при сильних опіках; тривале застосування сечогінних препаратів, кортикостероїдів, препаратів літію; надлишок в організмі Калію, кальцію; тривалий контакт із морською водою; порушення регулювання обміну Натрію.

Отруєння сполуками Натрію зустрічаються не часто і зазвичай мають випадковий характер. Як правило, токсичність солей Натрію визначається токсичністю їх аніонів, таких як арсеніт, хромат, фторид. Токсичність кухонної солі для людини, встановлена мінімальною летальною дозою, становить 8,2 г/кг ваги при пероральному введенні. Механізм токсичної дії хлориду натрію у місцях введення обумовлений насамперед високим осмотичним тиском. В результаті має місце інтенсивне надходження води з навколишніх тканин, що призводить до їх зневоднення та порушення функцій клітин. Надмірне надходження іонів  $Na^+$  викликає перевантаження відповідних систем гомеостазу та порушення метаболічних процесів. В епітелії шлунково-кишкового тракту та ниркових каналців розвивається запалення, що нерідко призводить до некрозу тканини.

Постійний надлишок Натрію та Калію в їжі супроводжується деяким підвищенням рівня інсуліну в крові. Відзначаються і інші гормональні порушення. Введення великої кількості натрій хлориду викликає розпад білка та сильне схуднення. При парентеральному введенні ізотонічного розчину може підвищитись температура тіла, що найчастіше спостерігається у дітей.

Люди з надлишком Натрію зазвичай легко збудливі, вразливі, гіперактивні, у них з'являються спрага і пітливість, збільшується частота сечовипускань.

Основні причини надлишку Натрію: порушення регулювання обміну Натрію; надлишкове надходження ззовні; недостатнє утримання води в організмі.

Основні прояви надлишку Натрію: стомлення, збудження; неврози; дисфункція надниркових залоз; порушення функції виділення нирок; утворення каменів у нирках; спрага; набряки; гіпертензія; остеопороз.

Порушення обміну Натрію в організмі можна регулювати за допомогою дієти зі зниженим або підвищеним вмістом Натрію в продуктах, а також за допомогою препаратів, що заповнюють дефіцит або усувають надлишок Натрію.

### **5. Продукти харчування**

В організм людини Натрій надходить щодня як  $NaCl$  у досить великих кількостях: 12–15 г (або 4–6 г «чистого» Натрію).  $NaCl$  міститься у багатьох харчових продуктах: ковбаса, сало, солоня риба, ікра, сир, соління, маслини, кетчуп, кукурудзяні пластівці (табл. 1).

**Таблиця 1.**

**Вміст Натрію у деяких харчових продуктах у мг/100 г їстівної частини (середні значення) [8]**

Кукурудзяні пластівці	915
Сир*	709-275
Кров'яна ковбаса	680
Свиняча нирка, білок курячого яйця	173-170
Оселедець	117
Теляча печінка	87
Свиняча печінка, дріжджі пивні сушені	77
Свинина, ціла тушка, нежирна, куряча печінка	69-68
Яловичина, ціла тушка, нежирна, вугор, шпинат	66-65
Морква	60

Жовток курячого яйця	51
Коровяче молоко, сире, якісне	48
Дріжджі пекарські, пресовані	34
Плоди шипшини	24
Кольрабі	20
Людське молоко	16
Білокачанна капуста	13
Крес-салат	12
Рис нешліфований	10
Гриби*	8-6
Пшениця, ціле ядро	7,8
Брюссельська капуста	7
Вівсяні пластівці	6,8
Сочевиця сушена	6,6
Кукурудза, ціле зерно	6
Вершкове масло, пшеничний зародок	5
Цикорій	4,4
Рис шліфований	3,9
Жито ціле ядро	3,8
Обліпіха	3,5
Помідор, картопля	3,3-3,2
Борошно пшеничне*	3,0-2,0
Горошок зелений, абрикоси, вишні	2
Сливи	1,7
Смородина чорна	1,5
Апельсин, полуниця, смородина червона	1,4
Яблуко Грейпфрут Борошно житнє	1,2-1,0

\* – залежно від сорту (виду тощо)





### 1. Будова та властивості

Калій – елемент I групи періодичної системи; атомний номер 19, атомна маса 39. Назва походить від лат. *kalium*, або англ. *potash* (поташ). Відкритий і вперше виділений у чистому вигляді Г. Деві у 1807 р. (Англія).

Калій є сріблясто-білим м'яким металом і належить до родини лужних металів. Відомі два ізотопи Калію: K-39 і

K-41. Калій енергійно утворює перекис з киснем, вступає у реакції з більшістю неметалів, розчинний у рідкому аміаку. Внаслідок надзвичайно великої хімічної активності у природі у вільному стані не зустрічається.

Калій безпосередньо реагує з великою кількістю неметалів. Зазвичай ці реакції супроводжуються значним виділенням тепла. Взаємодія калію з галогенами може супроводжуватись вибухом. Він активно з'єднується з киснем у присутності води. Калій міститься у всіх рослинах, особливо багато Калію у плодах. Природним джерелом Калію є мінерали. Металічний калій отримують взаємодією Na та KCl.

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини міститься 160–180 г Калію (близько 0,23 % загальної маси тіла). Біозасвоюваність Калію організмом становить 90–95 %. Солі Калію легко всмоктуються та швидко виводяться з організму із сечею, потом і через шлунково-кишковий тракт.

### 3. Біогенна роль

Калій є основним внутрішньоклітинним катіоном. Його концентрація у клітинах на порядок вища, ніж поза клітинами. Головною функцією Калію є формування трансмембранного потенціалу та поширення зміни потенціалу клітинної мембрани шляхом обміну з іонами Натрію по градієнту концентрацій. Разом з Натрієм та хлором, Калій є постійною складовою усіх клітин та тканин.

В організмі ці елементи містяться у певному співвідношенні та забезпечують сталість внутрішнього середовища. У вигляді катіону  $K^+$  приймає участь у підтримці гомеостазу (іонна рівновага, осмотичний тиск у рідинах організму). Хлориди Калію та Натрію є сильними електролітами та беруть участь у генерації та проведенні електричних імпульсів у нервовій та м'язовій тканині. Таким чином, Калій приймає участь у підтримці електричної активності мозку, функціонуванні нервової тканини, скороченні скелетних і серцевих м'язів. Калій регулює активність таких найважливіших ферментів як  $K^+$ -АТФ-аза, ацетилкіназа, піруватфосфокіназа. Терапевтичне значення Калію пов'язане з його дратівливою дією на слизові оболонки та підвищенням тону гладких м'язів (кишечник, матка), внаслідок чого його сполуки використовуються як проносні засоби. Калій викликає розширення судин внутрішніх органів та звуження периферичних судин, що сприяє посиленню сечовиділення. Калій уповільнює ритм серцевих скорочень і, діючи аналогічно блукаючому нерву, приймає участь у регулюванні діяльності серця.

Виходячи з цього в організмі Калій має наступні основні функції:

- підтримання сталості складу клітинної і міжклітинної рідини, водно-сольового балансу, осмотичного тиску та кислотно-лужної рівноваги;
- забезпечення біоелектричної активності клітин та міжклітинних контактів;
- підтримка нервово-м'язової збудливості та провідності;
- участь у нервовому регулюванні серцевих скорочень та підтримання нормального рівня артеріального тиску;
- роль каталізатора при обміні вуглеводів та білків;
- участь у забезпеченні функції виділення нирок.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза для людини 6 г; летальна доза для людини: 14 г. Дефіцит Калію в організмі людини може бути викликаний такими факторами: функціональні розлади виділень систем (нирки, шкіра, кишечник, легені); посилене виведення Калію з організму під дією гормональних препаратів,

сечогінних та проносних засобів; психічні та нервові навантаження, надмірні або хронічно діючі стресорні фактори; надмірне надходження в організм Натрію, талію, рубідію та цезію.

Основні прояви дефіциту Калію:

- психічне виснаження, почуття втоми, байдужість до оточення, депресія, зниження працездатності;
- м'язова слабкість;
- ослаблення захисту організму від токсичних впливів;
- виснаження надниркових залоз, зниження адаптаційних можливостей організму;
- обмінні та функціональні порушення у міокарді, зміна ритму серцевих скорочень, поява серцевих нападів, серцева недостатність;
- відхилення величини артеріального тиску від рівня;
- сухість шкіри, ламкість волосся;
- порушення функцій легень, прискорене та поверхневе дихання;
- нудота, блювання, атонія кишківника, ерозивний гастрит, виразкова хвороба;
- порушення функції нирок, прискорене сечовипускання;
- невиношування вагітності, ерозія шийки матки, безпліддя.

Підвищення рівня Калію в організмі може бути наслідком випадкових отруєнь сполуками Калію. Основні причини надлишку:

- надлишкове надходження (в т.ч., тривалий та надлишковий прийом препаратів Калію, споживання «гірких» мінеральних вод, постійна картопляна дієта та ін.);
- порушення регуляції обміну Калію;
- перерозподіл Калію між тканинами організму, масований вихід Калію із клітин (цитоліз, гемоліз, синдром роздавлювання тканин);
- дисфункція симпатoadреналової системи, інсулін-дефіцитні стани;
- порушення функції нирок, ниркова недостатність;

Токсичність солей Калію визначається, як правило, токсичністю їх аніонів, таких як арсеніт, хромат, фторид. Точних даних про токсичність  $KCl$

для людини відсутні. Механізм токсичної дії  $KCl$  у місцях введення обумовлений насамперед високим осмотичним тиском. У результаті має місце інтенсивне надходження води з навколишніх тканин, що призводить до їх зневоднення та порушення фізіологічних функцій клітин. Надмірне надходження іонів  $K^+$  викликає перевантаження відповідних систем гомеостазу та порушення метаболічних процесів. В епітелії шлунково-кишкового тракту та ниркових каналців розвивається запалення, що нерідко призводить до некрозу тканини.

Постійний надлишок Калію та Натрію викликає деяке підвищення рівня інсуліну в крові. Відзначаються і інші гормональні зрушення. Надлишок Калію у волоссі часто відзначається при нейроциркуляторній дистонії, неврозах, гіпертонії, аритмії, цукровому діабеті або схильності до цього захворювання, хвороб тонкого кишківника, целиакії (непереносимість білка глютену); нерідко зустрічається також у хворих із новоутвореннями, дегенеративними нервово-м'язовими захворюваннями. Люди з надлишком Калію зазвичай легко збудливі, вразливі, гіперактивні, страждають від підвищеної пітливості, прискорених сечовипускань. Також при надлишковій кількості Калію в організмі виникає слабкість та парези м'язів, дегенеративні нервово-м'язові розлади, нейроциркуляторна дистонія, аритмії, ослаблення скорочувальної здатності м'яза серця.

Накопичення Калію у крові – гіперкаліємія (при концентрації понад 0,06%) призводить до тяжких отруєнь, що супроводжуються паралічем скелетних м'язів; при концентрації Калію у крові, що перевищує 0,1%, настає смерть. Тривале постійне вживання калійних лікувальних препаратів може викликати ослаблення скорочувальної діяльності серцевого м'яза, тому в таких випадках замість калійних призначають натрієві препарати. Розвитку гіперкаліємії сприяє ацидоз.

Магній є синергетиком Калію. Надмірне споживання кави, цукру, алкоголю, препарати кортизону, проносні, колхіцин, а також стреси перешкоджають абсорбції Калію, тоді як вітамін В6, Натрій, неоміцин

сприяють цьому процесу. Деякі сечогінні засоби, фенолфталеїн посилюють виведення Калію нирками. Натрій, цезій, рубідій, талій мають антагоністичні властивості по відношенню до Калію і можуть витіснити його з тканин. При дефіциті в їжі Натрію і Калію збільшується вміст літію в організмі.

При дефіциті Калію в організмі можуть бути корисними такі рекомендації:

- обмеження психічних та нервових перевантажень, організація правильного режиму праці та відпочинку;
- обмеження прийому фармпрепаратів;
- обмеження надмірного споживання кухонної солі (повна відмова неприпустима!);
- обмеження (виключення) споживання ненатуральних напоїв (таких як «фанта», «кока-кола», «пепсі», лимонади та ін.);
- збільшення споживання продуктів із підвищеним вмістом Калію: молоко та молочні продукти, картопля, томати, петрушка, боби, абрикоси, чорнослив, курага, банани, родзинки, какао, чорний чай;
- прийом калійвмісних БАД та лікарських препаратів.

При надлишку Калію в організмі необхідно обмежити його надходження ззовні, вжити заходів до нормалізації регуляції обміну та лікування супутніх захворювань.

### ***5. Продукти харчування***

В організм сполуки Калію надходять із їжею. Багато Калію міститься в рослинних продуктах: какао, томатах, бобових, картоплі, петрушці, абрикосах (курага, урюк), родзинках, чорносливі, бананах, дині та чорному чаї (табл. 2). Вважається, що доросла людина споживає щодня 2200-3000 мг Калію.

Таблиця 2.

**Вміст Калію у деяких харчових продуктах у мг/100 г їстівної частини  
(середні значення) [8]**

Дріжджі пивні, сушені	1410
Пшеничний зародок	993
Сочевиця, сушена	837
Дріжджі пекарські, пресовані	649
Шпинат	554
Жито ціле ядро	530
Брюссельська капуста	451
картопля	418
Свинина, ціла тушка, нежирна	397
Гриби*	390-341
Пшениця, ціле ядро	381
Вівсяні пластівці	374
Свиняча печінка	363
Оселедець	360
Яловичина, ціла тушка, нежирна	342
Кольрабі	322
Морква	321
Теляча печінка	316
Смородина-чорна	310
Кукурудза, ціле зерно	294
Плоди шипшини	291
Борошно житнє	285
Абрикоси	278
Крес-салат	276
Горошок зелений	274
Вугор	259

Продовження таблиці 2

Смородина червона	257
Білокачанна капуста	255
Свиняча нирка, помідор	242
Рис нешліфований	238
Куряча печінка	218
Борошно пшеничне*	203-146
Цикорій	192
Сливи	177
Апельсин	165
Полуниця	161
Коровяче молоко, сире, якісне	157
Білок курячого яйця	154
грейпфрут	148
Жовток курячого яйця	138
Обліпіха	133
Яблуко	122
Кукурудзяні пластівці, сир	120
Вишні	114
Рис шліфований	103
Людське молоко	53
Кров'яна ковбаса	38
Вершкове масло	16

\* – залежно від сорту (виду тощо)



### 1. Будова та властивості

Магній – елемент II групи періодичної системи; атомний номер 12, атомна маса 24. Назва походить від грецьк. *magnesia* – півострова у Греції. На околицях міста Магнезія здавна знаходили мінерал, при прожарюванні якого отримували пухкий білий порошок – карбонат магнію. Відкритий Джозефом Блеком (Шотландія) у 1755 р., виділений

Гемфрі Деві у 1808 р.

Магній є легким лужноземельним металом білого кольору. На повітрі цей метал покривається тонкою плівкою оксидів, що надає йому матового вигляду. При нагріванні легко згорає, перетворюючись на оксид магнію – палену магнезію. При згорянні магнію відбувається сильне виділення світла та тепла, так званий магнієвий спалах. Легко з'єднується з галоїдами, а при нагріванні – із сіркою та азотом. Окис магнію є білим порошком, легко розчинним у кислотах. Більшість солей Магнію добре розчиняється у воді. Присутність у рідині іонів магнію надає їй гіркового смаку. Магній є одним з найпоширеніших елементів у природі. Особливо багато хлористого та сірчанокислого магнію в морській воді.

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини міститься близько 140 г Магнію (0,2 % від маси тіла), причому 2/3 від цієї кількості припадає на кісткову тканину.

Магній надходить в організм з їжею (зокрема з кухонною сіллю) та водою. Зазвичай норма надходження становить 200–400 мг протягом доби. Особливо багата на Магній рослинна їжа. Частина іонізованого Магнію відщеплюється від магнезіальних солей їжі ще у шлунку та всмоктується у кров. Основна частина важкорозчинних солей Магнію всмоктується у кишківнику лише після їх сполучення з жирними кислотами. У шлунково-



кишковому тракту абсорбується до 40–45 % Магнію, що надходить до організму. У крові людини близько 50 % Магнію знаходиться у з'язаному стані, а решта в іонізованому. Концентрація Магнію у крові в людини становить 2,3–4,0 мг%. Комплексні сполуки Магнію надходять до печінки, де використовуються для синтезу біологічно активних сполук. Головне «депо» Магнію знаходиться в кістках та м'язах. Виводиться Магній з організму в основному із сечею (50–120 мг) та з потом (5–15 мг).

### **3. Біогенна роль**

Магній є найважливішим внутрішньоклітинним елементом. Він приймає участь в обмінних процесах, тісно взаємодіє з Калієм, Натрієм, Кальцієм; є активатором для багатьох ферментативних реакцій. Нормальний рівень Магнію в організмі необхідний для забезпечення «енергетики» життєво важливих процесів, регуляції нервово-м'язової провідності, тонуусу гладкої мускулатури (судин, кишківника, жовчного та сечового міхура тощо). Магній стимулює утворення білків, регулює зберігання та вивільнення АТФ, знижує збудження у нервових клітинах. Магній відомий як протистресовий біоелемент, здатний створювати позитивний психологічний настрій.

Магній зміцнює імунну систему, має антиаритмічну дію, сприяє відновленню сил після фізичних навантажень.

Найближчим сусідом Магнію групи періодичної системи є Кальцій, з яким Магній вступає в обмінні реакції. Ці два елементи легко витісняють один одного із сполук. Дефіцит Магнію в дієті, багатій Кальцієм, обумовлює затримку Кальцію у всіх тканинах, що веде до їх звапніння (рис. 2).

Магній виконує в організмі такі функції:

- участь у синтезі білка та нуклеїнових кислот;
- участь в обміні білків, жирів та вуглеводів;
- участь у перенесенні, зберіганні та утилізації енергії;
- участь у мітохондріальних процесах;
- участь у регуляції нейрохімічної передачі та м'язової збудливості (зменшує збудливість нейронів та уповільнює нейром'язову передачу);

- є кофактором багатьох ферментативних реакцій;
- перешкоджає надходженню іонів кальцію через пресинаптичну мембрану;
- є фізіологічним антагоністом Кальцію;
- контролює баланс внутрішньоклітинного Калію;
- знижує кількість ацетилхоліну в нервовій тканині;
- розслаблює гладку мускулатуру;
- знижує артеріальний тиск (особливо у разі його підвищення);
- пригнічує агрегацію тромбоцитів;
- підвищує осмотичний тиск у просвіті кишківника;
- прискорює пасаж кишкового вмісту.



**Рис. 2. Звапніння м'язів (фронтальна рентгенограма плеча показує численні дистрофічні кальцифікати в м'язах з морфологією, схожою на рисове зерно)**

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Магній нетоксичний, також немає даних щодо летальної дози для людини.

Основні причини дефіциту Магнію:

- порушення регуляції обміну Магнію; недостатнє надходження;

- порушення всмоктування у кишківнику (дисбактеріоз, хронічний дуоденіт);
- зниження засвоєння під дією надлишку фосфатів, Кальцію та ліпідів;
- хронічний стрес; порушення синтезу інсуліну;
- тривале застосування антибіотиків (гентаміцин), сечогінних, протипухлинних та інших фармакологічних препаратів;
- парентеральне харчування;
- підвищена потреба у Магнії (при вагітності, у період зростання та одужання, при хронічному алкоголізмі, надмірній пітливості);
- інтоксикація Алюмінієм, Берилієм, Свинцем, Нікелем, Кадмієм, Кобальтом та Марганцем.

#### Основні прояви дефіциту Магнію:

- стомлюваність, дратівливість;
- втрата апетиту, нудота, блювання, діарея, запори;
- захворювання серцево-судинної системи (магнійзалежні аритмії, ангіоспазми, стенокардія, гіпертонічна хвороба, при ризиках тромбозів та інфарктів);
- виснаження функції надниркових залоз;
- початкові стадії розвитку цукрового діабету;
- м'язова слабкість, судоми м'язів;
- початкові стадії розвитку сечокам'яної та жовчнокам'яної хвороби;
- імунодефіцити (можливо підвищений ризик пухлинних захворювань).

Збільшення концентрації Магнію у волоссі відзначається при гіперфункції навколишньощитовидних залоз, щитовидної залози, лефрокальцинозі, артриті, псоріазі, дислексії (розлад із порушенням розуміння прочитаного тексту). Магnezіальна сіль при внутрішньовенному введенні, навіть у великих дозах, не викликає отруєння, а діє лише як проносне. У той же час при парентеральному введенні сульфату магнію можуть спостерігатися симптоми інтоксикації у вигляді загального пригнічення, млявості та сонливості. Застосування розчину сірчанокислої магnezії при вагітності вчетверо збільшує ризик розвитку ДЦП у новонароджених. При значному

передозуванні Магнію можливий ризик отруєння (напр., антацидами). Наркоз настає при концентраціях Магнію у крові рівних 15–18 мг%.

Основні причини надлишку Магнію: надлишкове надходження; порушення регуляції обміну Магнію.

Основні прояви надлишку Магнію: млявість, сонливість, зниження працездатності; діарея.

При недостатньому надходженні Магнію в організм необхідно уникати психічних та нервових навантажень, збільшити споживання продуктів з підвищеним вмістом Магнію, обмежити прийом фармпрепаратів, проводити дренажну терапію (при надлишку в організмі токсичних мікроелементів, наприклад, свинцю, кадмію, нікелю). При нестачі Магнію в організмі заповнити його запаси можна при прийомі магнійвмісних БАД та лікарських препаратів (аспарагінат магнію, цитрат магнію, комбіновані препарати солей Магнію та вітамінів групи В, насамперед В5), доломіту та продуктів інших мінеральних джерел, включаючи і кальцієво- мінеральні води.

При лабораторно підтвердженому стані надлишкового вмісту Магнію в організмі скасовують магнієвмісні і призначають кальціймісні БАД і препарати. Також можливе використання препаратів марганцю, кобальту та застосування симптоматичного лікування.

### ***5. Продукти харчування***

Добова потреба організму у Магнії – 10 мг на 1 кг маси тіла людини. Питна вода містить солі Магнію; якщо кількість Магнію у воді збільшується, таку воду називають жорсткою. Магній також входить до складу кухонної солі. Сіра неочищена сіль містить до 1,7 % хлориду магнію та сульфату магнію, а біла очищена лише 0,35–0,45 %. Велика кількість Магнію міститься у горіхах та насінні (мигдаль, кеш'ю, насіння льону, насіння гарбуза); у бобових (квасоля, сочевиця, арахіс); цільнозернових: (пшениця, кіноа); у молоці, йогурті; зелені (шпинат); у чорному шоколаді; мінеральній воді.



### 1. Будова та властивості

Кальцій – елемент II групи періодичної системи; атомний номер 20, атомна маса 40. Виділений у 1808 р. Деві (Англія). Назва походить від лат. *calx* (вапно). Кальцій – лужноземельний метал, який за поширеністю в земній корі займає 5-е місце (мінерали кальцит, гіпс, флуорит, доломіт та ін.).

### 2. Вміст в організмі

Кальцій є важливою складовою організму; його загальний вміст близько 14% (1000 г на 70 кг маси тіла).

Добова потреба людини у Кальцію 0,8–1,2 г. Біозасвоюваність Кальцію становить 25–40 %. Всмоктування Кальцію відбувається в тонкому кишківнику, головним чином у дванадцятипалій кишці. Тут жовчні кислоти утворюють із солями Кальцію комплексні сполуки, які потім проходять через стінку ворсинок. В організмі Кальцій розподілений нерівномірно: близько 99 % його кількості припадає на кісткову тканину і лише 1 % міститься в інших органах та тканинах. Виводиться Кальцій з організму через кишківник та нирки.

### 3. Біогенна роль

Кальцій забезпечує опорну функцію кісток. У той же час кісткова тканина виконує функцію «депо» Кальцію в організмі. Кальцій у складі  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$  – основа кісткової тканини, забезпечує міцність нігтів та зубів. Катіони  $\text{Ca}^{2+}$ , що входять до складу плазми крові та тканинних рідин, беруть участь у підтримці гомеостазу (іонна рівновага, осмотичний тиск у рідинах організму), у регуляції серцевих скорочень та згортанні крові. Кальцій дуже активний: домінуюче становище цього елемента у конкуренції з іншими металами та сполуками за активні ділянки білків визначається хімічними особливостями іона кальцію – наявністю двох валентностей та порівняно

невеликим атомним радіусом. Тому Кальцій може успішно конкурувати з радіонуклідами та важкими металами на всіх етапах метаболізму.

Метаболізм Кальцію знаходиться під впливом навколощитовидних залоз, кальцитоніну (гормон щитовидної залози) та кальциферолів (вітамін D). Кальцій має високу біологічну активність, виконує в організмі різноманітні функції, серед яких:

- регулювання внутрішньоклітинних процесів;
- регуляція проникності клітинних мембран;
- регуляція процесів нервової провідності та м'язових скорочень;
- підтримка стабільної серцевої діяльності;
- формування кісткової тканини; мінералізація зубів;
- участь у процесах згортання крові.

#### ***4 Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Кальцій є нетоксичним для людини. Щодо летальної дози для людини даних немає.

Основні причини дефіциту:

- низький вміст Кальцію в харчових продуктах та воді;
- неадекватне харчування, голодування;
- порушення абсорбції Кальцію в кишківнику (дисбактеріоз, кандидоз, харчові алергії тощо);
- надлишкове надходження до організму Фосфору, Свинцю, Цинку, Магнію, Кобальту, Феруму, Калію, Натрію; нестача кальциферолів (вітаміну D);
- захворювання щитовидної залози; дисфункція навколощитовидних залоз;
- підвищена потреба у Кальції у період зростання, при вагітності та лактації, у постменопаузу;
- посилена витрата Кальцію внаслідок стресорних впливів; надмірного вживання продуктів, що містять кофеїн, куріння;
- посилене виведення Кальцію з організму внаслідок тривалого застосування сечогінних та проносних засобів;
- захворювання нирок; панкреатит.

Наслідки дефіциту Кальцію можуть виявлятися як на рівні всього організму, так і його окремих систем:

- загальна слабкість, підвищена стомлюваність; болі, судоми у м'язах;
- біль у кістках, порушення ходи; порушення процесів зростання;
- гіпокальціємія, гіпокальциноз; порушення імунітету; алергози;
- декальцинація кістяка, деформуючий остеоартроз, остеопороз, деформація хребців, переломи кісток;
- мочекам'яна хвороба; хвороба Кашина-Бека (урівська хвороба);
- зниження згортання крові, кровоточивість.

Токсична дія Кальцію проявляється тільки при тривалому прийомі та зазвичай у осіб з порушенням метаболізму цього елемента, у тому числі пов'язані з розладами регуляції (захворювання та травми нервової системи, порушення функції навколощитовидних залоз та щитовидної залози тощо). Отруєння може настати при регулярному споживанні понад 2,5 г Кальцію на добу.

Основні прояви надлишку Кальцію:

- пригнічення збудливості скелетних м'язів та нервових волокон; зменшення тонуусу гладких м'язів;
- гіперкальціємія, підвищення вмісту Кальцію у плазмі крові;
- підвищення кислотності шлункового соку, гастрит, виразки шлунка;
- кальциноз, відкладення Кальцію в органах та тканинах (у шкірі та підшкірній клітковині; сполучної тканини по ходу фасцій, сухожиль, апоневрозів; м'язах; стінках кровоносних судин; нервах);
- брадикардія, стенокардія; збільшення згортання крові;
- подагра, звапіння туберкульозних вогнищ і т. д.;
- збільшення вмісту солей Кальцію у сечі; нефрокальциноз, нирково-кам'яна хвороба;
- збільшення ризику розвитку дисфункції щитовидної та околощитовидних залоз, аутоімунного тиреоїдиту;
- витіснення з організму Фосфору, Магнію, Цинку, Феруму.

Надлишок Кальцію в організмі призводить до дефіциту Цинку та Фосфору. Надмірне надходження в організм Фосфору, Свинцю, Цинку, Магнію, Кобальту, Заліза, Калію та Натрію може призвести до дефіциту Кальцію. Кальцій є фізіологічним антагоністом Магнію і знаходиться у конкурентних відносинах з фосфором у регуляції утворення мінерального матриксу кістки. Кальцій перешкоджає накопиченню свинцю в кістковій тканині. Кальцій, що перебуває в основному у складі кісткової тканини, за своїми властивостями близький до Стронцію та Барію, тому їх іони можуть замінювати Кальцій у кістках. Рівень Кальцію в організмі здатні підвищувати вітаміни А, С, D, F, а також *Fe, Mg, Mn, P, Si*, білок, шлунковий сік, ферменти підшлункової залози та *Lactobacillus acidophilus. Pb, Cd, Al, Mg, Fe*; ненасичені жирні кислоти; надмірне вживання цукру, білка; призводять до зниження рівня Кальцію в організмі.

Усунення дефіциту Кальцію може бути досягнуто як змінами раціону харчування, так прийомом кальційвмісних БАД і лікарських препаратів (раціон, багатий Кальцієм, Фосфором, Марганцем, білком і вітамінами D, F).

Додаткове введення естрогенів літнім жінкам також сприяє нормалізації балансу Кальцію та мінералізації кісткової тканини. Встановлено, що для заповнення нестачі Кальцію в організмі найефективнішими є ряд його солей: карбонат, цитрат, гліцерофосфат, сульфат, аспартат, а також окис кальцію та комбіновані препарати або БАД солей Кальцію з вітаміном D3, естрогенами, Марганцем, Бором.

Як правило, надлишок Кальцію пов'язаний з метаболічними, гормональними порушеннями, передозуванням препаратів Кальцію, а не надмірним його споживанням з їжею або водою. У разі надмірного накопичення Кальцію в організмі необхідно відмінити препарати, що містять Кальцій, вітамін D та, крім симптоматичних засобів, застосовувати антагоністи Кальцію: Магній, Фосфор, Цинк, Ферум, фітинову кислоту. Ці антагоністи можуть уповільнити засвоєння Кальцію та частково витіснити його з організму.



## 5. Продукти харчування

Кальцій у великих кількостях міститься у багатьох харчових продуктах і щодня надходить до організму з їжею. Значна кількість Кальцію міститься у молочних продуктах (вершки, молоко, сир). У менших концентраціях Кальцій присутній у городній зелені (петрушка, шпинат), овочах (боби, квасоля), горіхах, рибі (табл. 3). Добова потреба організму Кальцію (800–1500 мг) зазвичай покривається надходженням з їжі.

**Таблиця 3.**

**Вміст Кальцію у деяких харчових продуктах у мг/100 г їстівної частини (середні значення) [8]**

Сир	1020-90
Плоди шипшини	257
Крес-салат	180
Жовток курячого яйця	140
Коровяче молоко, сире, якісне	120
Шпинат	117
Кольрабі	68
Сочевиця, сушена	65
Дріжджі пивні, сушені	50
Пшеничний зародок	49
Вівсяні пластівці	48
Смородина чорна, білокачанна капуста	46
Апельсин, обліпіха	42
Жито ціле ядро, морква	37
Оселедець	34
Пшениця, ціле ядро	33
Брюссельська капуста, людське молоко	31
Смородина червона	29
Дріжджі пекарські, пресовані	28

Продовження таблиці 3

Цикорій	26
Борошно житнє вид	25
Горошок зелений, борошно пшеничне, грейпфрут,	24
Полуниця	21
Куряча печінка	18
Вугор	17
Абрикоси, рис нешліфований	16
Вершкове масло, кукурудзяні пластівці	13
Гриби, білок курячого яйця	11
помідор	9,4
Теляча печінка	8,7
Сливи	8,3
Кукурудза, ціле зерно, вишні	8
Свиняча печінка	7,6
Свиняча нирка	7
Кров'яна ковбаса	6,5
картопля	6,4
Рис шліфований	6
Яблуко	5,8
Яловичина, ціла тушка, нежирна	5,7
Свинина, ціла тушка, нежирна	5



### 1. Будова та властивості

Стронцій – елемент II групи періодичної системи; атомний номер 38, атомна маса 88. Відкритий А. Крофордом (Шотландія) у 1790 р., виділений Деві у 1808 р. Названий на честь лат. *Strontian* (Шотландія).

Стронцій – м'який метал сріблясто-білого кольору, відноситься до лужноземельних металів. Хімічно дуже

активний. Реагує із водою, горить на повітрі. При вибуху ядерного заряду утворюються радіоактивні ізотопи Стронцію, небезпечні для життя людини.

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини масою 70 кг знаходиться близько 320 мг Стронцію (10–3 %), причому його основна кількість (до 99 %) депонована у кістках.

Відносно високі концентрації Стронцію є в лімфатичних вузлах (0,30±0,08 мкг/г), легенях (0,20±0,02), яєчниках (0,14±0,06), печінці та нирках (0,1±0,03). У цілісній крові виявлено 0,02±0,002 мкг/мл Стронцію. Абсорбція Стронцію відбувається у кишківнику. Абсорбований в організмі Стронцій потім виводиться, переважно з сечею, меншою мірою з жовчю. У фекаліях знаходиться неабсорбований Стронцій.

### 3. Біогенна роль

Накопичення в організмі Стронцію призводить до ураження всього організму, проте найбільш типовим для цього захворювання є розвиток дистрофічних змін кістково-суглобової системи в період росту та розвитку організму (формується симетричний деформуючий остеопороз через гальмування росту кісток з боку метаепіфізарних хрящів). Хвороба вперше описана в людини російськими лікарями М. М. Кашиним та Є. В. Беком у 1895-1900 рр.

Ізотоп Стронцію  $^{90}\text{Sr}$  може утворюватися при ядерних вибухах та аваріях на об'єктах атомної енергетики та призводити до ураження кісткового мозку, сприяти розвитку лейкемії та раку кісток.

#### **4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами**

Дані про знижений вміст Стронцію в людини у літературі відсутні. У щурів і морських свинок споживання раціону зі зниженим вмістом Стронцію призводить до пригнічення росту, порушення кальцифікації кісток та зубів, підвищення частоти карієсу зубів.

При надмірному надходженні Стронцію виникає так званий «стронцієвий рахіт» або «урівська хвороба» (рис. 3). Це ендемічне захворювання, вперше виявлене у населення, що проживає поблизу річки Урів у Східному Сибіру. «Урівська хвороба» виникає внаслідок витіснення іонів кальцію іонами стронцію з кісткової тканини або підвищеного надходження в організм Стронцію на тлі дефіциту Кальцію (друга назва урівської хвороби – хвороба Кашина-Бека). Як правило, це захворювання супроводжується вираженим порушенням фосфорно-кальцієвого співвідношення у крові, дисбактеріозом кишечника. Сьогодні до ендемічних регіонів відносять Корею, Киргизію, деякі частини Амурської області, північні регіони Китаю. Випадки захворювання були зафіксовані в Бурятії, Якутії, Приморському краї. Крім цього, хвороба зустрічається на північному заході України.



**Рис. 3. Деформація суглобів при захворюванні Кашина-Бека**

Особливо небезпечний для організму радіоактивний Стронцій-90, який при попаданні до складу кісткової тканини здатний впливати на кістковий мозок та порушувати кровотворні процеси.

Інгаляція сполук Стронцію індукує фібротичні зміни у легенях.

Причини надлишку Стронцію:

- надлишкове надходження;
- порушення регуляції обміну Стронцію.

Основні прояви надлишку Стронцію:

- рахітоподібні захворювання;
- урівська хвороба;
- фіброз легень.

Кальцій, що є у складі кісткової тканини, за своїми властивостями близький до Стронцію, тому іони стронцію можуть замінювати Кальцій у кістках. У цьому спостерігаються випадки, як синергізму, і антагонізму Стронцію. Вітамін D, лактоза, амінокислоти, лізин та аргінін покращують абсорбцію Стронцію. Багата харчовими волокнами рослинна їжа, сульфат натрію та сульфат барію можуть зменшувати засвоєння Стронцію.

Для виведення надлишку Стронцію з організму можна використовувати препарати Магнію, Кальцію, харчові волокна, сульфат натрію та сульфат барію. У випадках інтоксикації Стронцієм показано застосування  $\text{Na}_2\text{Ca-EDTA}$ .

### ***5. Продукти харчування***

Разом з їжею в організм дорослої людини надходить 0,8–3,0 мг Стронцію на добу. Стронцій, що надходить із їжею, відносно погано засвоюється організмом (близько 5-10%). В основному багаті Стронцієм рослинні продукти, а також кістки та хрящі. Особливо багато Стронцію накопичується в такій рослинній їжі, як кріп, петрушка, цибуля, томати, буряк, редис, капуста, редька, жито, пшениця і ячмінь



### 1. Будова та властивості

Барій – елемент II групи періодичної системи; атомний номер 56, атомна маса 137. Назва походить від грецьк. *barus* (важкий). Відкритий Г. Деві (Англія) 1808 р. Барій є м'яким сріблясто-білим металом. Барій хімічно дуже активний, взаємодіє з повітрям та водою та займається при нагріванні. Природним джерелом Барію служать мінерали барит та антерит. Барій отримують нагріванням з алюмінієм з окису барію  $BaO$ .

### 2. Вміст в організмі

Барій відноситься до токсичних ультрамікроелементів. Вміст Барію в організмі дорослої людини становить близько 20 мг (10–5 %), середньодобове надходження знаходиться у межах 0,3–1 мг.

Всмоктування розчинних солей Барію у шлунково-кишковому тракті становить близько 10 %, іноді цей показник сягає 30 %. У дихальних шляхах резорбція сягає 60–80 %. Вміст Барію в плазмі крові змінюється паралельно до змін концентрації Кальцію. У незначних кількостях Барій знаходиться у всіх органах і тканинах, проте найбільше його в головному мозку, м'язах, селезінці та кристалику ока. Близько 90 % всього Барію, що міститься в організмі, концентрується в кістках і зубах.

### 3. Біогенна роль

Біологічна роль Барію не встановлена. Встановлено, що при ішемічній хворобі серця, хронічній коронарній недостатності, захворюваннях органів травлення вміст Барію у тканинах знижується. Навіть у мізерних концентраціях Барій надає виражений вплив на гладкі м'язи. Іони барію дуже токсичні!

#### **4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами**

Токсична доза: 200 мг. Летальна доза для людини: 3,7 г.

Достовірні дані про клінічні прояви, спричинені дефіцитом Барію, відсутні. Барій відносять до токсичних ультрамікроелементів, проте цей елемент не вважається мутагенним або канцерогенним. Токсичні всі сполуки Барію (крім барій сульфату, що застосовується в рентгенології для виявлення непрохідності, дефектів наповнення, заворотів, місць аномального звуження чи розширення кишківника, патології апендикса, онкологічні новоутворення – рис. 4). Барій має нейротоксичну, кардіотоксичну та гемотоксичну дію.



**Рис. 4. Фото рентгенівського знімку кишківника із застосуванням барій сульфату**

Причини надлишку Барію:

- надлишкове надходження (у т.ч. за рахунок виробничих та побутових отруень);

Основні прояви надлишку Барію при гострому отруєнні:

- печіння в роті та стравоході, рясне слиновиділення, нудота, блювання, коліки, діарея;
- запаморочення, шум у вухах, розлади координації рухів та мозкової діяльності;
- блідість шкірних покривів, рясний холодний піт;
- слабкість пульсу, брадикардія, екстрасистолія;

При хронічному отруєнні спостерігається пневмоконіоз (баритоз), що розвивається при хронічному вдиханні пилу сульфату барію і відрізняється відносно доброякісним перебігом.

Кальцій, що здебільшого перебуває у складі кісткової тканини, за своїми властивостями близький до Барію, тому іони Барію можуть замінювати Кальцій у кістках. У цьому спостерігаються випадки як синергізму, і антагонізму.

При отруєнні солями Барію як антидоти застосовують розчинні сірчаноокислі солі Натрію і Магнію, що сприяють утворенню важкорозчинних сульфатів барію, які потім видаляються з організму.

### ***5. Продукти харчування***

Незважаючи на те, що властивості Барію вивчені погано, існує добова норма цього елемента. Вона дорівнює 0,3–0,9 мг на добу. Вплив Барію на організм людини не завжди має негативний характер. Коли він працює разом з ацетилхоліном (це один з головних нейромедіаторів), їхня спільна дія розслаблює серцевий м'яз.

Організм людини отримує Барій разом із водою та їжею. Цим мінералом дуже багаті морепродукти, у яких його набагато більше, ніж у морській воді, а у морських водоростях його ще більше. Те ж саме стосується і рослин: якщо ґрунт багатий Барієм, то рослина, що на ньому виростає, буде мати надвисоку кількість цього елемента. У воді теж може бути багато Барію, все залежить від місцезнаходження джерела, а от у повітрі цього елемента небагато.





### 1. Будова та властивості

Бор – елемент III групи періодичної системи; атомний номер 5, атомна маса 11. Назва походить від лат. *borax* (бура). Відкритий 1808 р. Ж. Л. Гей-Люссаком, Л. Ж. Тенаром (Франція) та Г. Деві (Англія).

Бор – це неметал, схожий за своїми властивостями на кремній. В аморфному стані – це темний порошок, що не

взаємодіє з киснем, водою, кислотами і лугами. У природі зустрічається переважно у вигляді боратів (природні солі борних кислот).

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини міститься близько 20 мг Бору (10–5 %).

В організм людини Бор надходить із їжею. Сполуки Бору, що знаходяться в харчових продуктах (борат натрію та борна кислота), швидко всмоктуються у шлунково-кишковому тракті. Засвоєння Бору організмом є доволі великим – становить понад 90 %. Виводиться з організму Бор переважно з сечею. Середньодобова потреба людини у Борі становить 1–2 мг (мінімум надходження Бору – 0,2 мг).

Більше половини загальної кількості Бору перебуває у скелеті, а близько 10 % знаходиться у м'яких тканинах. У середньому в тканинах людини і тварин міститься від 0,05 до 0,6 *мкг/кг* Бору, однак у зубах та нігтях його концентрація у кілька разів вища. В організмі Бор можна виявити у клітинах нервової тканини, паренхіматозних органах, жировій клітковині. У плазмі середня концентрація Бору становить 0,02–0,075 *мкг/мл*. У деяких регіонах світу через підвищений вміст Бору в навколишньому середовищі в організм людини потрапляє щодня 17–27 мг Бору, і тоді концентрація цього біоелемента в крові зростає до 0,45–0,66 *мкг/мл*.

### **3. Біогенна роль**

Бор відіграє істотну роль в обміні вуглеводів і жирів, низки вітамінів і гормонів, впливає на активність деяких ферментів. Показано, що введення борнокислого натрію у дозі 5–10 мг/кг спричиняє підвищення рівня цукру в крові. Під впливом боратів інактивуються вітаміни В2 та В12, пригнічується окиснення адреналіну. *In vitro* Бор пригнічує активність двох класів ферментів. По-перше, це тирозиннуклеотидзалежні та флавіннуклеотидзалежні оксиредуктази (алкогольдегідрогеназа, альдегіддегідрогеназа, ксантиндегідрогеназа та цитохром-В5-редуктаза). По-друге, борати (або похідні сполук Бору) можуть зв'язуватися з активними центрами таких ферментів як хімотрипсин, субтилізін, гліцеральдегід-3-фосфатдегідрогеназа. У жінок у період постменопаузи усунення дефіциту Бору супроводжується підвищенням рівня 17-бета-естрадіолу у сироватці крові та міді у плазмі крові. При цьому поліпшується пам'ять, нормалізуються поведінкові реакції.

Є дані про те, що Бор відіграє регуляторну роль стосовно паратгормону і тому може опосередковано проводити метаболізм Кальцію, Магнію, Фосфору і вітаміну D.

#### **4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами**

Токсична доза для людини: 4 г. Летальна доза для людини: дані відсутні.

Вплив дефіциту Бору на стан здоров'я вивчений у дослідях на курчатах. Недостатній вміст Бору в організмі на тлі дефіциту вітаміну D викликало підвищення активності лужної фосфатази в плазмі крові та затримку росту. Недостатній вміст вітаміну D посилював вплив дефіциту Бору на обмін Кальцію, Магнію, Фосфору.

У жінок віком 48-82 років у період постменопаузи нестача Бору викликала погіршення мінерального обміну та стану кісткової тканини, що свідчить про те, що Бор є найважливішим елементом у профілактиці та лікуванні остеопорозу.

Причинами дефіциту є недостатнє надходження Бору та порушення регуляції його обміну.

Бор відносять до умовно-есенціальних, імунотоксичних елементів. Вважається, що верхня межа середньодобової безпечної дози Бору для людини є 13 мг. Спринцювання розчином борної кислоти можуть спричинити симптоми інтоксикації. Обробка сосків годуючих матерів розчином борної кислоти може супроводжуватися отруєнням немовлят. При гострій інтоксикації сполуками Бору (бурою, борною кислотою) спостерігається блювання та інші диспепсичні розлади, а також шок. При вдиханні газоподібних сполук Бору можуть розвинути судоми, біль у м'язах, психічні порушення, диплопія. Описано таке ендемічне захворювання, як борний ентерит, що зустрічається на південному Уралі та на півночі Казахстану.

Причиною надлишку є надлишкове надходження.

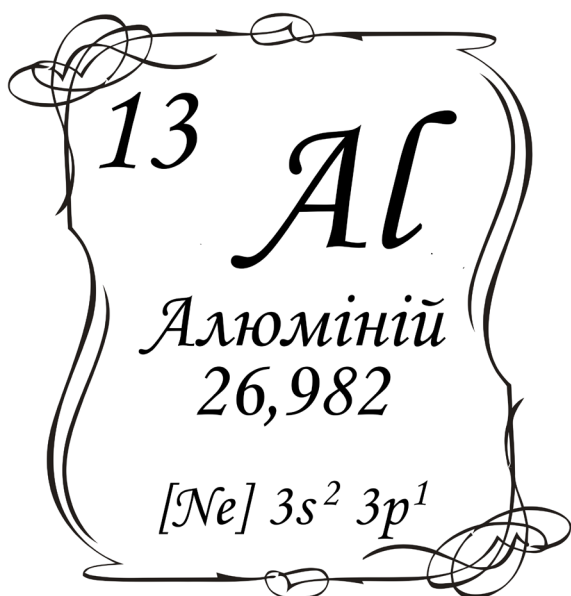
Основними проявами надлишку Бору при гострій інтоксикації є нудота, блювання, діарея, рибофлавінурія, дерматит, летаргія; при хронічній інтоксикації – втрата апетиту, нудота, блювання, пронос, зневоднення організму, висипання та лущення шкіри, зниження статевої активності, погіршення показників спермограми.

Бор гальмує всмоктування організмом аскорбінової кислоти, флавоноїдів, сірковмісних амінокислот. У той же час Бор є синергістом хлору, що посилює дію концентрованого алкоголю та деяких антибіотиків. Виявлено позитивну кореляцію між метаболізмом Бору та Цинку. Описані спроби застосування Бору для витіснення міді з організму.

При виявленні дефіциту Бору рекомендується вживати більше продуктів, що містять Бор. Іноді потрібно використовувати лікарські препарати, що містять Бор. При надмірному накопиченні Бору організмом слід зменшити його надходження, проводити симптоматичне лікування.

### ***5. Продукти харчування***

Продукти з високим вмістом Бору: фрукти, горіхи, зелень, листяні овочі. Багато Бору міститься у вині, пиві, сидрі; менше – у м'ясних, рибних та молочних продуктах.



### 1. Будова та властивості

Алюміній – елемент III групи періодичної системи; атомний номер 13, атомна маса 27. Назву одержав від лат. *alumen* (галуни). Відкритий Х. К. Ерстедом (Данія) у 1825 р.

Алюміній – легкий сріблясто-білий метал з високою електропровідністю. Хімічно активний, на повітрі покривається оксидною плівкою, що

захищає метал від взаємодії з киснем та водою. Розчинний у гарячих концентрованих розчинах *HCl* та *NaOH*. За поширеністю у природі Алюміній займає 3 місце серед хімічних елементів (після кисню та кремнію) та перше місце серед металів. На Алюміній припадає понад 8 % земної кори.

### 2. Вміст в організмі

Вміст Алюмінію в організмі дорослої людини невеликий – 30–50 мг (10–5 %).

Концентрація Алюмінію в тканинах коливається від 0,2 до 0,6 мг/г. Середній вміст Алюмінію в яєчниках становить 0,4 мг/г, насінниках – 0,4 мг/г, м'язах – 0,5 мг/г, мозку – 0,4 мг/г, печінці – 2,6 мг/г, легенях – 18,2 мг/г, лімфатичних вузлах – 32,5 мг/г. У легенях концентрація цього елемента, за умови вдихання пилу, що містить сполуки Алюмінію, може досягати 20–60 мг/г. Депонується Алюміній у кістках, печінці, легенях та у сірій речовині головного мозку. З віком вміст цього елемента в легенях та головному мозку збільшується. Алюміній виводиться з організму в основному з сечею, калом, потом і повітрям, що видихається.

### 3. Біогенна роль

Алюміній входить до складу багатьох біомолекул, утворюючи міцні зв'язки з атомами кисню або азоту. Алюміній є постійною складовою

клітин, де переважно знаходиться у вигляді  $Al^{3+}$ . Його присутність у тому чи іншому вигляді виявлено практично у всіх органах людини.

Алюміній відіграє в організмі важливу фізіологічну роль, він приймає участь в утворенні фосфатних і білкових комплексів; процесах регенерації кісткової, сполучної та епітеліальної тканини; проявляє, залежно від концентрації, гальмуючу або активуючу дію на травні ферменти; здатний проводити функцію навколощитовидних залоз. Алюміній у невеликих кількостях необхідний організму, і особливо кістковій тканині. Проте його надлишок може становити серйозну небезпеку здоров'ю. Загалом Алюміній відносять до токсичних (імунотоксичних) елементів.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза для людини: 5 г. Летальна доза для людини: дані відсутні.

Дефіцит Алюмінію розвивається за його щодобовому надходженні в організм у кількості 1 мг і менше. Дані про хімічні прояви дефіциту Алюмінію у людини відсутні. У тварин спостерігається збільшення кількості викиднів, зниження продуктивності, затримка зростання, порушення координації рухів, слабкість у кінцівках.

Алюміній, який знаходиться у ґрунті, зазвичай погано засвоюється рослинами. Однак, при підвищенні кислотності ґрунту, засвоєння Алюмінію рослинами значно збільшується. В організм людини Алюміній потрапляє з рослинними продуктами у невеликих кількостях. Навколишнє середовище може бути забруднене сполуками Алюмінію внаслідок їх викидів в атмосферу або стічні води в районах розташування алюмінієвих, гірничорудних, лакофарбових, паперових, текстильних та інших промислових підприємств. Джерелами підвищеного надходження Алюмінію в організм людини можуть бути запилене повітря, забруднена питна вода та їжа (особливо консервована).

До джерел, що містять надлишки Алюмінію, слід віднести чай, моркву, деякі трави та плавлені сири, лікарські речовини, антациди, дезодоранти, паперові рушники, а також продукти, що контактують з алюмінієвою фольгою. У робітників, що контактують з пилом, що містить металевий алюміній або окис алюмінію (наприклад, при роботі з корундом), можуть виникати явища бронхолегеневого запалення, розвиватися незворотні фіброзні зміни в легенях. Токсичність Алюмінію багато в чому пов'язана з його антагонізмом по відношенню до Кальцію та Магнію, Фосфору, Цинку та Купруму, а також здатністю впливати на функції навколощитовидних залоз, легко утворювати сполуки з білками, накопичуватися у нирках, кістковій та нервовій тканинах. Поріг токсичності Алюмінію відповідає величині надходження, що дорівнює 2 мг/добу. Органами-мішенями при надмірних концентраціях Алюмінію в організмі є нирки, центральна нервова система, кістки, легені, кістковий мозок, яєчники, матка та молочні залози.

Основні прояви надлишку Алюмінію:

- енцефалопатії, порушення функції центральної нервової системи (погіршення пам'яті, труднощі у навчанні, нервозність, схильність до депресії, прогресуюче старече недоумство); розвиток нейродегенеративних захворювань (хвороба Альцгеймера, хвороба Паркінсона);
- порушення фосфорно-кальцієвого обміну, гіперпаратиреоїдизм, схильність до розвитку остеопорозу, до патологічних переломів, до остеохондрозу, рахіту, остеопатії та інших захворювань опорно-рухового апарату;
- розвиток фіброзних ущільнень у м'яких тканинах;
- розвиток алюмінозу («алюмінієві легені»), з характерними патологічними змінами в легеневій тканині, сухим або вологим кашлем, болями у всьому тілі, втратою апетиту, схудненням, іноді розладом травлення, болями в шлунку, змінами складу крові (лімфоцитоз, еозинопенія) ;
- зниження активності окремих ферментів, запори;

- порушення функції нирок (нефропатії, збільшення ризику сечокам'яної хвороби);
- зниження абсорбції заліза та вмісту еритроцитів та гемоглобіну, мікроцитарна анемія; пригнічення функцій макрофагів;
- загострення аутоімунних захворювань;
- порушення обміну Фосфору, Магнію, Цинку, Купруму.

Є дані про мутагенну активність Алюмінію. Алюміній гальмує засвоєння багатьох біоелементів та вітамінів (таких як Кальцій, Магній, Ферум, вітамін В6, аскорбінова кислота) та сірковмісних амінокислот.

При гострій та хронічній інтоксикації Алюмінієм зазвичай використовують комплексоутворювачі та антагоністи Алюмінію, а також симптоматичні засоби. У випадках відновного лікування та як профілактика надлишкового надходження Алюмінію в організм як антагоністів, що уповільнюють всмоктування Алюмінію та заповнюють дефіцит життєво важливих речовин, можуть бути використані лікарські препарати та БАД, що містять Кальцій, Магній, Фосфор, Цинк, Марганець, Ферум та Купрум. Істотну допомогу при підборі необхідних препаратів може надати багатоелементний аналіз біосубстратів: сироватки крові, волосся та сечі. Симптоматична терапія може включати сечогінні та жовчогінні засоби, антиоксиданти, ноотропні препарати, церебралізін та ряд інших, залежно від клінічної картини у кожному окремому випадку.

### ***5. Продукти харчування***

В організм людини щодобово надходить від 5 до 50 мг Алюмінію залежно від регіону проживання. Рослинні продукти містять у 50–100 разів більше Алюмінію, ніж продукти тваринного походження. Відомо, що при гарячій обробці харчових продуктів або випіканні хліба за рахунок використання алюмінієвого посуду відбувається забруднення їжі цим металом. Джерелом надходження Алюмінію є також питна вода, де його вміст становить 2–4 мг/л.



### 1. Будова та властивості

Карбон – елемент IV групи періодичної системи; атомний номер 6, атомна маса 12. Назва походить від лат. *carbo* (вугілля).

Вуглець за звичайних умов хімічно інертний. У природі у чистому вигляді зустрічається у вигляді графіту, вугілля, алмазу. Значна кількість Карбону міститься в горючих копалинах

(природний газ, нафта, вугілля, горючі сланці), у вуглецевмісних мінералах (кальцит, арагоніт, доломіт та ін.). У кругообігу Карбону в природі беруть участь рослини, тварини, людина, горючі копалини, негорючі мінерали, вуглекислий газ атмосфери.

Атоми Карбону мають здатність утворювати ланцюги типу «Карбон-Карбон» будь-якої довжини та різного ступеня розгалуженості; ці ланцюги можуть замикатися в кільця (циклічні різновиди вуглеводнів). Карбон здатний до утворення необмеженої кількості структурних та просторових сполук з електронопозитивними та електрононегативними елементами. Нині відомо кілька мільйонів органічних сполук.

### 2. Вміст в організмі

Загальний вміст Карбону сягає близько 21 % (15 кг на 70 кг загальної маси тіла). Карбон становить 2/3 маси м'язів та 1/3 маси кісткової тканини. Виводиться з організму переважно з повітрям, що видихається (вуглекислий газ) і сечею (сечовина).

### 3. Біогенна роль

На вуглецевій основі побудовано все життя землі. Сполуки Карбону (вуглеводи, білки, жири, ДНК і РНК, гормони, аміно- та карбонові кислоти) беруть участь у побудові всіх тканин організму, забезпеченні життєдіяльності тварин та рослин.



Головною функцією Карбону є формування безлічі органічних сполук, що забезпечує біологічну різноманітність, участь цього елемента у всіх функціях та проявах живого. У біомолекулах він утворює полімерні ланцюги та міцно з'єднується з Гідрогеном, Оксигеном, Нітрогеном та іншими елементами. Така істотна фізіологічна роль вуглецю визначається тим, що цей елемент входить до складу всіх органічних сполук та приймає участь практично у всіх біохімічних процесах в організмі. Окиснення сполук Карбону під дією кисню призводить до утворення води та вуглекислого газу; цей процес служить організму джерелом енергії. Двоокис вуглецю  $CO_2$  (вуглекислий газ) утворюється в процесі обміну речовин, є стимулятором дихального центру, відіграє важливу роль у регуляції дихання та кровообігу.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

У вільному вигляді вуглець не токсичний, але багато його сполук мають значну токсичність. До таких сполук слід віднести окис вуглецю  $CO$  (чадний газ), чотирихлористий вуглець  $CCl_4$ , сірковуглець  $CS_2$ , ціанідна кислота  $HCN$  та її солі, бензен  $C_6H_6$  та інші. Вуглекислий газ у концентрації понад 10 % викликає ацидоз (зниження рН крові), задишку та параліч дихального центру.

Тривале вдихання кам'яновугільного пилу може призвести до антракозу, захворювання, що супроводжується відкладенням вугільного пилу в тканині легень та лімфатичних вузлів, склеротичними змінами легеневої тканини. Токсична дія вуглеводнів та інших сполук нафти у робітників нафтовидобувної промисловості може виявитися в огрубінні шкіри, появі тріщин та виразок, розвитку хронічних дерматитів.

#### ***5. Продукти харчування***

В організм людини вуглець надходить з їжею (у нормі близько 300 г на добу) переважно у формі білків, вуглеводів та жирів.



### 1. Будова та властивості

Силіцій – елемент IV групи періодичної системи; атомний номер 14, атомна маса 28. Назва походить від лат. *silicis* (кремінь). Відкритий І. Берцеліусом (Швеція) у 1824 р.

Кремній стійкий до хімічних дій. Займає 2 місце серед інших елементів за поширеністю в земній корі. Природним джерелом Силіцію служить кремнезем,

кварц та безліч різноманітних силікатів. Чорний аморфний кремній можна отримати за відновлення піску  $SiO_2$  вуглецем. Аморфний кремній не реагує з киснем, водою та кислотами (за винятком плавикової кислоти).

### 2. Вміст в організмі

Силіцій – мікроелемент (10-3%). Усього в організмі дорослої людини міститься його близько 1 г.

Міститься Силіцій в печінці, надниркових залозах, волоссі, кришталику ока. Вміст його в цілісній крові становить близько 1 *мкг/мл*. Незважаючи на суттєві коливання в кількості Силіцію, що надходить в організм, його вміст у крові залишається стабільним. У найбільш високих концентраціях Силіцій міститься в сполучній тканині: стінках аорти, трахеї, з'язках, кістках, шкірі (особливо в епідермісі), волоссі та лімфовузлах. У м'язах та паренхіматозних органах вміст його істотно нижчий.

### 3. Біогенна роль

Впливає цей елемент на формування та функціонування епітеліальної та сполучної тканини; запобігає проникненню ліпідів у плазму крові та їх відкладенню на стінках судин. Силіцій у вигляді різних сполук входить до складу більшості тканин, впливає на обмін ліпідів та на утворення колагену і кісткової тканини. Особливо важливою є роль його як структурного елемента сполучної тканини. Концентрація Силіцію в аорті з віком знижується, що

вказує на значущість біоелементного статусу цього елемента в патогенезі атеросклерозу.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Дефіцит Силіцію може розвиватися за недостатнього надходження цього елемента в організм (5 мг/день і менше), а поріг токсичності становить 500 мг/день.

Причини дефіциту:

- недостатнє надходження;
- посилене витрачання кремнію (швидке зростання, фізичні навантаження);
- порушення регуляції обміну кремнію.

Основні прояви дефіциту:

- слабкість сполучної тканини (бронхолегенева система, зв'язки, хрящі);
- слабкість кісткової тканини (остеопороз, схильність до переломів);
- витончення, ламкість, випадання волосся;
- схильність до запальних захворювань шлунка та кишечника;
- холестеринемія, ранній розвиток атеросклерозу.

Підвищений вміст Силіцію в організмі зустрічається у робітників добувної промисловості при контактах з азбестом, кварцем, аерозолями, цементом, склом тощо, а також у місцевостях із надлишком сполук кремнію у воді та у повітрі. Систематичне вдихання пилу, що містить вільний двоокис кремнію у високих концентраціях, призводить до розвитку силікозу (рис. 5).

Причини надлишку Силіцію: надлишкове надходження; порушення регуляції обміну кремнію. Основні прояви надлишку: фіброз легень; мочекам'яна хвороба; злоякісні пухлини плеври та черевної порожнини.

Надлишок Алюмінію в організмі може спричинити зниження вмісту Силіцію. При споживанні рафінованих харчових продуктів рівень Силіцію в організмі знижується, а при раціоні, багатому на харчові волокна, – зростає. При надлишку в організмі Силіцію та силікозі необхідно обмежити його надходження і проводити симптоматичне лікування.



**Рис. 5. Рентгенівський знімок легень, уражених силікозом**

Поповнення дефіциту Силіцію досягається використанням раціонів, багатих кремнієвмісними продуктами, а також БАД і препаратів з кремнієм і кремнеземом.

### ***5. Продукти харчування***

В організм силіцій надходить через шлунково-кишковий тракт, а також через легені у вигляді оксиду силіцію (IV). Силіцій належить до есенціальних для людини та тварин елементів. У звичайних умовах він засвоюється організмом у дуже малих кількостях. Вважають, що оптимальна інтенсивність надходження Силіцію становить 50–100 мг/день. Багаті Силіцієм продукти: топінамбур, діатомові водорості, висівки, лісові ягоди, зелень, нешліфований рис, вівсяна крупа, просо, ячмінна крупа, насіння кунжуту, соєві боби, суниця, спаржа, квасоля та ін.



### 1. Будова та властивості

Нітроген – елемент V групи періодичної системи; атомний номер 7, атомна маса 14. Назва походить від грецьк. *nitron genes* (утворює селітру); *a* – негативна частка, *zoe* – життя (не підтримує дихання і горіння). Відкритий 1772 р. Д. Резерфордом (Шотландія).

Азот – газ без кольору та запаху.  $N_2$  у молекулярній формі займає 78 % об'єму

земної атмосфери. Неорганічні сполуки Нітрогену зустрічаються у природі в невеликих кількостях, що пов'язано з гарною розчинністю багатьох з них. Мабуть, тому вміст Нітрогену у ґрунті відносно невеликий (близько 1 г на 1 кг). При сполученні з воднем азот утворює аміак  $NH_3$ , а при сполученням з киснем – ряд оксидів. Отримують азот зі зрідженого повітря. Азот широко використовується у виробництві мінеральних (азотних) добрив, у металургії та при металообробці, у хімічній промисловості, при виробництві пластмас, вибухових та отруйних речовин. Азот – основна частина повітря. Дуже добре, як і кисень, розчиняється в біологічних середовищах, зокрема у крові. Його присутність у крові може спричинити кесонну хворобу. Різке падіння тиску (наприклад, при швидкому підйомі водолаза) може призвести до виділення азоту (кров «закипає»). Це може призвести до паралічу та смерті.

### 2. Вміст в організмі

Вміст Нітрогену в організмі дорослої людини становить близько 3 % маси тіла.

Нітроген у вигляді аміногрупи  $-NH_2$  входить до складу різних біолігандів, які відіграють велику роль у процесах життєдіяльності (амінокислоти, нуклеотиди, нуклеїнові кислоти).

Одним із кінцевих продуктів метаболізму цих речовин є аміак ( $NH_3$ ). З організму Нітроген виводиться разом із сечею, калом, повітрям, що

видихається, а також з потом, слиною і волоссям. У сечі азот міститься переважно у вигляді сечовини.

### 3. Біогенна роль

Основна функція Нітрогену – утворювати пептидні зв'язки та формувати всю різноманітність білків, а також він є у складі безлічі біологічно активних гетероциклів. Нітроген необхідний всім живим організмам для синтезу амінокислот, з яких утворюються білки та нуклеїнові кислоти. Синьо-зелені водорості засвоюють газоподібний азот із атмосферного повітря. Рослини видобувають Нітроген з ґрунту у вигляді розчинних нітратів та сполук аміаку. Амінокислоти, до складу яких входить Нітроген, є вихідними сполуками при біосинтезі гормонів, вітамінів, медіаторів, пігментів, пуринових та піримідинових основ тощо. Білки у перерахунку на суху вагу становлять 44 % від маси тіла.

В останні роки нітроген(II) оксид (*NO*) сприймається як один із найважливіших імунотропних медіаторів. *NO* синтезується з амінокислоти *L*-аргініну у присутності ферменту *NO*-синтетази. Головним джерелом та місцем утворення *NO* в організмі є ендотелій, загальна маса якого в тілі людини сягає 1,5 кг. Функції нітроген(II) оксиду в організмі дуже різноманітні. *NO* приймає участь у підтримці системної та локальної гемодинаміки, сприяє зниженню підвищеного тонуусу гладкої мускулатури судин та забезпечує підтримання нормального рівня артеріального тиску. *NO* виступає у ролі нейротрансмітера в шлунково-кишковому тракті, сечовивідній та статевій системі. При імунній відповіді *NO* є стимулятором фагоцитозу та кілінгу внутрішньоклітинних паразитів. При сепсисі під впливом цитокінів відбувається вивільнення *NO* у великих кількостях, що сприяє розвитку септичного шоку. Цей оксид відіграє найважливішу роль медіатора у патогенезі бронхіальної астми, хронічного гломерулонефриту, туберкульозу, розсіяного склерозу, хвороби Крона, різних пухлин, а також СНІДу. Завдяки здатності *NO* інактивувати *Fe*, який містять ферменти, відбувається загибель внутрішньоклітинних мікроорганізмів, життєдіяльність яких залежить від присутності Феруму та інших біоелементів.

Можливо цей процес відбувається за рахунок утворення металами  $Fe$ ,  $Co$ ,  $Ni$ ,  $Mn$ ,  $Zn$  з нітроген(II) оксидом комплексів  $[Me(NO)_n]_m^+$ . Очевидно, що ця функція  $NO$  є універсальною і відводить  $NO$  вирішальну роль в елімінації «старіючих» молекул цитохромів, каталази, гемоглобіну, а також індукції апоптозу в клітинах, де підвищується рівень вільного, нехелатованого заліза.

#### **4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами**

Токсична доза для людини: деякі сполуки Нітрогену є токсичними.  
Летальна доза для людини: даних немає.

Зміни у вмісті білків та амінокислот, розлади їх метаболізму можуть бути спричинені різними причинами. Інтегральним показником стану білкового обміну є азотистий баланс, тобто різниця між кількостями азоту, що надходить ззовні та виводиться з організму за добу. Порушення обміну білків супроводжуються різноманітними клінічними проявами.

Основні причини дефіциту Нітрогену:

- білкове голодування;
- порушення перетравлення білків та всмоктування амінокислот у шлунково-кишковому тракті;
- дистрофія та цироз печінки;
- порушення якісного та кількісного взаємовідношення білків (амінокислот) в організмі;
- спадкові порушення обміну речовин, посилене розщеплення білків тканин;
- порушення регуляції азотистого обміну.

Основні прояви дефіциту Нітрогену: численні розлади, що відображають порушення обміну білків, амінокислот, азотовмісних сполук та сполук біоелементів з Нітрогеном.

Серед сполук Нітрогену є чимало токсичних для організму. До них відносяться окис азоту, нітрати, нітрити, нітрозаміни, аміак та інші сполуки. Токсичний ефект нітритів пов'язаний зокрема з тим, що під їх впливом гемоглобін перетворюється на метгемоглобін, який не здатний зв'язувати та переносити кисень. При порушенні видільної функції нирок у крові може

спостерігатися збільшення концентрації нітрогеновмісних продуктів. Це ж явище може виникати при порушенні відтоку сечі по сечових шляхах, їх закупорці або здавлюванні, рясній втраті хлору організмом і т.ін.

Основні причини надлишку Нітрогену:

- надлишкове надходження з білками їжі («білковий переїдання») окремих амінокислот (наприклад, у спортсменів), небажаними домішками в їжі (наприклад, у вигляді нітратів та нітритів) тощо;
- надходження в організм токсичних сполук Нітрогену;
- порушення регуляції обміну Нітрогену.

Основні прояви надлишку Нітрогену:

- запалення та набряк слизових оболонок дихальної системи внаслідок надходження в організм нітрозних газів;
- зниження рівня кисню у крові під дією нітритів;
- підвищення функціонального навантаження на нирки та печінку;
- відраза до білкової їжі, позитивний білковий баланс.

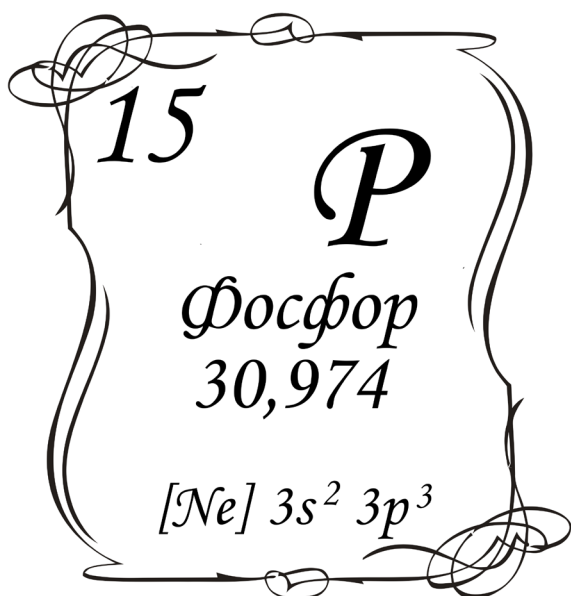
Надлишкові кількості Бору, Купруму та Флуору можуть сприяти погіршенню метаболізму Нітрогену, а нормальні фізіологічні кількості Бору, Купруму, Феруму та Молібдену – покращенню.

При недостатньому надходженні Нітрогену в організм необхідно збільшити в раціоні кількість продуктів із підвищеним вмістом білка. За наявності у пацієнтів захворювань різних органів шлунково-кишкового тракту (печінки, кишківника) та пов'язаних з ними розладів травлення необхідно проведення комплексного лікування.

### ***5. Продукти харчування***

Нітроген надходить в організм з харчовими продуктами, до складу яких входять білки та інші нітрогеновмісні речовини. Ці речовини розщеплюються в шлунково-кишковому тракті і потім всмоктуються у вигляді амінокислот та низькомолекулярних пептидів, з яких організм будує власні амінокислоти та білки. Разом з тим організм людини не здатний синтезувати деякі необхідні для життя амінокислоти і отримує їх з їжею «в готовому вигляді».





### 1. Будова та властивості

Фосфор – елемент V групи періодичної системи; атомний номер 15, атомна маса 31. Назва фосфору походить від грец. *phosphorus* – той, що несе світло, відкритий алхіміком Х. Брандом у 1669 р. (Німеччина).

Фосфор є металоїдом у двох алотропних формах – червоний і чорний. Білий фосфор м'який і легко спалахує.

Червоний фосфор – це порошок, який, як правило, не горить. Жодна з форм не реагує з водою чи розведеними кислотами, але з лугами взаємодіє з утворенням газоподібного фосфіну. З двох форм тільки білий фосфор є токсичною речовиною. Фосфор широко поширений у земній корі, головним чином у вигляді фосфату кальцію. У природі Фосфор знаходиться у формі малорозчинних фосфатів (мінерали фосфорит, фторапатит, гідроксилапатит та інші).

### 2. Вміст в організмі

Вміст Фосфору в тілі дорослої людини близько 1 % (приблизно 700 г на 70 кг маси тіла).

Більшість споживаного з їжею Фосфору всмоктується у проксимальному відділі тонкого кишківника. Всмоктування, розподіл та виведення цього елемента в організмі значною мірою пов'язане з кальцієвим обміном. В організмі основна кількість Фосфору міститься в кістках (близько 85 %), багато його в м'язах та нервовій тканині. Разом із Кальцієм, Фтором та Хлором Фосфор формує зубну емаль. В організмі людини близько 14 % цього елемента містять внутрішньоклітинні компартменти м'яких тканин і лише 1 % перебуває у позаклітинній рідині. З організму Фосфор виводиться із сечею та калом.

### ***3. Біогенна роль***

Добова потреба людини у Фосфорі становить 1,3 г. Його значення для організму людини величезне. Фосфор знаходиться в біосередовищі у вигляді фосфат-іону, який входить до складу неорганічних компонентів та органічних біомолекул. Він присутній у всіх тканинах, входить до складу білків, нуклеїнових кислот, нуклеотидів, фосфоліпідів. Сполуки Фосфору АДФ та АТФ є універсальним джерелом енергії для всіх живих клітин. Значна частина енергії, що утворюється при розпаді вуглеводів та інших сполук, акумулюється у багатих на енергію органічних сполуках фосфорної кислоти. Розчинні солі фосфорної кислоти формують фосфатну буферну систему, відповідальну за сталість кислотно-лужної рівноваги внутрішньоклітинної рідини. Важкорозчинні (кальцієві) солі фосфорної кислоти становлять мінеральну основу кісткової та зубної тканини. Фосфор грає важливу роль діяльності головного мозку, серця, м'язової тканини.

### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Нестача Фосфору в організмі насамперед асоціюється з астеничним станом, слабкістю, нездужанням. У цілому для людей з дисбалансом цього елемента характерна підвищена інтелектуальна активність, яка зазвичай швидко змінюється нервовим виснаженням. Як правило, у таких людей за сплесками емоційної реакції на довкілля наступають апатія та депресія.

Причини дефіциту Фосфору:

- порушення регуляції обміну;
- недостатнє надходження до організму (низьке споживання білка);
- підвищене надходження в організм сполук Кальцію, Алюмінію, Магнію, Барію;
- надлишкове споживання штучних напоїв (лимонади та ін.);
- тривалі хронічні захворювання;
- інтоксикації, наркозалежності, алкоголізм;
- захворювання щитовидної залози;
- хвороби навколощитовидних залоз;

- захворювання нирок;
- штучне вигодовування немовлят.

Основні прояви дефіциту Фосфору:

- підвищена стомлюваність, зниження уваги, слабкість, виснаження;
- біль у м'язах;
- зниження опірності до інфекцій та простудних захворювань;
- недостатність білоксинтезуючої функції печінки;
- дистрофічні зміни у міокарді;
- крововиливи на шкірі та слизових оболонках;
- остеопороз;
- імунодефіцитні стани.

Інтоксикація сполуками Фосфору супроводжуються порушеннями функції печінки та нирок, серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, розладами діяльності інших органів та систем; розвиваються гіпохромна анемія, з'являються численні геморагії.

При надмірному надходженні фосфору в організм може підвищуватися рівень виведення Кальцію, що створює ризик швидкого розвитку остеопорозу. Підвищення рівня Фосфору у волоссі часто вказує на його посилене виведення з організму і може спостерігатися при порушеннях співвідношення Ca/P.

Причини надлишку Фосфору:

- надлишкове надходження («білковий перекарм»);
- надмірне вживання консервованих продуктів, лимонадів;
- тривалий контакт із фосфорорганічними сполуками;
- порушення регуляції обміну.

Основні прояви надлишку Фосфору:

- відкладення у тканинах малорозчинних фосфатів; декальцинація кісткової тканини;
- нирково-кам'яна хвороба; ураження печінки, шлунково-кишкового тракту;
- розвиток анемії, лейкопенії; кровотечі, крововиливу.

Засвоєння Фосфору в людини посилюється під впливом вітамінів А, D, F; а також *K, Ca, Fe, Mn; HCl* (шлункового соку), ферментів та білків. У свою чергу, *Al, Fe, Mg, Ca*; надмірне вживання цукру; вітамін D; паратгормон, естрогени, андрогени, кортикостероїди та тироксин здатні знижувати рівень Фосфору в організмі.

Токсична доза для людини: нетоксичні фосфати. Летальна доза для людини: 60 мг (білий фосфор).

Заповнення дефіциту Фосфору в організмі відбувається шляхом збільшення споживання багатих на цей елемент харчових продуктів, БАД та лікарських препаратів.

Тактика лікування при гіперфосфатемії залежить від стану нирок, зазвичай лікування проводиться шляхом парентерального введення бідних фосфатами розчинів, застосуванням гідроксиду алюмінію.

### **5. Продукти харчування**

Фосфор зустрічається у переважній більшості продуктів. Серед тваринних продуктів лідери по вмісту фосфору: сири, яєчні жовтки, риба, ікра червона, печінка свиняча, яловича, теляча, м'ясо курки та індички, свинина, мідії, креветки.

Фосфор в продуктах рослинного походження присутній фактично в усіх бобових, зернових продуктах, насінні та горіхах. Проте, в цих групах продуктів є свої нюанси із засвоєння фосфору через присутність фітинової кислоти, яка частково заважає засвоєнню мінералів. Але все одно значна частина фосфору все ж засвоюється організмом. Серед рослинних продуктів фосфору найбільше містять: гарбузове насіння, пшеничні та вівсяні висівки, кунжут, мак, соя, горіхи кеш'ю, насіння льону, соняшника, фісташки, кедрові горіхи, мигдаль, квасоля, арахіс, волоські горіхи, маш, нут, рис, гречка, сочевиця, лісові горіхи, вівсянка, макарони з твердих сортів пшениці, борошно пшеничне цільозернове, зерновий хліб, перлова і ячмінна крупа, картопля, кокос та кокосова стружка, зелений горошок (табл. 4).

Таблиця 4.

Вміст Фосфору у деяких харчових продуктах у мг/100 г їстівної частини  
(середні значення) [8]

Дріжджі пивні, сушені	1900
Пшеничний зародок	1100
Сир*	636-310
Жовток курячого яйця	590
Дріжджі пекарські, пресовані	473
Вівсяні пластівці	415
Сочевиця, сушена	412
Свиняча печінка	407
Пшениця, ціле ядро	341
Жито ціле ядро	337
Вугор	334
Теляча печінка	306
Рис нешліфований	282
Свиняча нирка	260
Плоди шипшини	258
Оселедець	250
Куряча печінка	240
Кукурудза, ціле зерно	213
Борошно пшеничне*	208-108
Свинина, яловичина, ціла тушка, нежирна	192-190
Борошно житнє	189
Гриби*	123-85
Рис шліфований, горошок зелений	114-113
Коровяче молоко, сире, якісне	92
Брюссельська капуста	84

\* – залежно від сорту (виду тощо)



## 1. Будова та властивості

Оксиген – елемент VI групи періодичної системи; атомний номер 8, атомна маса 16. Назва походить від грецьк. *oxygenes* (той, що народжує кислоту). Відкритий 1774 р. Дж. Прістлі (Англія) і незалежно від нього К. Шееле (Швеція).

Оксиген є найпоширенішим елементом Землі. Як проста речовина зустрічається у двох алотропних формах:

$O_2$  (кисень) і  $O_3$  (озон). Кисень – це газ без кольору та запаху. Кисень вступає у взаємодію майже з усіма хімічними елементами, утворює з ними безліч сполук. Найбільш поширені з них оксиди, пероксиди, гідроксиди (кислоти та основи) та їх похідні. Оксиген входить до складу практично всіх мінералів, основні з яких силікати: кварц, польовий шпат та ін. Основним резервуаром вільного Оксигену є атмосфера Землі, а зв'язаного – земна кора, морська вода.

## 2. Вміст в організмі

Вміст Оксигену в організмі дорослої людини становить близько 62,43 % загальної маси тіла (43 кг на 70 кг маси тіла).

Разом із воднем кисень утворює воду, вміст якої в організмі дорослої людини в середньому становить близько 55–65 %. Оксиген входить до складу білків, нуклеїнових кислот та інших життєвонеобхідних компонентів організму. Звичайний шлях надходження кисню в організм лежить через легені, де цей біоелемент проникає в кров, поглинається гемоглобіном і утворює сполуку, що легко дисоціює, – оксигемоглобін, а потім з крові надходить в усі органи та тканини. У тканинах кисень витрачається переважно на окиснення різних речовин у процесі їхнього метаболізму. Надалі майже весь кисень метаболізується до вуглекислого газу та води, і виводиться з організму через легені та нирки. Оксиген надходить в організм також у зв'язаному стані у формі води.

### ***3. Біогенна роль***

Головною функцією молекулярного кисню в організмі є окиснення різних сполук. Кисень необхідний для дихання, окиснення жирів, білків, вуглеводів, амінокислот, а також для багатьох інших біохімічних процесів. Приймає участь у всіх видах обміну. Всі реакції окиснення-відновлення в організмі відбуваються у присутності кисню. Оксиген входить до складу таких біологічно важливих сполук, як білки, амінокислоти, вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти, вітаміни, гормони та ін. Фагоцитарні функції організму залежать від рівня кисню. Зниження рівня Оксигену призводить до зниження захисних функцій організму. Кисень необхідний для розкладання померлих тварин та рослин (кругообіг речовин у природі). Разом з оксидом карбону(IV) він збуджує дихальний та судинно-руховий центри. Кисень використовується для лікування серцево-судинних, інфекційних, пухлинних захворювань (оксигенотерапія та оксигенобаротерапія). Озон  $O_3$  – бактерицидна речовина. Озонотерапія проводиться при лікуванні багатьох захворювань: серця та судин, нирок, органів травлення, туберкульозу та ін.

### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

При недостатньому постачанні тканин організму кисню або порушенні його утилізації розвиваються явища гіпоксії (кисневого голодування).

Основні причини дефіциту кисню:

- припинення або зниження надходження кисню в легені, знижений парціальний тиск кисню у повітрі, що вдихається;
- значне зменшення кількості еритроцитів або різке зниження вмісту гемоглобіну в них;
- порушення здатності гемоглобіну зв'язувати, транспортувати чи віддавати тканинам кисень;
- порушення здатності тканин утилізувати кисень;
- пригнічення окисно-відновних процесів у тканинах;
- застійні явища в судинному руслі внаслідок розладів серцевої діяльності, кровообігу та/або дихання;

- ендокринопатії, авітамінози;
- гострі отруєння (наприклад, вдихання парів ціанідної кислоти).

Основні прояви дефіциту кисню:

- у гострих випадках (при повному припиненні надходження кисню, гострих отруєннях): непритомність, розлад функцій вищих відділів центральної нервової системи;
- у хронічних випадках: підвищена стомлюваність, функціональні порушення діяльності центральної нервової системи, серцебиття та задишка при незначному фізичному навантаженні, зниження реактивності імунної системи.

Токсична доза для людини: токсичним є озон. Летальна доза для людини: даних немає.

Тривале підвищення вмісту кисню у тканинах організму (гіпероксія) може супроводжуватись кисневим отруєнням; зазвичай гіпероксію супроводжує підвищення вмісту кисню в крові (гіпероксемія).

Токсична дія озону та надлишку кисню пов'язують з утворенням у тканинах великої кількості радикалів, що виникають внаслідок розриву хімічних зв'язків. У невеликій кількості радикали утворюються в організмі як проміжний продукт клітинного метаболізму, це є нормою. Але при надлишку радикалів ініціюється небажаний процес окиснення органічних речовин, у тому числі перекисне окиснення ліпідів, з їх подальшим розпадом та утворенням кисневмісних продуктів (кетони, спирти, кислоти).

### ***5. Продукти харчування***

Оскільки Оксиген входить до складу води, білків, жирів та вуглеводів, він міститься у великій кількості у всіх продуктах харчування та напоях, в організм людини надходить переважно з повітря під час дихання.





### 1. Будова та властивості

Сульфур – елемент VI групи періодичної системи; атомний номер 16, атомна маса 32. Назва походить від слова *sulphuricum* (лат. – сірчаний). Сірка відома людству з доісторичних часів.

Сірка є кристалічною (у вигляді щільної маси) або аморфною (дрібний порошок). За своїми хімічними властивостями сірка є типовим металоїдом

і з'єднується з багатьма металами. Сірка утворює з киснем оксиди, найважливішими з яких є сірчистий та сірчаний ангідриди. Перебуваючи в одній групі з Оксигеном, Сульфур має подібні окисно-відновні властивості. З воднем сірка утворює добре розчинний у воді газ – сірководень. Цей газ дуже токсичний завдяки його здатності міцно зв'язуватися з катіонами Купруму у ферментах дихального ланцюга.

Сірка відносно стійка у вільному стані, у звичайних умовах перебуває у вигляді молекули S<sub>8</sub>, що має циклічну будову. Природна сірка складається із суміші чотирьох стабільних ізотопів з атомною масою 32, 33, 34 і 36. При утворенні хімічних зв'язків Сульфур може використовувати всі шість електронів зовнішньої електронної оболонки (ступені окиснення у сполуках: 2, 0, 4 і 6).

### 2. Вміст в організмі

Вміст Сульфуру у тілі дорослої людини – близько 0,16 % (110 г на 70 кг маси тіла). Добова потреба здорового організму у Сульфурі становить 4–5 г.

Сульфур міститься у всіх тканинах людського організму; особливо багато його у м'язах, скелеті, печінці, нервовій тканині, крові. Також багаті на цей елемент поверхневі шари шкіри, де Сульфур входить до складу кератину та меланіну. Виділяється цей елемент переважно із сечею у вигляді нейтральної сірки та неорганічних сульфатів, менша частина його виводиться через шкіру та

легені. У тканинах цей елемент знаходиться в найрізноманітніших формах, як неорганічних (сульфат, сульфід, сульфідиди, роданіди та ін), так і органічних (тіоли, тіоефіри, сульфонові кислоти, тіомочевина та ін.). Як сульфат-аніон він присутній у рідких середовищах організму.

### ***3. Біогенна роль***

Сульфур є постійною складовою рослин і міститься в них у формі різних неорганічних та органічних сполук. Багато рослин утворюють глікозиди, що містять Сульфур, та інші органічні сполуки Сульфуру (наприклад, амінокислоти – цистеїн, цистин, метіонін). Відомі також бактерії, що мають здатність виробляти цей елемент. Деякі мікроорганізми, як продукти життєдіяльності, утворюють специфічні сполуки Сульфуру (так, наприклад, грибки синтезують сульфуровмісний антибіотик пеніцилін).

Сульфур виконує в організмі незамінні функції: забезпечує просторову організацію молекул білків, необхідну для їх функціонування, захищає клітини, тканини та шляхи біохімічного синтезу від окиснення, а весь організм – від токсичної дії чужорідних речовин.

Атоми Сульфуру є складовою молекул незамінних амінокислот (цистин, цистеїн, метіонін), гормонів (інсулін, кальцитонін), вітамінів (біотин, тіамін), глутатіону, таурину та інших важливих для організму сполук. Цей елемент приймає участь в окисно-відновних реакціях, у процесі тканинного дихання, виробленні енергії, передачі генетичної інформації та виконує багато інших важливих функцій.

Сульфур є компонентом структурного білка колагену. Хондроїтин-сульфат присутній у шкірі, хрящах, нігтях, зв'язках та клапанах міокарда. Важливими сірковмісними метаболітами є гемоглобін, гепарин, цитохроми, естрогени, фібриноген і сульфоліпіди.

Необхідно відзначити важливу детоксикаційну роль Сульфуру. Ендогенна сірчана кислота, що утворюється в організмі, приймає участь у знешкодженні токсичних сполук (фенол, індол та ін.), які виробляються мікрофлорою кишечника; а також пов'язує чужорідні для організму речовини, у

тому числі лікарські препарати та їх метаболіти. При цьому утворюються нешкідливі сполуки кон'югати, які виводяться з організму.

Обмін Сульфуру контролюється тими факторами, які також впливають і на білковий обмін (гормони гіпофіза, щитовидної залози, надниркових залоз, статевих залоз). Незважаючи на значну кількість проведених досліджень, роль сірки у забезпеченні життєдіяльності організму з'ясована не повною мірою. Так, поки що відсутні чіткі клінічні описи будь-яких специфічних розладів, пов'язаних з недостатнім надходженням Сульфуру в організм. У той же час відомі ацидоамінопатії – розлади, пов'язані з порушенням обміну амінокислот, що містять цей елемент (гомоцистинурия, цистатіонурія).

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза для людини: нетоксичний (у вигляді сірки). Летальна доза для людини: немає даних (у вигляді сірки).

До цього часу практично відсутні клінічні дані про порушення, пов'язані з дефіцитом Сульфуру в організмі. У той же час в експериментальних дослідженнях встановлено, що нестача метіоніну в їжі гальмує зростання молодих та знижує продуктивність дорослих тварин.

Оскільки метіонін приймає участь у синтезі таких найважливіших сірковмісних сполук як цистеїн (цистин), глутатіон, біотин, тіамін, ацетилкоензим А, ліпоєва кислота та таурин, то прояви нестачі в організмі цих сполук можна тією чи іншою мірою віднести до симптомів дефіциту Сульфуру.

Основні причини дефіциту: порушення регулювання обміну Сульфуру.

Основні прояви дефіциту:

- симптоми захворювань печінки, суглобів, шкіри;
- різноманітні та численні прояви дефіциту в організмі та порушення метаболізму біологічно активних сульфоровмісних сполук.

Дані про токсичність Сульфуру, що міститься у харчових продуктах, у літературі відсутні. Однак існують описи клініки гострих та хронічних отруєнь сполуками сірки, такими як сірководень, сірковуглець, сірчистий газ. Так, при високих концентраціях сірководню у повітрі, що вдихає людина, клінічна

картина інтоксикації розвивається дуже швидко, протягом декількох хвилин виникають судоми, втрата свідомості, зупинка дихання. Надалі наслідки перенесеного отруєння можуть виявлятися стійкими головними болями, порушеннями психіки, паралічами, розладами функцій системи дихання та шлунково-кишкового тракту.

Встановлено, що парентеральне введення дрібно подрібненої сірки в масляному розчині в кількості 1–2 мл супроводжується гіпертермією з гіперлейкоцитозом та гіпоглікемією. Вважають, що при парентеральному введенні токсичність іонів сульфуру у 200 разів вища, ніж іонів хлору. Токсичність сполук Сульфуру, що потрапили в шлунково-кишковий тракт, пов'язана з їх перетворенням кишковою мікрофлорою на токсичний сульфід водню. У випадках смертельних наслідків після отруєння сіркою при розтині відзначають ознаки емфіземи легень, запалення мозку, гострого катарального ентериту, некрозу печінки, крововиливу у міокард.

При хронічних інтоксикаціях (сірковуглець, сірчистий газ) спостерігаються порушення психіки, органічні та функціональні зміни нервової системи, слабкість м'язів, погіршення зору та різноманітні розлади діяльності інших систем організму.

В останні десятиліття одним із джерел надлишкового надходження Сульфуру в організм людини стали сульфоровмісні сполуки (сульфіти), які додаються до багатьох харчових продуктів, алкогольних і безалкогольних напоїв як консервантів. Особливо багато сульфитів у копченостях, картоплі, свіжих овочах, пиві, сидрі, готових салатах, оцті, барвниках вина. Відомо, що 10 % хворих на бронхіальну астму виявляють підвищену чутливість до сульфитів (тобто є сенсibiliзованими до сульфиту). Для зниження негативного впливу сульфитів на організм рекомендується збільшувати вміст у раціоні сирів, яєць, жирного м'яса, птиці.

Основними причинами надлишку Сульфуру в організмі є надлишкове надходження та порушення регуляції його обміну.

Основні прояви надлишку Сульфуру:

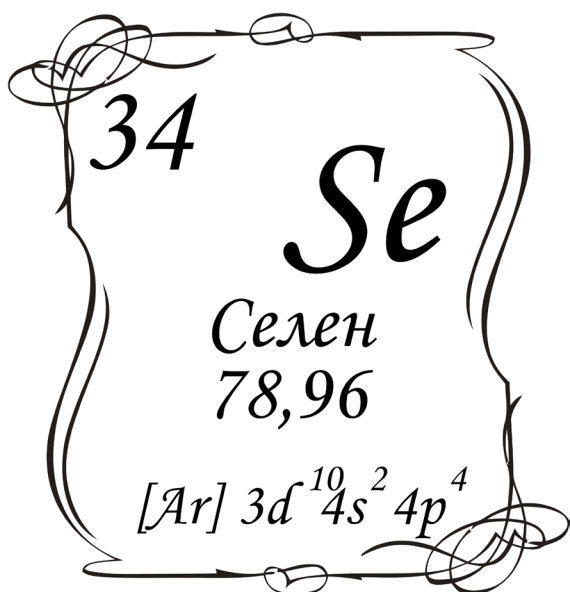
- свербіж шкіри, висипи, фурункульоз;
- почервоніння та опухання кон'юнктиви; світлобоязнь, слъозотеча;
- поява дрібних точкових дефектів на рогівці;
- ломота у бровах та очних яблуках, відчуттям піску в очах;
- загальна слабкість, головний біль, запаморочення, нудота;
- катар верхніх дихальних шляхів, бронхіт;
- ослаблення слуху;
- розлади травлення, проноси, зниження маси тіла;
- недокрів'я;
- судоми та втрата свідомості (при гострій інтоксикації);
- психічні порушення, зниження інтелекту.

До елементів, що сприяють засвоєнню *S*, відносяться *F* і *Fe*, а до антагоністів – *As*, *Va*, *Fe*, *Pb*, *Mo* і *Se*.

При недостатньому надходженні сірки в організм необхідно збільшити в раціоні кількість продуктів з підвищеним вмістом цього біоелемента (сири, яйця, морські продукти, капуста, квасоля), а також тіаміну, біотіку метіоніну, сульфоровмісних БАД. Проте вважається, що подібний стан виникає вкрай рідко, а зміни біоелементного статусу Сульфуру пов'язані насамперед із порушеннями його обміну.

### **5. Продукти харчування**

Сульфур надходить в організм із харчовими продуктами, у складі неорганічних та органічних сполук. Найбільш багаті на цей елемент нежирна яловичина, риба, молюски, яйця, сири, молоко, капуста та квасоля. Неорганічні сполуки сірки (солі сірчаної та сірчистої кислот) не всмоктуються та виділяються з організму з калом. Органічні білкові сполуки розщеплюються і всмоктуються в кишковому.



### 1. Будова та властивості

Селен – елемент VI групи періодичної системи; атомний номер 34, атомна маса 74. Відкритий І. Берцеліусом 1817 р. (Швеція). Назва походить від грецьк. *Selene* (Місяць).

Селен одержують у вигляді сріблястої металевої алотропної модифікації або у вигляді червоного аморфного порошку (рис. 6). Він горить на

повітрі, не взаємодіє з водою, розчиняється у концентрованій нітратній кислоті та лугах. Багато в чому селен є аналогом сірки. Природним джерелом селену є сліди в деяких сульфідних рудах, отримують селен як побічний продукт очищення міді.



Рис. 6. Алотропні форми селену

### 2. Вміст в організмі

В організмі людини міститься 10–14 мг Селену. Оптимальною інтенсивністю його надходження до організму вважають 20–70 мкг/день. Дефіцит в організмі розвивається при надходженні цього елемента в кількості 5 мкг/день та менше, порогом токсичності є 5 мг/день. Добова потреба організму людини у Селені становить 20–100 мкг.

Всмоктування Селену відбувається в дистальному відділі тонкого кишківника, де з розчинних сполук цього елемента утворюються його сполуки з метіоніном і цистеїном. Накопичується Селен, насамперед, у нирках та печінці, кістковому мозку, серцевому м'язі, підшлунковій залозі, легенях, шкірі та волоссі, гіпофізі, кісткових м'язах. Значна кількість цього елемента міститься у сітківці ока. Тому він необхідний для зору. При парентеральному харчуванні в організм людини має надходити не менше 30 *мкг* Селену на добу.

### ***3. Біогенна роль***

В організмі Селен стимулює процеси обміну речовин. Його важливою біохімічною функцією є участь у побудові та функціонуванні глутатіонпероксидази, гліцинередуктази та цитохрому С – основних антиоксидантних сполук. Селен приймає участь як у першій фазі біохімічної адаптації (окиснення чужорідних речовин з утворенням органічних оксидів та пероксидів), так і у другій (зв'язування та виведення активних метаболітів). Селен є основним компонентом ферменту героксидази глутатіону, який захищає організм від шкідливих речовин, що утворюються при розпаді токсинів. Він є антагоністом ртуті та миш'яку, здатний захистити організм від Кадмію, Свинцю, Талію. Селен приймає участь і в інших формах антиоксидантного захисту.

Селен є елементом, який виконує численні захисні функції в організмі. Він посилює імунний захист організму, сприяє збільшенню тривалості життя. Значення цього елемента в механізмах підтримки гомеостазу добре ілюструється ефективністю застосування його препаратів при найрізноманітніших патологічних процесах. Селен має лікувальний ефект при кардіопатіях різної етіології, при гепатитах, панкреатитах, захворюваннях шкіри, вуха, горла та носа. Загальновідома роль Селену у профілактиці та лікуванні злоякісних новоутворень.

### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза: 5 *мг*. Летальна доза для людини: дані відсутні.

Нестача в організмі Селену веде до порушення цілісності клітинних мембран, значного зниження активності згрупованих на них ферментів, накопичення Кальцію всередині клітин, порушення метаболізму амінокислот і кетонових кислот, зниження енергопродукуючих процесів. Існує високий рівень кореляції між дефіцитом Селену та пухлинними захворюваннями, таким як рак шлунка, простати, товстого кишківника, молочної залози.

У тварин, що недоотримують цей елемент, розвивається так звана «білом'язова хвороба», при якій спостерігаються дистрофія м'язів, некроз печінки, дефіцит білка.

Причини дефіциту Селену:

- знижений вміст селену в їжі, у питній воді;
- порушення обміну цього елемента в організмі;
- посилена витрата на нейтралізацію шкідливих речовин;
- недостатнє надходження при парентеральному харчуванні;
- алкоголізм.

Основні прояви дефіциту:

- дерматит, екзема, дистрофічні зміни нігтів;
- слабке зростання та випадання волосся;
- зниження ступеня імунного захисту організму;
- порушення функції печінки;
- недостатність репродуктивної системи (переважно чоловіче безпліддя);
- уповільнення росту дітей.

Надмірне надходження Селену та його сполук відзначається у робітників, зайнятих в електронній, ливарній, мідеплавильній, скляній, лакофарбовій, нафтопереробній, хімічній (виробництво пестицидів) та фармацевтичній (виробництво сульфиду селену, селеніту натрію) промисловостях.

Відомі випадки селенотоксикозу у тварин і людини, обумовленого надлишковим надходженням цього елемента в організм разом із рослинами, які є концентраторами селену (астрагал, *Stanlea*, *Harplorappus* та ін.). Такий селенотоксикоз проявляється у вигляді так званої «лужної хвороби».



Селен та всі його сполуки у певних концентраціях токсичні для людини.

Причини надлишку Селену: надлишкове надходження; порушення регуляції його обміну.

Основні прояви надлишку:

- нестабільні емоційні стани;
- часниковий запах з рота та від шкіри (утворення диметилселеніду);
- нудота та блювання, порушення функцій печінки;
- еритема шкіри;
- нежить, бронхопневмонія, набряк легень (при вдиханні парів селену);
- випадання волосся, ламкість нігтів.

При дефіциті селену в організмі відбувається посилене накопичення Арсену, Кадмію та Меркурію. Селен є антагоністом ртуті та миш'яку, здатний захистити організм від Кадмію, Свинцю, Талію та Срібла. Вітамін Е сприяє засвоєнню Селену. Надлишкові надходження *Hg*, *Cu*, *As*, сульфатів, парацетамолу, фенацетину, антималярійних препаратів можуть призвести до дефіциту Селену в організмі.

При помірному дефіциті Селену слід збільшити споживання продуктів, багатих на цей елемент, вітамінів Е, А, С і БАД. Слід уникати надходження до організму важких металів, миш'яку, спиртних напоїв; по можливості, зменшити прийом речовин та фармацевтичних препаратів, які мають гепатотоксичну дію. При вираженому дефіциті слід збільшити його прийом як БАД або фармпрепаратів до 100–400 *мкг* на добу, аж до парентерального введення. При інтоксикації Селеном необхідно використовувати хелатуючу терапію, а також симптоматичні засоби.

### **5. Продукти харчування**

Природним джерелом селену людини є харчові продукти. Високим є вміст селену в часнику, свинячому салі, пшеничних висівках та білих грибах. Також багато селену міститься в оливковій олії, морських водоростях, пивних дріжджах, бобових, маслинах, кокосах, фісташках та кеш'ю.



### 1. Будова та властивості

Флуор – елемент VII групи періодичної системи; атомний номер 9, атомна маса 19. Назва походить від лат. *fluere* (текти). Вперше виділений А. Муасаном у 1886 р. (Франція).

Фтор є блідо-жовтим газом з різким запахом. Флуор є найактивнішим неметалом і реагує з усіма елементами, крім Гелію та Неону. Фтор міститься у

мінералах флюорит, кріоліт, фторапатит (рис. 7).



**Рис. 7. Мінерали, що містять Флуор (зліва направо – флюорит, кріоліт, фторапатит)**

### 2. Вміст в організмі

Вміст Флуору в тілі дорослої людини становить близько 2,6 г (10–5 %), а середньодобове надходження його з їжею – 0,5–1,5 мг.

В організмі Флуор знаходиться у зв'язаному стані, зазвичай у вигляді важкорозчинних солей з Кальцієм, Магнієм, Ферумом. Сполуки Флуору входять до складу всіх тканин людського тіла. Особливо багато його, 99 % всієї кількості, припадає на кістки та зубну емаль. З організму цей елемент видаляється переважно із сечею.

### **3. Біогенна роль**

Добова потреба становить 1–3 мг. Необхідний для формування кісткової тканини, зубної емалі та дентину. До складу зубної емалі та дентину входить у вигляді флуорапатиту  $Ca_5(PO_4)_3F$ .

Флуор життєво необхідний для нормального зростання та розвитку. В організмі він приймає участь у багатьох важливих біохімічних реакціях – активує аденілатциклазу, інгібує ліпази, естеразу, лактатдегідрогенази тощо.

### **4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами**

Токсична доза: 20 мг. Летальна доза для людини: 2 г.

Недостатній вміст Флуору в організмі зазвичай пов'язаний з його зниженим рівнем у питній воді (менше 0,7 мг/л).

Причини дефіциту Флуору: недостатнє надходження до організму; порушення регуляції обміну фтору.

Основні прояви дефіциту: карієс зубів, ураження кісток (остеопороз).

Деякі сполуки Флуору (наприклад,  $HF$ ) дуже токсичні. Потенційно летальна доза  $NaF$  при пероральному надходженні становить лише 5–10 г. При гострому отруєнні Флуором переважають симптоми ураження центральної нервової системи та шлунково-кишкового тракту, такі як нудота, блювання, діарея, м'язові судоми, падіння артеріального тиску, розвиток коматозного стану.

Хронічна інтоксикація зазвичай розвивається при вживанні питної води з підвищеним вмістом Флуору (більше 4 мг/л). При цьому основні патологічні зміни виникають у кістках та зубах, проте спостерігаються також і розлади обміну речовин, порушення згортання крові тощо. Флюороз кісток розвивається, як правило, через 10–20 років хронічного впливу фтору.

Причини надлишку Флуору:

- надлишкове надходження в організм із питною водою (наприклад, околиці підприємств із виробництва алюмінію);
- хронічна інтоксикація плавиковою кислотою та іншими сполуками Флуору у виробничих умовах;

- тривале передозування препаратів Флуору; порушення регуляції його обміну.

Основні прояви надлишку Флуору:

- поява меловидних плям на зубах, руйнування зубної емалі, крихкість зубів, остеосклероз (флюороз);
- остеомаліяція, остеопороз, кальциноз сухожилля та зв'язок, утворення кісткових шпор;
- крововилив в області ясен, слизових оболонок рота та носа;
- втрата голосу, сухий задушливий кашель;
- брадикардія, зниження артеріального тиску;
- свербіння шкіри, подразнення та слущування епідермісу;
- порушення жирового та вуглеводного обміну.

Всмоктування Флуору в шлунково-кишковому тракті залежить від розчинності його солей та концентрації Кальцію. Флуор пригнічує метаболізм Йоду та може індукувати зоб. Магній гальмує засвоєння Флуору організмом.

При нестачі Флуору в питній воді та ґрунті слід проводити фторування (флюоризацію), – збагачення сполуками фтору води та харчових продуктів. Фторування є способом профілактики карієсу зубів. У той же час фторування сприяє запобіганню розвитку остеопорозу (наприклад, у жінок похилого віку при поєднаному застосуванні з вітаміном D і препаратами кальцію). При лікуванні карієсу використовують фтористий лак для зубів, фторовмісні зубні пасти, таблетки з фтористим натрієм.

При хронічній інтоксикації Флуором рекомендується обмежити надходження його в організм та проводити симптоматичне лікування.

### ***5. Продукти харчування***

Сполуки Флуору надходять в організм із їжею та водою. Багато цього елемента міститься в рисі, яловичині, яйцях, молоці, цибулі, шпинаті, яблуках та інших продуктах. Особливо багатий на Флуор чай (100 *мкг/г*) і морська риба (5–10 *мкг/г*). Норма цього елемента у питній воді 1,5 *мг/л*.



### 1. Будова та властивості

Хлор – елемент VII групи періодичної системи; атомний номер 17, атомна маса 35. Назва походить від грецьк. *chloros* (зелений). Відкритий та виділений К. Шееле у 1774 р. (Швеція), а назву цього елемента дав Деві у 1810 р.

Хлор – це важкий, з різким запахом газ, жовто-зеленого кольору. Хлор є галогеном, що у перекладі з грецької

означає соленароджуючий. Газоподібний  $Cl_2$ , є сильним окисником і є отруйною речовиною. Хлор дуже активний, сполучається майже з усіма елементами й у природі зустрічається лише у вигляді сполук (найчастіше як  $NaCl$ ). Найбільш поширеними мінералами, що містять цей елемент, є галіт, корноліт, сільвін і ряд інших. Його природне джерело – хлорид натрію. Одержують хлор при електролізі натрій хлориду.

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини міститься близько 100 г Хлору (0,14 % маси тіла).

У клітинах акумулюється 10–15 % всього Хлору, із цієї кількості від 1/3 до 1/2 – в еритроцитах. Близько 85 % цього елемента перебувають у позаклітинному просторі. Хлор накопичується у вісцеральній тканині, шкірі та скелетних м'язах. Всмоктується він, переважно, у товстому кишківнику. Хлор виводиться з організму в основному із сечею (90–95 %), калом (4–8 %) та через шкіру (до 2 %).

### 3. Біогенна роль

Іони хлору відіграють важливу біологічну роль. Перерахуємо найважливіші:

1) іони хлору беруть участь у підтримці осмотичної рівноваги (хлорид-іон є основним позаклітинним аніоном організму);

- 2) іони хлору мають гальмуючий ефект на нейрони шляхом зниження потенціалу дії;
- 3) створюють сприятливе середовище для дії протеолітичних ферментів шлункового соку;
- 4) активізують низку ферментів.

Хлорид-іон має оптимальний радіус для проникнення через мембрану клітин. Саме цим пояснюється його спільна участь з іонами натрію та калію у створенні певного осмотичного тиску та регуляції водно-сольового обміну.

*NaCl* необхідний для вироблення в шлунку соляної кислоти, яка сприяє травленню та знищенню хвороботворних бактерій. Хлорні канали представлені у багатьох типах клітин, мітохондріальних мембранах та скелетних м'язах. Ці канали виконують важливі функції у регуляції об'єму рідини, трансепітеліальному транспорті іонів та стабілізації мембранних потенціалів, беруть участь у підтримці рН клітин. Сприяє відкладенню глікогену у печінці, активує амілазу слини.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Дефіцит Хлору вивчений лише в експериментах на лабораторних тваринах. Відзначено затримку росту, запори, гемоконцентрацію, зневоднення, зниження апетиту, зниження рівня хлору в крові та підвищений рівень бікарбонатів. Під впливом звукового подразника у щурів із дефіцитом хлору легко викликається тетанія.

У людини відзначається виникнення алкалозу, анорексії та запорів. У клінічних дослідженнях показано, що Хлор є регулятором ренін-ангіотензин-альдостеронової системи та виступає в ролі патогенетичної детермінанти «натрій-залежної» гіпертензії, як патогенетичний фактор порушення об'єму позаклітинної рідини, розладів кислотно-лужного балансу та гомеостазу.

Основні причини дефіциту: недостатнє надходження Хлору з харчовими продуктами; порушення регулювання його обміну.

Основні прояви дефіциту Хлору: у людей описані алкалоз, анорексія та запори. Підвищений рівень гідрокарбонат-іону (алкалоз) може спричинити

виведення Хлору та Натрію із сечею. Дефіцит Хлору може спостерігатися у дітей, які перебувають на штучному вигодовуванні (гіпокаліємічний, гіпохлоремічний алкалоз із підвищеним рівнем реніну в плазмі та альдостерону в сироватці).

Хлор та його сполуки дуже токсичні. Основні причини надлишку: надлишкове надходження. Основні прояви надлишку хлору: гноблення зростання.

Необхідно підтримувати надходження в організм Хлору та Натрію у пропорції 1:2. Добовий кругообіг цього елемента у дорослих становить 85–250 ммоль. Розвиток симптомів дефіциту Хлору у тварин можна запобігти введенню в раціон харчування цього елемента з розрахунку 1200 мг/кг маси тіла.

Газуватий хлор – це дуже отруйна речовина. Основні симптоми отруєння хлором: затуманення зору; ураження шкіри (бульбашки, почервоніння, сильний пекучий біль); печіння в носі, горлі, очах; задишка, утруднене дихання; нудота, в деяких випадках блювота; слезотеча. При вдиханні хлору виникає ураження легень, альвеоли набрякають та можуть розірватися під час кашлю. Це призводить до появи крові з мокротинням та подальшої смерті. При ураженні хлором необхідно якомога швидше перемістити постраждалого на свіже чисте повітря, надати кисневу інгаляцію, інгаляцію парами води чи аерозолем з питною содою (0,5% розчин) протягом 15 хвилин; промити ніс, рот та відкриті ділянки шкіри водою з милом чи 2%-вим розчином питної соди; давати пити воду та тепле молоко з содою.

### **5. Продукти харчування**

Людина споживає 5–10 г  $NaCl$  на добу. Мінімальна потреба людини у Хлорі становить близько 800 мг на добу. Немовля отримує необхідну кількість цього елемента з молоком матері, в якому міститься 11 ммоль/л хлору. До джерел цього елемента в раціоні, крім харчової солі, з якої в організм надходить до 90% Хлору, відносяться продукти, що її містять (консерви, ковбаси, соуси), а також м'ясо та субпродукти (нирки, мозок, серце), риба, яйця та молочні продукти, бобові, горіхи, овочі, фрукти та ягоди.



### 1. Будова та властивості

Бром – елемент VII групи періодичної системи; атомний номер 35, атомна маса 80. Назва походить від грецьк. *bromos* (сморід). Відкритий у 1826 р. А. Ж. Беларом (Франція) та С. Левігом (Німеччина).

Бром – це важка (в 6 разів важча за повітря) рідина червоно-бурого кольору, що випаровується на повітрі, з різким і

неприємним запахом. Природним джерелом бромів є соляні озера, природні розсоли, підземні свердловини і морська вода, де бром знаходиться у вигляді бромідів натрію, калію і магнію.

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини міститься близько 260 мг Бромів.

Бром можна виявити в крові (до 10 мг/л), кістковій та м'язовій тканині; найбільш висока концентрація Бромів в нирках, гіпофізі, щитовидній залозі, крові, сечі. Виділення Бромів відбувається переважно із сечею і потом.

### 3. Біогенна роль

Фізіологічна роль Бромів ще мало вивчена. Цей елемент відносять до умовно-есенційних. Приймає участь у біосинтезі тестостерону та регулює функцію статевих залоз.

Бромід натрію (*NaBr*) приймає участь в активації пепсину, активізує деякі ферменти, зокрема, ліпази та амілази підшлункової залози, які беруть участь у перетравленні жирів та вуглеводів. Іони  $Br^-$  пригнічують діяльність щитовидної залози, будучи антагоністами йодидів, і за хронічного впливу уповільнюють їх засвоєння. Броміди беруть участь у регуляції центральної нервової системи, посилюючи процеси гальмування.



#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

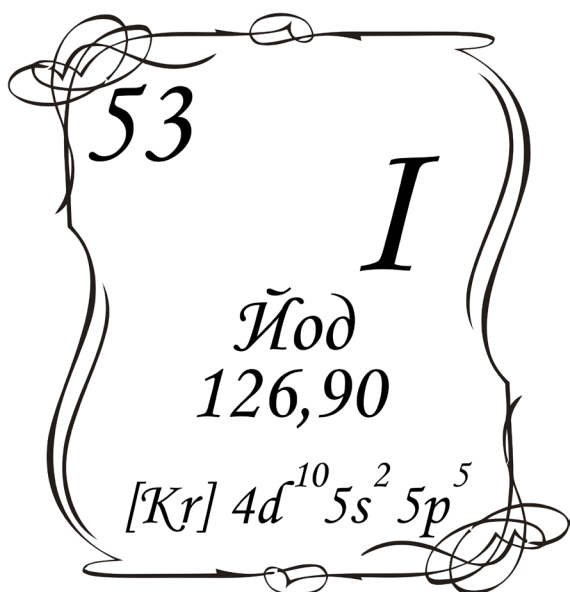
Токсична доза бромю для людини 3 г; летальна доза – більше 35 г.

В експериментах на козах штучний харчовий дефіцит аніону броміду приводив до погіршення росту, фертильності, зниження гематокриту, зменшення кількості гемоглобіну в крові, зростання жирності молока та кількості викиднів, скорочення тривалості життя. У деяких діалізних хворих з дефіцитом броміду спостерігалось безсоння. При хронічній інтоксикації сполуками Бромю в умовах виробництва, при тривалому прийомі внутрішньо препаратів цього елемента або їх індивідуальної непереносимості можуть розвиватися різні симптомокомплекси, відомі як бромізм і бромодерма. При гострому отруєнні спостерігається «бромисте оглушення» з ослабленням уваги до зовнішніх впливів, розладом ходи, утрудненням мови.

Причини надлишку Бромю – надлишкове надходження, порушення регуляції обміну бромю. Основні прояви надлишку Бромю: шкірний висип; пустули, м'які запальні вузли фіолетово-червоного кольору; риніт; бронхіт; порушення травлення; розлади сну та мовлення, зниження пам'яті, інші неврологічні порушення. Надлишок Бромю має, як правило, ятрогенне походження, і лікування бромізму і бромодерми полягає в основному обмеженням надходження бромідів в організм людини.

#### ***5. Продукти харчування***

В організм людини бром потрапляє з рослинною їжею, головним чином, із зерновими та горіхами, і з рибою. Добове надходження цього біоелемента в організм людини становить 2–8 мг.



### 1. Будова та властивості

Йод – елемент VII групи періодичної системи, атомний номер 53, атомна маса 127. Назва походить від грецьк. *Iodes* (фіолетовий), оскільки такий колір має пара йоду. Відкритий у 1811 р. Б. Куртуа (Франція).

Йод – це твердий, чорний, блискучий неметал. Він випаровується за нормальної температури, а при

нагріванні відганяється. Йод погано розчинний у воді, значно краще він розчиняється в органічних розчинниках та у водному розчині калій йодиду. Має високу хімічну активність і здатність до зміни валентності. У природі йод зустрічається у вигляді солей (йодидів та йодатів) та у складі морської солі, переважно у вигляді йодистого натрію та йодистого магнію.

### 2. Вміст в організмі

Нормою є вміст в організмі людини 15–25 мг Йоду, причому половина від цієї кількості перебуває у щитовидній залозі.

Всмоктується Йод переважно у верхньому відділі шлунково-кишкового тракту. У щитовидній залозі концентрація цього елемента становить 1000–12000  $мкг/г$ , тоді як у печінці – 0,2  $мкг/г$ , у яєчниках, легенях – 0,07  $мкг/г$ , у нирках – 0,04  $мкг/г$ , у лімфовузлах – 0,03  $мкг/г$ , у мозку, насінниках та м'язах - 0,02  $мкг/г$ . Мабуть, Йод накопичується також у слизовій оболонці шлунка, слинних та молочних залозах під час лактації. Виводиться він із організму переважно через нирки.

### 3. Біогенна роль

Йод є життєво важливим елементом, не генотоксичним. Він має високу фізіологічну активність і є обов'язковим структурним компонентом тиреотропного гормону та тиреоїдних гормонів щитовидної залози.

Основні функції йоду в організмі:

- участь у регулюванні швидкості біохімічних реакцій;
- участь у регуляції обміну енергії, температури тіла;
- участь у регуляції білкового, жирового, водно-електролітного обміну;
- участь у регуляції обміну деяких вітамінів;
- участь у регуляції диференціювання тканин, процесів зростання та розвитку організму, у тому числі нервово-психічного;
- індукція підвищення споживання кисню тканинами.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза Йоду людини 2 мг, летальна – 35–350 г.

Близько 1 млрд людей на землі страждають від дефіциту Йоду. Основною причиною зниження вмісту цього елемента в організмі є недостатній рівень цього елемента в їжі та воді, що, у свою чергу, призводить до розвитку йододефіцитних станів та захворювань (ендемичний зоб, гіпотиреоз, дистериоз, кретинізм та ін.), що супроводжуються різноманітними функціональними та структурними порушеннями.

Причини дефіциту Йоду:

- недостатнє надходження: зниження споживання морепродуктів, припинення йодної профілактики;
- наявність у їжі струмогенних факторів, що перешкоджають засвоєнню та утилізації цього елемента;
- прийом лікарських препаратів, які мають струмогенну дію;
- порушення регуляції обміну;
- підвищення радіаційного фону;
- забруднення навколишнього середовища;
- алергізація організму.

Основні прояви дефіциту Йоду:

- збільшення вироблення та виділення гормонів щитовидної залози;
- формування зобу;
- розвиток йододефіцитних захворювань:

- гіпотиреоз (нервово-психічні розлади, млявість);
- сонливість;
- набряки обличчя, кінцівок та тулуба;
- підвищений вміст холестерину;
- брадикардія;
- запори;
- кретинізм (різке відставання психічного та фізичного розвитку, низькорослість, деформації скелета);
- глухонімота, паралічі;
- зниження фертильності, мертвонародження, вроджені аномалії розвитку;
- підвищена перинатальна смертність;
- зниження інтелектуального рівня.

Причинами надлишку Йоду є надлишкове надходження, порушення регуляції його обміну.

Основні прояви надлишку Йоду:

- формування зубу;
- розвиток гіпертиреозу, тиреотоксикозу;
- головний біль, втома, слабкість, депресія;
- оніміння та пощипування шкіри, висипання, вугри;
- розвиток токсикодермії (йододерма), обумовленої надлишком чи непереносимістю препаратів Йоду;
- розвиток асептичного запалення (йодизм) слизових оболонок у місцях виділення Йоду (дихальні шляхи, слинні залози, приносіві пазухи).

Не слід одночасно приймати добавки, що містять Йод та карбонат літію. Літій знижує активність щитовидної залози, а йод посилює прояви побічних ефектів Літію.

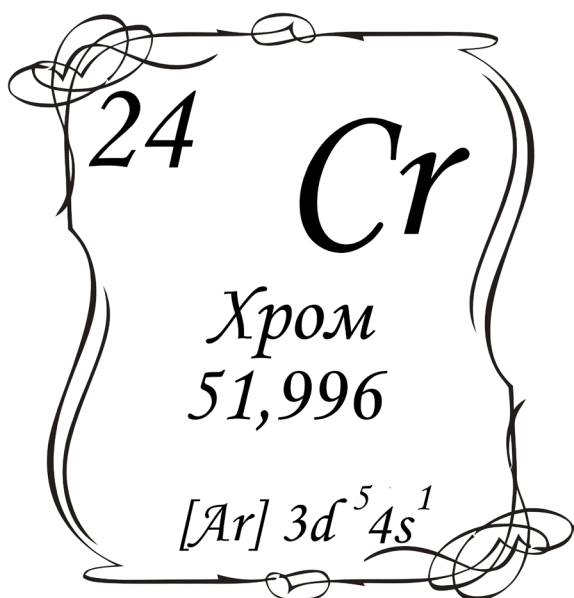
Антагоністами йоду є надлишкові кількості, *Mn, Pb, Ca, Br, Cl, F*. Посилення струмогенного ефекту спостерігається при дефіциті у людини *Se, Zn, Cu*. У всіх випадках може розвиватися порушення обміну Йоду та його утилізації щитовидної залозою.

Для профілактики дефіциту цього елемента в ендемічних по зобу регіонах та групах ризику, до яких належать дівчатка-підлітки та вагітні жінки, застосовують йодовану сіль, морепродукти та БАД з підвищеним вмістом Йоду (профілактичні дози становлять 50–150 *мкг*). Для лікування хворих з дефіцитом цього елемента використовують йодид калію (100 або 200 *мкг/добу*) у комбінації з *L*-тироксином). Як додаткові засоби рекомендований прийом БАД і вітамінно-мінеральних препаратів, що містять Цинк, Силіцій і Купрум та вітаміни групи В. Препарати, що містять *Co*, *Mn*, *Br*, *Li* і *F*, можуть погіршувати засвоєння Йоду організмом.

При його надлишку (йодизмі) слід обмежити як його надходження до організму, і контакти з цим елементом. У цьому випадку можливе використання препаратів, що містять йодові антагоністи (Марганець, Фтор, Бром, Кобальт та ін.).

### **5. Продукти харчування**

Вважають, що оптимальна інтенсивність надходження Йоду до організму становить 100–150 *мкг/день*. Дефіцит Йоду може розвинутих при надходженні цього елемента в організм у кількості менше ніж 10 *мкг/день*, а поріг токсичності дорівнює 5 *мг/день*. У морській воді міститься до 50 *мкг/л* цього елемента. Морські водорості, такі як ламінарія та ін, можуть містити до 1 % Йоду. Основними джерелами цього елемента для організму людини є морепродукти, а також йодофори і йодована сіль, що застосовуються в харчовій промисловості. Вміст Йоду в харчових продуктах та питній воді значно варіюється. Кількість його у фруктах та овочах залежить від складу ґрунту та добрив, а також від того, яку обробку пройшли ці продукти. Найбільш багаті на Йод такі морепродукти, як тріска, червоні і бурі водорості, пікша, палтус, оселедець, сардини, креветки. Таким чином, Йод надходить в організм із продуктами рослинного та тваринного походження та частково з водою. Прийом натуральних продуктів не викликають побічних ефектів, навіть при надмірному вмісті цього елемента.



### 1. Будова та властивості

Хром – елемент VI групи періодичної системи; атомний номер 24, атомна маса 52. Відкритий та виділений Н. Вокленом у 1780 р. (Франція). Назва походить від грецьк. *chroma* (фарба, колір), через яскраве забарвлення його сполук.

Хром – твердий, блакитно-сріблястий метал, що не окиснюється на повітрі. Природним джерелом хрому є

мінерали (хроміти).

### 2. Вміст в організмі

У людині міститься близько 6 мг хрому (10–5 %).

Всмоктування цього елемента відбувається переважно в тонкому кишковик, при цьому не засвоєний Хром виводиться з калом. У тканинах органів вміст цього елемента в десятки разів вищий, ніж у крові. Найбільша кількість Хрому присутня у печінці (0,2 мкг/кг) та нирках (0,6 мкг/кг), кишковик, щитовидній залозі, хрящовій та кістковій тканині, у легенях (у разі надходження його сполук з повітрям). Засвоєний Хром виводиться з організму головним чином через нирки (80 %) та меншою мірою через легені, шкіру та кишковик (близько 19 %).

### 3. Біогенна роль

Один з біологічних ефектів Хрому пов'язаний з його впливом на так званий фактор толерантності до глюкози, активність якого при дефіциті цього елемента падає і відновлюється після його додавання. Синдром порушення толерантності до глюкози супроводжує цукровий діабет і проявляється у вигляді гіперглікемії та глюкозурії на фоні дефіциту Хрому. Спостерігається зниження поглинання глюкози кристаликом ока, утилізації глюкози для ліпогенезу, підвищення вироблення CO<sub>2</sub> та зниження синтезу глікогену з глюкози. Всі ці порушення усуваються введенням Хрому та інсуліну. Хром

потенціює дію інсуліну в периферичних клітинах. Цей елемент здатний впливати на гомеостаз сироваткового холестеролу та попереджати тенденцію до його зростання зі збільшенням віку. При дефіциті Хрому у тварин порушується здатність включення амінокислот гліцину, серину, метіоніну та  $\beta$ -аміноізомаляної кислоти в серцевий м'яз.

При вагітності спостерігається суттєве зниження концентрації цього елемента у волоссі та сечі. Рівень Хрому у волоссі також знижений у недоношених дітей і при затримці розвитку. Зниження вмісту цього елемента та посилення його екскреції із сечею відмічено при підвищених фізичних навантаженнях у спортсменів.

Основні функції Хрому в організмі:

- приймає участь у регуляції синтезу жирів та обміну вуглеводів, сприяє перетворенню надмірної кількості вуглеводів на жири;
- входить до складу низькомолекулярного органічного комплексу – фактора толерантності до глюкози, що забезпечує підтримання нормального рівня глюкози у крові;
- разом із інсуліном діє як регулятор рівня цукру в крові, забезпечує нормальну активність інсуліну;
- сприяє структурній цілісності молекул нуклеїнових кислот;
- приймає участь у регуляції роботи серцевого м'яза та функціонуванні кровоносних судин;
- сприяє виведенню з організму токсинів, солей важких металів, радіонуклідів.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Дефіцит Хрому в організмі може розвинутих при недостатньому надходженні цього елемента (20 *мкг*/день і менше). Поріг токсичності цього елемента становить 5 *мг*/день. Хром – життєво важливий мікроелемент, який є постійною складовою клітин всіх органів і тканин. Його токсична доза 200 *мг*, летальна доза – понад 3,0 *г*.

Причини дефіциту Хрому:

- недостатнє надходження ззовні; порушення регуляції обміну;

- підвищена витрата (наприклад, під час вагітності);
- його посилене виведення з організму в умовах підвищеного вмісту в їжі вуглеводів (надлишкове споживання білого хліба, солодоців, макаронних виробів);
- збільшення виведення хрому із сечею внаслідок підвищених фізичних навантажень.

Основні прояви дефіциту Хрому:

- стомлюваність, неспокій, безсоння, головний біль;
- невралгії та знижені чутливості кінцівок;
- порушення м'язової координації, тремтіння у кінцівках;
- підвищення рівня холестерину тригліцеридів у крові;
- збільшення ризику розвитку атеросклерозу;
- зміни маси тіла (схуднення, ожиріння);
- зниження толерантності до глюкози, особливо в осіб середнього та похилого віку;
- зміни рівня глюкози у крові (гіперглікемія, гіпоглікемія);
- збільшення ризику розвитку цукрового діабету;
- збільшення ризику розвитку ішемічної хвороби серця;
- порушення репродуктивної функції у чоловіків.

Хоча Хром є життєво важливим елементом, при надмірному надходженні організм він може стати небезпечним токсикантом. Сполуки Хрому токсичні для людини. Шестивалентний Хром є канцерогеном I класу небезпеки. Пухлини легень утворюються після тривалого (15–20 років) контакту з підвищеними концентраціями хроматів ( $Cr^{6+}$ ).

Причинами надлишку Хрому є надлишкове надходження (підвищена концентрація в повітрі, надлишковий прийом з біодобавками, посилене всмоктування при нестачі Цинку і Заліза) та порушення регуляції його обміну.

Основні прояви надлишку Хрому:

- запальні захворювання з тенденцією до виразки слизових оболонок (перфорація носової перегородки);



- алергізуюча дія; дерматити та екземи;
- астматичний бронхіт, бронхіальна астма; астено-невротичні розлади;
- збільшення ризику онкологічних захворювань.

Як дефіцит, так і надлишок Хрому в організмі здатні призвести до суттєвого порушення здоров'я людини. Цинк, як хелатуюча сполука, може виступати у ролі синергіста Хрому.

При недостатньому надходженні цього елемента в організм необхідно збільшити в раціоні кількість продуктів із підвищеним вмістом Хрому.

Для заповнення нестачі цього елемента в організмі рекомендується прийом біологічно активних добавок та препаратів піколінату хрому.

При інтоксикації Хромом необхідно припинити його надходження в організм із джерела забруднення та провести симптоматичне лікування, наприклад із застосуванням хелатуючої терапії. При контакті із солями Хрому рекомендується миття в душі із розчином Са- $\text{Na}_2$ -ЕДТА.

### **5. Продукти харчування**

В організм людини сполуки Хрому надходять із їжею, водою та повітрям. Потреба організму людини становить 50–200 *мкг* цього елемента на добу. Біозасвоюваність Хрому з неорганічних сполук у шлунково-кишковому тракті невисока, лише 0,5–1 %, проте вона зростає до 20–25 % при надходженні його у вигляді комплексних сполук (піколінати, аспарагінати). Шестивалентний Хром засвоюється в 3–5 разів краще ніж тривалентний. У легенях осідає до 70 % цього елемента. Вважається, що оптимальна інтенсивність надходження Хрому до організму 50–200 *мкг*/день.

Природним джерелом цього елемента є рослини. Хром міститься у багатьох овочах, ягодах та фруктах; у деяких лікарських рослинах (сушениця болотна, гінкго білоба, меліса); а також у рибі, креветках, крабах, печінці, курячих яйцях, пивних дріжджах та чорному перці. До продуктів, що містять підвищену кількість Хрому, слід віднести буряк, редис, картопля, капусту, томати, вишню, яблука, сливи, виноград, чорницю, яловичу печінку, рибу та яйця.



### **1. Будова та властивості**

Манган був відкритий Ю. Ганом у 1774 р. (Швеція). Назва походить від *нім. Manganerz* (марганцева руда) та від *лат. Magnes* (магніт).

Марганець це твердий, тендітний метал сріблясто-білого кольору, що окислюється на повітрі та реагує з водою. Природним джерелом марганцю є марганцеві руди, мінерали манганіт, піролюзит, залізомарганцеві конкреції. У

вигляді сплавів із залізом (феромарганець) та кремнієм (силікомарганець), марганець використовується в сталеливарній та хімічній промисловості, при виробництві кормів для тварин та добрив.

### **2. Вміст в організмі**

В організмі людини Мангану міститься у кількості 0,2 мг/кг маси тіла. Поступає в організм переважно з їжею, всмоктується у тонкому кишківнику. Марганець швидко залишає кров'яне русло і в тканинах присутній головним чином у мітохондріях клітин. У підвищених кількостях він присутній у печінці, трубчастих кістках, підшлунковій залозі, нирках. Виводиться марганець переважно з фекаліями, потом і сечею.

### **3. Біогенна роль**

Марганець відноситься до найважливіших біоелементів (мікроелементів) і є компонентом багатьох ферментів, виконуючи в організмі численні функції:

- бере участь у синтезі та обміні нейромедіаторів у нервовій системі;
- перешкоджає вільно-радикальному окисненню;
- забезпечує стабільність структури клітинних мембран;
- забезпечує нормальне функціонування м'язової тканини;
- бере участь в обміні гормонів щитовидної залози (тироксин);

- забезпечує розвиток сполучної тканини, хрящів та кісток;
- посилює гіпоглікемічний ефект інсуліну;
- підвищує гліколітичну активність та інтенсивність утилізації жирів;
- знижує рівень ліпідів в організмі;
- протидіє жировій дегенерації печінки;
- бере участь у регуляції обміну вітамінів С, Е, групи В, холіну,

Купруму;

- бере участь у забезпеченні повноцінної репродуктивної функції;
- необхідний для нормального зростання та розвитку організму.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Середньодобова потреба у марганці людини становить 2–5 мг. Біозасвоюваність марганцю невисока, лише 3–5%. Оптимальна інтенсивність надходження марганцю до організму 3–5 мг/день; рівень, що призводить до дефіциту, та поріг токсичності оцінюються в 1 та 40 мг/день.

Дефіцит марганцю – одне з найпоширеніших відхилень у біоелементному обміні сучасної людини. Цей факт пов'язаний з підвищеним психо-емоційним навантаженням на людину, за рахунок посиленої «витрати» марганцю для забезпечення основних нейрохімічних процесів у центральній нервовій системі. Дефіцит марганцю негативно позначається на стабільності мембран нервових клітин та нервової системи в цілому, відбивається на функціях мозку та інших органів та систем.

Причини дефіциту марганцю:

- недостатнє надходження марганцю ззовні (неадекватне харчування, зниження споживання багатих марганцем продуктів, зокрема рослинної їжі);
- надлишкове надходження до організму фосфатів (лимонади, консерви);
- посилене виведення марганцю під впливом надлишкового вмісту в організмі Кальцію, Купруму та Феруму;
- посилене витрачання марганцю внаслідок психоемоційних перевантажень, у жінок у передклімактеричний період та при клімаксі;

- забруднення організму різними токсинами (цезій, ванадій);
- порушення регуляції обміну марганцю в організмі.

Основні прояви дефіциту марганцю:

- стомлюваність, слабкість, запаморочення, поганий настрій;
- погіршення процесів мислення, зниження пам'яті;
- порушення скорочувальної функції м'язів, схильність до спазмів і судом, болі в м'язах, рухові розлади;
- дегенеративні зміни суглобів, схильність до розтягувань та вивихів, остеопороз у клімактеричному періоді;
- порушення пігментації шкіри;
- поява дрібної лускатої висипки;
- затримка росту нігтів та волосся;
- зниження рівня «корисного» холестерину в крові;
- порушення толерантності до глюкози;
- наростання надмірної ваги, ожиріння;
- дисфункція яєчників, ранній клімакс, безпліддя, передчасне старіння;
- розлад імунітету, алергічні реакції;
- ризик онкологічних захворювань;
- затримка розвитку в дітей.

Факти отруєння людини Манганом через харчові продукти не зафіксовані. У той же час описані випадки гострого отруєння марганцевим пилом на виробництві, з подальшим швидким розвитком «марганцевого психозу» та інших патологічних проявів. Для розвитку клінічної картини хронічної інтоксикації Манганом зазвичай потрібно кілька років. Слід зазначити досить повільний процес змін у організмі, викликаний підвищеним вмістом цього елемента у навколишньому середовищі (наприклад, поява ендемічного зоба внаслідок дефіциту йоду).

Причинами надлишку Мангану є надлишкове надходження в організм (наприклад, вдихання марганцевого пилу у виробничих умовах, зварювального аерозолі); порушення регуляції його обміну в організмі.

Основні прояви надлишку марганцю:

- млявість, стомлюваність, сонливість, загальмованість, погіршення пам'яті, депресія;
- порушення м'язового тону, парестезії, сповільненість та скутість рухів, розлади ходи, атрофія м'язів;
- розвиток паркінсонізму, енцефалопатії;
- дифузне вузличне ураження легень, розвиток манганококіозу (при вдиханні пилу).

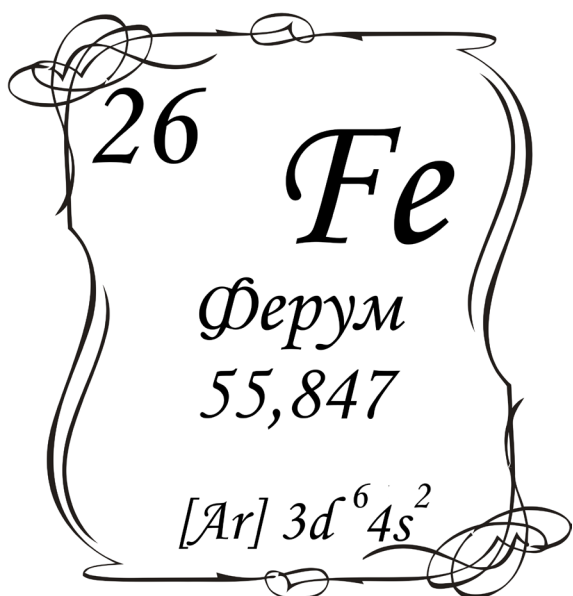
Всмоктування Мангану у шлунково-кишковому тракті сприяють вітаміни В15, Е, Фосфор та Кальцій (в помірних кількостях), а перешкодою є надмірне надходження Фосфору та Кальцію.

При недостатньому надходженні Мангану в організм необхідно збільшити в раціоні кількість продуктів з його підвищеним вмістом.

При надмірному надходженні Мангану в організм, наприклад, у робітників за умов виробництва, або жителів прилеглих до підприємства районів, необхідно вживати відповідних захисних заходів. У разі отруєння використовують симптоматичні засоби, проводять хелатуючу терапію. При надмірному рівні Мангану може знадобитися використання засобів очищувальної дії (препарати з дренажними властивостями).

### ***5. Продукти харчування***

Манган є есенціальним елементом для людини та тварин, його сполуки в основному надходять до організму з їжею. Продукти харчування, багаті на Манган: житній хліб, пшеничні та рисові висівки, соя, горох, картопля, буряк, помідори, неполірований рис, гречка, горіхи, банани, чорниця, агрус, суниця, малина, смородина, зелений чай, деякі лікарські рослини (багно, вахта трилиста, перстач, евкالیпт). Продукти тваринного походження зазвичай бідні на марганець.



### 1. Будова та властивості

Ферум – елемент VIII групи періодичної системи; атомний номер 26, атомна маса 56. Назва походить від лат. *ferrum* (твердий). Залізо відоме людині з часів давніх цивілізацій.

Залізо це блискучий, сріблясто-білий, м'який метал. Розчиняється у розведених кислотах; у вологому повітрі покривається іржею. Входить до складу

сотень мінералів, зустрічається у вигляді самородного заліза (метеоритного походження).

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини міститься близько 3–5 г Феруму; майже дві третини цієї кількості входить до складу гемоглобіну. Більшість цього елемента в організмі міститься в еритроцитах; багато знаходиться у клітинах мозку.

### 3. Біогенна роль

Важливу роль Феруму для організму людини встановлено ще у XVIII ст. Основною його функцією в організмі є перенесення кисню та участь в окисних процесах (за допомогою десятків ферумовмісних ферментів). Ферум входить до складу гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів та відіграє важливу роль у процесах виділення енергії, у ферментативних реакціях, у забезпеченні імунних функцій, у метаболізмі холестерину. Насичення клітин та тканин Ферумом відбувається за допомогою білка трансферину, який здатний переносити іони його тривалентного катіона. Лігандні комплекси Феруму стабілізують геном, проте в іонізованому стані можуть викликати пошкодження ДНК та провокувати загибель клітини. Дефіцит, як і надлишок заліза, негативно впливають на здоров'я людини.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Вважається, що оптимальна інтенсивність надходження Феруму становить 10–20 мг на добу. Дефіцит цього елемента може розвинути, якщо надходження його в організм буде менше 1 мг/добу. Поріг токсичності для людини становить 200 мг на добу. Токсична доза – 200 мг, летальна доза для людини – 7–35 г.

Існує багато факторів, які можуть сприяти зменшенню вмісту Феруму. Причинами зниженого вмісту цього елемента в організмі можуть бути його недостатнє надходження з їжею, розлади метаболізму, порушення всмоктування у шлунково-кишковому тракті. Ситуації, пов'язані з відносним або абсолютним дефіцитом Феруму, можуть виникати за збільшення потреби організму в цьому біоелементі. До таких ситуацій слід віднести вагітність, лактацію, періоди зростання та розвитку. Також причиною дефіциту можуть бути гострі або хронічні крововтрати.

У свою чергу, нестача заліза є однією з найпоширеніших причин виникнення анемії, рясних кровотеч, ослаблення організму, порушення нервово-психічних функцій та зниження інтелекту у дітей.

Причини дефіциту заліза:

- недостатнє надходження (неадекватне харчування, вегетаріанська дієта, недоїдання);
- зниження всмоктування у кишечнику;
- порушення регуляції обміну вітаміну С;
- надлишкове надходження до організму фосфатів, оксалатів, Кальцію, Цинку, вітаміну Е;
- надходження в організм ферумозв'язуючих речовин (комплексонів);
- отруєння свинцем, антацидами;
- посилене витрачання Феруму (у періоди інтенсивного росту та вагітності);
- втрати, пов'язані з травмами, крововтратами при операціях, рясними менструаціями, виразковими хворобами, донорством, заняттями спортом;
- гормональні порушення (дисфункція щитовидної залози);

- гастрити зі зниженою кислотоутворювальною функцією, дисбактеріоз;
- різні системні та пухлинні захворювання;
- глистяна інвазія.

Основні прояви дефіциту Феруму:

- розвиток ферумодефіцитних анемій;
- головний біль та запаморочення, слабкість, стомлюваність, непереносимість холоду, зниження пам'яті та концентрації уваги;
- уповільнення розумового та фізичного розвитку у дітей, неадекватна поведінка;
- прискорене серцебиття при незначному фізичному навантаженні;
- розтріскування слизових оболонок у кутах рота, почервоніння та згладженість поверхні язика, атрофія смакових сосочків;
- ламкість, витончення, деформація нігтів;
- перекручення смаку (потяг до поїдання нехарчових речовин), особливо у дітей молодшого віку, утруднене ковтання, запори;
- пригнічення клітинного та гуморального імунітету;
- підвищення загальної захворюваності (застудні та інфекційні хвороби у дітей, гнійничкові ураження шкіри, ентеропатії);
- збільшення ризику розвитку пухлинних захворювань.

При деяких спадкових і хронічних захворюваннях, надмірному надходженні ззовні, Ферум може накопичуватися в організмі. Люди з надмірним вмістом цього елемента страждають від фізичної слабкості, втрачають вагу, частіше хворіють. При цьому позбавитися надлишку Феруму часто набагато важче, ніж усунути його дефіцит.

При тяжкому отруєнні цим елементом ушкоджується слизова оболонка кишківника, розвивається печінкова недостатність, з'являються нудота та блювання. Для дітей молодшого віку отруєння Ферумом є одним із найпоширеніших видів випадкового отруєння. Летальним результатом для дитини може стати прийом сульфату феруму у дозі 3 г та вище.



### Причини надлишку Феруму:

- надлишкове надходження ззовні (наприклад, при підвищеному вмісті у питній воді);
- захворювання печінки, селезінки, підшлункової залози (у тому числі внаслідок хронічного алкоголізму);
- порушення регуляції обміну заліза.

### Основні прояви надлишку Феруму:

- відкладення Феруму у тканинах та органах, сидероз;
- головний біль, запаморочення, підвищена стомлюваність, слабкість;
- пігментація шкіри;
- печія, нудота, блювання, біль у шлунку, запор або діарея, виразка слизової оболонки кишечника;
- печінкова недостатність, фіброз;
- підвищена насиченість Ферумом трансферину;
- зниження рівня сироваткового заліза (у 1,5–3 рази);
- підвищення ризику розвитку атеросклерозу, хвороб печінки та серця, артритів, діабету тощо.
- пригнічення клітинного та гуморального імунітету;
- збільшення ризику розвитку інфекційних та пухлинних захворювань;
- втрата апетиту, зменшення маси тіла.

Кальцій сприяє засвоєнню Феруму, крім тих випадків, коли дози Кальцію надзвичайно великі. Фосфати, що входять до складу яєць, сиру та молока; оксалати, фітати та таніни, що містяться в чорному чаї, висівках, каві перешкоджають засвоєнню Феруму. Вітамін Е та Цинк у високих концентраціях також знижують його засвоєння. Вітаміни С, В12, кислота шлункового соку, пепсин, Купрум сприяють засвоєнню Феруму, якщо вони надходять із тваринних джерел.

### ***5. Продукти харчування***

В організм людини Ферум надходить із їжею. Харчові продукти тваринного походження містять Ферум у формі, що найбільш легко

засвоюється. Деякі рослинні продукти також багаті на цей елемент, проте його засвоєння організмом відбувається важче. Велика кількість Феруму міститься в яловичині, в яловичій печінці, рибі (тунець), гарбузі, устрицях, вівсяній крупі, какао, гороху, листовій зелені, пивних дріжджах, інжирі та родзинках.

**Таблиця 5.**

**Вміст Феруму у деяких харчових продуктах у мг/100 г їстівної частини (середні значення) [8]**

Свиняча печінка	18
Дріжджі пивні, сушені	17,6
Пшеничний зародок, сочевиця, сушена, теляча печінка	8,5-7,9
Куряча печінка, свиняча нирка, жовток курячого яйця	7,4-7,2
Кров'яна ковбаса	6,4
Вівсяні пластівці	5,4
Шпинат, дріжджі пекарські, пресовані	3,8-3,5
Пшениця, ціле ядро, рис нешліфований, крес-салат	3,3-3,1
Жито ціле ядро, яловичина, ціла тушка, нежирна	2,8-2,6
Борошно пшеничне, борошно житнє, кукурудзяні пластівці	2,2-1,9
Горошок зелений, кукурудза, ціле зерно	1,7-1,5
Смородина чорна	1,29
Гриби*	1,26-1
Оселедець, брюссельська капуста, свинина, ціла тушка	1,1-1
Смородина червона, вугор	0,91-0,9
Рис шліфований, цикорій	0,8-0,74
Абрикоси, полуниця, вишні	0,65-0,6
Плоди шипшини, кольрабі	0,52-0,48
Обліпіха, картопля, білокачанна капуста, морква	0,44-0,39
Сир*, помідор	0,35-0,13
Сливи, яблуко	0,26-0,25
Вершкове масло, білок курячого яйця, апельсин, грейпфрут	0,2-0,17

\* – залежно від сорту (виду тощо)



### 1. Будова та властивості

Кобальт – елемент VIII групи періодичної системи; атомний номер 27, атомна маса 59. Назва походить від нім. *kobald* (гном). Відкритий у 1735 р. Брандтом (Швеція).

Кобальт це твердий, сріблясто-білий метал червоного відтінку. За нормальних умов хімічно стійкий. Має феромагнітні властивості. Природним джерелом

кобальту є руди нікелю, мінерали кобальтин, лінеїт, скуттерудит.

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини міститься близько 1,5 мг Кобальту. На печінку припадає 0,11 мг, скелетні м'язи – 0,20 мг, кістки – 0,28 мг, волосся – 0,31 мг, жирову тканину – 0,36 мг. З організму Кобальт виводиться з калом (близько 80 %) та із сечею (10 %). У середньому цього елемента, що надходить в організм людини, в шлунково-кишковому тракті всмоктується близько 20 %.

### 3. Біогенна роль

Кобальт є життєво необхідним елементом для тварин та людини. Він входить до складу молекули ціанокобаламіну (вітамін B12), бере активну участь у ферментативних процесах та утворенні гормонів щитовидної залози, пригнічує обмін Йоду, сприяє виділенню води нирками. Кобальт підвищує засвоєння заліза та синтез гемоглобіну, є потужним стимулятором еритропоезу. Процес кровотворення в людини і тварин може здійснюватися тільки за нормальної взаємодії трьох біоелементів – Кобальту, Купруму та Феруму. Слід зазначити, що механізм впливу Кобальту на гемопоез продовжує залишатися незрозумілим. Відомо, що при введенні цього елемента в кістковий мозок збільшується утворення молодих еритроцитів та гемоглобіну. Однак для цього потрібна наявність в організмі достатньої кількості Феруму.

Вітамін В12, крім свого впливу на процеси кровотворення, дуже ефективно впливає на обмін речовин, в першу чергу на синтез білків, а також має здатність відновлювати –S–S групи, що беруть участь у процесах блокування та утилізації токсичних елементів.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза для людини – 500 м, летальна доза – дані відсутні. Оптимальна інтенсивність надходження Кобальту до організму людини становить 20–50 мкг/добу. Дефіцит його спостерігається при недостатньому надходженні цього елемента в організм (10 мкг/добу та менше), а поріг токсичності становить 500 мг/добу.

Часто дефіцит Кобальту зустрічається у вегетаріанців, осіб із порушеннями функцій органів шлунково-кишкового тракту, спортсменів, які зазнають підвищених фізичних навантажень; а також при крововтратах та глистової інвазії.

Причини дефіциту Кобальту:

- недостатнє надходження; дефіцит вітаміну В12; порушення регуляції обміну;
- атрофія слизових оболонок шлунково-кишкового тракту; глистна інвазія;
- знижені кислотність шлункового соку та функції підшлункової залози.

Основні прояви дефіциту Кобальту:

- загальна слабкість, стомлюваність; зниження пам'яті;
- вегетосудинні порушення, аритмії; анемії;
- уповільнений розвиток у дитячому віці;
- повільне одужання після хвороб.

Незважаючи на те, що надмірне надходження Кобальту в організм зустрічається досить рідко, цей процес супроводжується різними порушеннями здоров'я. Підвищений вміст цього елемента може спостерігатися в осіб, які працюють у металургійній, скляній та цементній промисловості. Пил, що містить сполуки Кобальту, при надходженні в легені здатний викликати набряк і легеневі кровотечі. Підвищена кількість цього елемента в організмі може спостерігатися за надмірного прийому вітаміну В12. Солі Кобальту

використовуються при виробництві деяких сортів пива, що у ряді випадків призводить до розвитку у споживачів кобальтової кардіопатії.

Летальна доза Кобальту для тварин становить 25–30 мг/кг. Найбільш високою токсичністю для людини мають розчинні солі: кобальту хлорид, кобальту карбонат, а також металевий кобальт.

Причиною надлишку цього елемента є надлишкове надходження в організм.

Основні прояви надлишку Кобальту:

- пневмосклероз, кобальтова пневмонія;
- ураження серцевого м'яза («кобальтова» кардіоміопатія);
- алергодерматити (контактний дерматит);
- гіперплазія щитовидної залози; ураження слухового нерва;
- підвищення артеріального тиску, вмісту еритроцитів та рівня ліпідів у крові.

Підвищений вміст білка та Феруму в їжі уповільнює засвоєння Кобальту у шлунково-кишковому тракті; навпаки, Купрум та Цинк посилюють цей процес. Надлишок Кобальту може призводити до порушення метаболізму Йоду у щитовидній залозі.

Для лікування хворих з В12-дефіцитною анемією застосовують ціанокобаламін та його метаболіти (коамід). Також для корекції дефіциту Кобальту застосовують його аспарагінат. При анемії, у разі легкого перебігу захворювання, може бути ефективний раціон багатий на вітамін В12 (печінка, нирки, серце, листова зелень, кров'яна ковбаса). Надлишок Кобальту усувається з організму за допомогою хелатуючих препаратів, що містять *N*-ацетил-*L*-цистеїн та симптоматичних засобів.

### **5. Продукти харчування**

В організм людини кобальт надходить із їжею. Особливо багато кобальту в печінці, нирках, серці, молоці, червоному буряку, редисі, зеленій цибулі, капусті, петрушці, салаті та часнику, листовій зелені, кров'яній ковбасі.



### 1. Будова та властивості

Нікель – елемент VIII групи періодичної системи; атомний номер 28, атомна маса 59. Був відкритий А. Кронштедтом (Швеція) у 1751 р. З німецької слово *nickel* перекладається як «пустотник». За іншою версією назва нікелю походить від нім. *kupfernickel* (диявольська мідь) на честь злого духу гір німецької міфології. Нікелю

приписали погану славу, тому що при виплавлянні руд нікелю виділялися миш'якові гази. У той же час нічого диявольського цей метал не має. Багато років вчені вважали його сплавом. І суперечки велися аж до початку 19-го століття, поки нікель не виділили без будь-яких домішок у чистому вигляді.

Нікель є сріблясто-білим металом, блискучий, ковкий та пластичний. На повітрі нікель не тьмяніє і має високу корозійну стійкість, розчиняється у кислотах, не реагує із лугами. Природним джерелом Нікелю є руди гарнієрит, пенландит. Нікель міститься в деяких метеоритах, які за складом є сплавом нікелю та заліза (залізонікелеві метеорити). Сполуки Нікелю використовуються для виготовлення монет, металевих покриттів і каталізаторів, різних сплавів. У медицині нікель застосовується для виготовлення імплантатів.

### 2. Вміст в організмі

Нікелю в організмі людини міститься у кількості 0,1 мг/кг маси тіла. Між тканинами організму він розподіляється рівномірно, лише у легенях його вміст із віком збільшується. З організму цей елемент виводиться в основному з фекаліями (до 95%) та в незначних кількостях із сечею і потом. У плазмі крові цей елемент знаходиться в основному у зв'язаному стані з білками нікелоплазміном (альфа-2-макроглобулін) та альфа-1-глікопротеїном.

### ***3. Біогенна роль***

Підшлункова залоза багата на Нікель, і при введенні за інсуліном Нікелю продовжується дія інсуліну, і тим самим підвищується гіпоглікемічна активність. Нікель впливає на ферментативні процеси, окиснення аскорбінової кислоти, прискорює перехід сульфгідрильних груп у дисульфідні. Він може пригнічувати дію адреналіну та знижувати артеріальний тиск. Під впливом цього елемента в організмі вдвічі зростає виведення кортикостероїдів із сечею, посилюється антидіуретична дія екстракту гіпофізу. Надмірне надходження в організм Нікелю може викликати депігментацію шкіри (вітیلیго). Депонується нікель у підшлунковій та навколощитоподібних залозах.

### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза для людини – 50 мг. Вважають, що оптимальна інтенсивність надходження Нікелю в організм становить 100–200 мкг/день. Дефіцит Нікелю в організмі може розвинутих при надходженні цього елемента в кількості 50 мкг/день і менше. Поріг токсичності для людини становить 20 мг/день. В експериментах на тваринах зниження вмісту цього елемента в раціоні призводило до скорочення задніх кінцівок, гіпопігментації, зниження рівня холестерину в плазмі крові та гематокриту, зменшення загальної рухової активності, уповільнення зростання молодих тварин та підвищення їх смертності. Відзначалися також патологічні зміни у печінці: зменшення розмірів органу, зниження вмісту глікогену, активізація перекисного окиснення ліпідів. Додавання до раціону тварин нікелю в кількості 50–80 мкг/кг на добу усувало ці симптоми або попереджало їх розвиток.

Нікель та його сполуки, що потрапляють в організм з їжею, зазвичай, нетоксичні. Однак при надмірному надходженні цього елемента може розвинутих не тільки контактний дерматит, але й системна гіперчутливість до Нікелю. Карбоніл нікелю є канцерогеном. При тривалому (протягом 10–

40 років) професійному контакті з сульфідом або оксидом нікелю можуть утворитися карциноми легень і носоглотки. На виробництвах з використанням Нікелю у 10–13% робітників відзначаються алергічні реакції (папульозні, папуло-везикульозні висипи). У жінок алергічні реакції на нікель спостерігаються у 3–5 разів частіше, ніж у чоловіків. Описано навіть так звану «алергію куховарок», яка розвивається у кухарів та домогосподарок, що контактують з нікельованим посудом.

Основні прояви надлишку Нікелю:

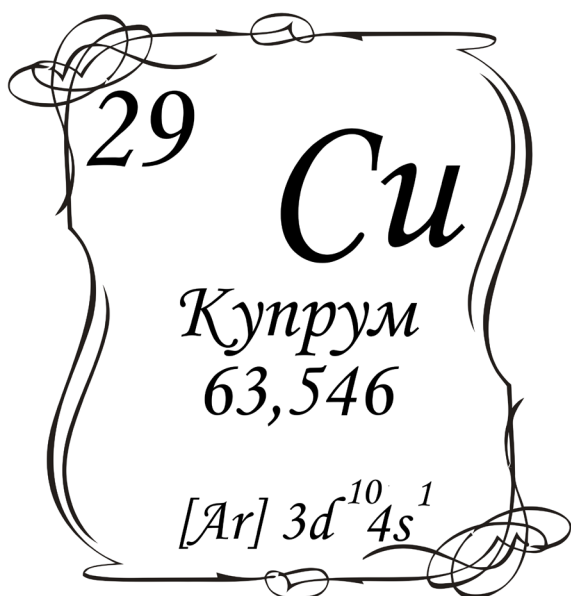
- підвищення збудливості центральної та вегетативної нервової системи;
- набряки легенів та мозку;
- алергічні реакції шкіри та слизових оболонок верхніх дихальних шляхів (дерматит, риніт та ін.);
- тахікардія; анемії;
- зниження імунного захисту, підвищення ризику розвитку новоутворень у легенях, нирках, шкірі.

До антагоністів нікелю відносяться сірковмісні амінокислоти, Кальцій, Сульфур, Ферум, Цинк, Селен, вітамін С. При інтоксикації Нікелем слід обмежити його надходження в організм, проводити симптоматичне лікування, хелатуючу терапію. Цикламат Кальцію посилює виведення його із сечею.

### ***5. Продукти харчування***

Доросла людина потребує Нікелю у кількості 0,025–0,03 мг/день. В організм сполуки нікелю надходять із їжею. Багато нікелю містить чай, какао, гречка, морква, бобові, крупи, олійні культури, деякі фрукти та салат. Також деяка його кількість міститься в рибі і морепродуктах.





### 1. Будова та властивості

Купрум – елемент I групи побічної підгрупи періодичної системи; атомний номер 29, атомна маса 64. Назва походить від лат. *Suprum* (Кіпр).

Мідь відома з часів давніх цивілізацій. Це ковкий і пластичний метал червоного кольору, з високою електро- і теплопровідністю. Мідь стійка до дії повітря та води. Природним джерелом міді

є мінерали борніт, халькопірит, малахіт, також зустрічається самородна мідь.

### 2. Вміст в організмі

Купрум – це мікроелемент (10–4 %). Він здатний проникати у всі клітини, тканини та органи. Максимальна концентрація цього елемента відмічена у печінці, нирках, мозку, крові, проте його можна виявити і в інших органах та тканинах.

### 3. Біогенна роль

Купрум підсилює дію інсуліну та гормонів гіпофізу; позитивно впливає на ріст і розвиток організму, оскільки сприяє синтезу білка; впливає на синтез гемоглобіну та утворення еритроцитів; має гіпоглікемічну дію; впливає на водний та мінеральний обмін; є активатором ферментів.

Провідну роль у метаболізмі Купруму відіграє печінка, оскільки тут синтезується білок церулоплазмин, що має ферментативну активність і регулює гомеостаз Купруму. Купрум є життєво важливим елементом, який входить до складу багатьох вітамінів, гормонів, ферментів, дихальних пігментів; приймає участь у процесах обміну речовин, у тканинному диханні; надає еластичності стінкам кровоносних судин, легеневи́м альвеолам, шкірі (еластин); входить до складу мієлінових оболонок нервів. Дія Купруму на вуглеводний обмін проявляється за допомогою прискорення процесів окиснення глюкози, гальмування розпаду глікогену у печінці. Цей елемент входить до складу

багатьох найважливіших ферментів, таких як цитохромоксидаза, тирозиназа, аскорбіназа та ін. Купрум присутній в системі антиоксидантного захисту організму, є кофактором ферменту супероксиддисмутази, що приймає участь у нейтралізації вільних радикалів Оксигену. Цей біоелемент підвищує стійкість організму до деяких інфекцій, пов'язує мікробні токсини та посилює дію антибіотиків.

Купрум має виражену протизапальну властивість, пом'якшує прояви аутоімунних захворювань (наприклад, ревматоїдного артриту), сприяє засвоєнню Феруму.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза для людини становить більше 250 мг, летальна доза – даних немає.

Вважається, що оптимальна інтенсивність надходження Купруму до організму становить 2–3 мг/добу. Його дефіцит в організмі може розвиватися за недостатнього надходження цього елемента (1 мг/добу і менше), а поріг токсичності для людини дорівнює 200 мг/добу.

Причини дефіциту Купруму є недостатнє надходження; тривалий прийом кортикостероїдів, нестероїдних протизапальних препаратів, антибіотиків; порушення регуляції його обміну.

Основні прояви дефіциту Купруму:

- гальмування всмоктування Феруму, порушення гемоглобіноутворення, гноблення кровотворення, розвиток мікроцитарної гіпохромної анемії;
- погіршення діяльності серцево-судинної системи, збільшення ризику ішемічної хвороби серця, утворення аневризму стінок кровоносних судин, кардіопатії;
- погіршення стану кісткової та сполучної тканини, порушення мінералізації кісток, остеопороз, переломи кісток;
- посилення схильності до бронхіальної астми, алергодерматозів;
- дегенерація мієлінових оболонок нервових клітин, збільшення ризику розсіяного склерозу;

- порушення пігментації волосся, вітіліго;
- збільшення щитовидної залози (гіпотиреоз, дефіцит тироксину);
- затримка статевого розвитку у дівчаток, порушення менструальної функції, зниження статевого потягу у жінок, безпліддя;
- розвиток дистрес-синдрому у новонароджених;
- порушення ліпідного обміну (атеросклероз, ожиріння, діабет);
- пригнічення функцій імунної системи;
- прискорення старіння організму.

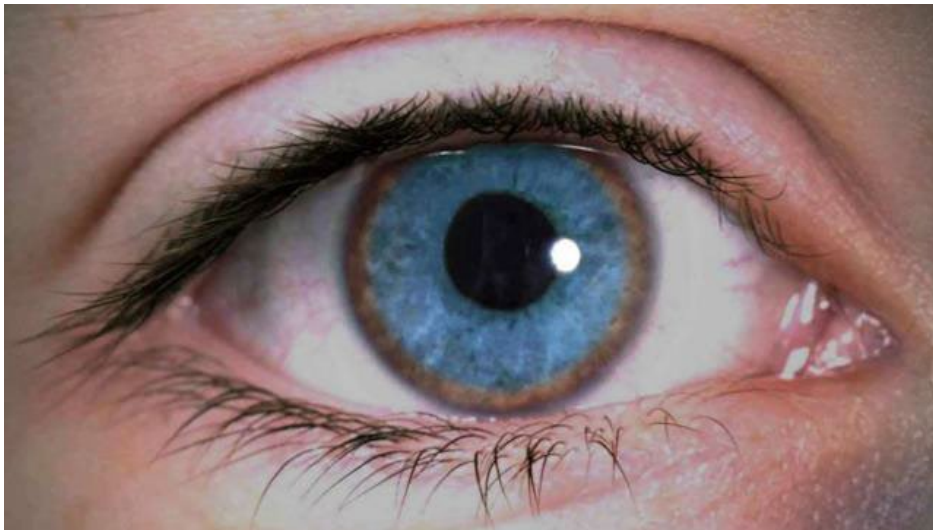
Сполуки Купруму дуже токсичні для людини. Причини надлишку цього елемента: надлишкове надходження в організм (вдихання пари та пилу його сполук в умовах виробництва, побутові інтоксикації розчинами сполук Купруму, використання мідного посуду); порушення регуляції обміну.

Основні прояви надлишку Купруму:

- функціональні розлади нервової системи (погіршення пам'яті, депресія, безсоння);
- при вдиханні парів може виявлятися «мідна лихоманка» (озноб, висока температура, проливний піт, судоми в м'язах);
- вплив пилу та окису міді може призводити до сльозотечі, подразнення кон'юнктиви та слизових оболонок, чхання, печіння у роті, головний біль, слабкість, біль у м'язах, шлунково-кишкові розлади;
- порушення функцій печінки та нирок;
- ураження печінки з розвитком цирозу
- вторинне ураження головного мозку, пов'язане із спадковим порушенням обміну Купруму та білків (хвороба Вільсона – рис. 8);
- алергодерматози;
- збільшення ризику розвитку атеросклерозу;
- гемоліз еритроцитів, поява гемоглобіну у сечі, анемія.

Посилений прийом Молібдену та Цинку може призвести до дефіциту Купруму. Кадмій, Марганець, Ферум, антациди, таніни, аскорбінова кислота здатні знижувати засвоєння Купруму. Цинк, Ферум, Кобальт (у помірних

фізіологічних дозах) підвищують засвоєння цього елемента організмом. У свою чергу Купрум може гальмувати засвоєння організмом Феруму, Кобальту, Цинку, Молібдену, вітаміну А. Оральні контрацептиви, гормональні засоби, препарати кортизону сприяють посиленому виведенню Купруму з організму.



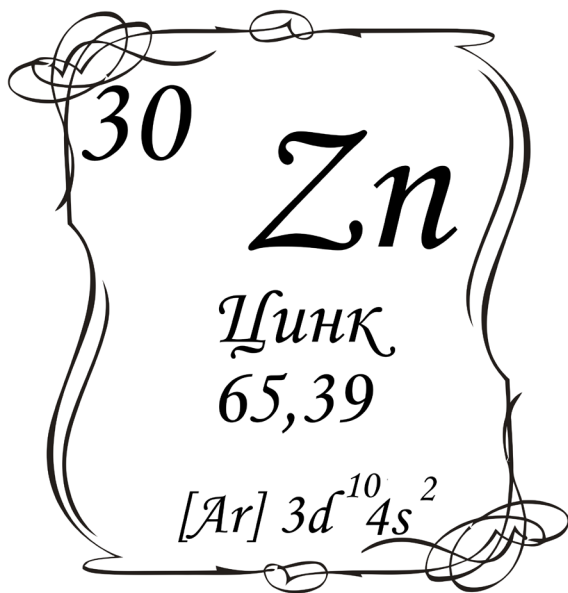
**Рис. 8. Кільця Кейзера-Флайшера – одна із ознак хвороби Вільсона, що проявляється у вигляді скупчень міді у формі кільця навколо рогівки у десцеметовій мембрані (спостерігають у приблизно 66 % випадків хвороби)**

Для зменшення дефіциту цього елемента можна використовувати продукти багаті Купрумом, особливо шоколад, какао, авокадо, морепродукти, печінку, а також препарати, що містять Купрум, і БАД.

При надмірному накопиченні Купруму використовують як дієтотерапію, так і гепатопротектори, жовчогінні засоби, БАД та препарати, що містять Цинк, Бор, Молібден. У випадках вираженої інтоксикації застосовують комплексоутворювачі.

### ***5. Продукти харчування***

В організм Купрум надходить переважно з їжею. У деяких овочах та фруктах міститься від 30 до 230 мг% цього елемента. Багато Купруму міститься у морських продуктах, бобових, капусті, картоплі, кропиві, кукурудзі, моркві, шпинаті, яблуках, какао-бобах.



### 1. Будова та властивості

Цинк – елемент II групи періодичної системи; атомний номер 30, атомна маса 65. Відомий в Індії та Китаї з XVI ст. Назва цього елемента походить від нім. *Zinke* – зубчастий, ймовірно через форму його кристалів

Цинк є блакитно-білим металом, крихким при литті. На повітрі

покривається оксидною плівкою, що захищає його від корозії, реагує із кислотами та лугами. Природним джерелом цинку є мінерали (сфалерит).

### 2. Вміст в організмі

В організмі дорослої людини міститься 1,5–3 г Цинку. Цинк можна виявити у всіх органах та тканинах, проте найбільша його кількість міститься в передміхуровій залозі, спермі, шкірі, волоссі, м'язовій тканині, клітинах крові, сітчастій оболонці ока, молочних залозах, печінці.

### 3. Біогенна роль

Вважається, що оптимальна інтенсивність надходження Цинку до організму 10–15 мг/день. Дефіцит цього елемента може розвиватися за недостатнього надходження його в організм (1 мг/день і менше), а поріг токсичності становить 600 мг/день. Для кращого засвоєння Цинку організмом потрібні вітаміни А і В6. Перешкоджає засвоєнню Купрум, Марганець, Ферум і Кальцій (у великих дозах). Кадмій здатний витіснити Цинк із організму.

Цинк є кофактором великої групи ферментів, що приймають участь у білковому та інших видах обміну, тому він необхідний для нормального перебігу багатьох біохімічних процесів. Цей елемент потрібний для синтезу білків, у тому числі колагену, та формування кісток. Цинк приймає участь у

процесах розподілу та диференціювання клітин, формуванні Т-клітинного імунітету, функціонуванні десятків ферментів, інсуліну підшлункової залози, антиоксидантного ферменту супероксиду дисмутази, статевого гормону дигідрокортикостерону. Цинк відіграє найважливішу роль у процесах регенерації шкіри, зростанні волосся і нігтів, секреції сальних залоз. Він сприяє всмоктуванню вітаміну Е та підтримці нормальної концентрації цього вітаміну в крові. Важливу роль цей елемент відіграє у переробці організмом алкоголю, тому нестача Цинку може підвищувати схильність до алкоголізму (особливо у дітей та підлітків). Він також входить до складу інсуліну, низки ферментів, приймає участь у кровотворенні.

Цинк необхідний для підтримки шкіри у нормальному стані, зростання волосся і нігтів, і навіть при загоєнні ран, оскільки він відіграє важливу роль у синтезі білків. Цей елемент зміцнює імунну систему організму і має детоксикувальну дію – сприяє видаленню з організму вуглекислого газу.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Причини дефіциту Цинку:

- післяопераційний стан, опіки, парентеральне харчування;
- надлишкове надходження в організм естрогенів, кортикостероїдів, діуретиків та деяких інших фармпрепаратів;
- надлишкове надходження в організм Купруму, Кадмію, Свинцю, Меркурію;
- зловживання алкоголем;
- посилене витрачання Цинку (наприклад, при вагітності, годуванні груддю, у період загоєння ран та одужання після хвороб);

- порушення всмоктування цього елемента в кишечнику (дисбактеріоз, ферментопатія та ін.);
- кишкові паразити; псоріаз, себорея, підвищена пітливість.

Основні прояви дефіциту Цинку:

- дратівливість, стомлюваність, втрата пам'яті, порушення сну;
- гіперактивність; депресивні стани; зниження гостроти зору;
- схильність до алкоголізму;
- втрата смакових відчуттів, виразки у роті; розлади нюху;
- зниження апетиту; діарея; зменшення маси тіла, схуднення;
- накопичення в організмі Феруму, Купруму, Кадмію, Плюмбуму;
- лускаті висипання на шкірі, вугрі, фурункульоз, екзема,
- дерматит, псоріаз, трофічні виразки, погане загоєння ран;
- розшаровування нігтів, поява на них білих плям;
- тьмянний колір волосся, лупа, уповільнення росту та випадання волосся;
- зниження рівня інсуліну, ризик розвитку цукрового діабету;
- затримка росту, пізнє статеве дозрівання в дітей (особливо у хлопчиків);
- зниження запліднюючої здатності сперматозоїдів;
- зниження сексуальної активності, імпотенція у чоловіків;
- збільшення ризику розвитку аденоми простати;
- передчасні пологи, народження ослаблених дітей, стерильність у жінок;
- зниження Т-клітинного імунітету, зниження опірності інфекцій;
- часті та тривалі застудні захворювання;
- алергічні захворювання; анемія;
- збільшення ризику розвитку пухлинних процесів;
- прискорене старіння.

Причини надлишку Цинку:

- надлишкове надходження (наприклад, при контакті із сполуками Цинку у виробничих умовах);

- неконтрольоване використання препаратів Цинку, зокрема мазей;
- порушення регуляції обміну цього елемента.

Основні прояви надлишку Цинку:

- порушення функцій імунної системи, аутоімунні реакції;
- погіршення стану шкіри, волосся, нігтів;
- болісна чутливість шлунка, нудота;
- зниження вмісту в організмі Феруму, Купруму, Кадмію;
- ослаблення функцій передміхурової та підшлункової залози, печінки;

Функціональними антагоністами є Купрум, Кадмій, Плюмбум, особливо на тлі дефіциту білка. Підвищене надходження фосфатів, надлишок Кальцію, прийом кортикоїдів, оральних контрацептивів, анаболіків, антиметаболітів, діуретиків, алкоголю, імуносупресорів можуть призвести до дефіциту Цинку в організмі.

Для корекції дефіциту цього елемента в організмі слід збільшити його надходження з їжею, багатою на білок тваринного походження, обмежити вживання спиртних напоїв і харчових продуктів, багатих на фітин. Легкий і помірний дефіцит Цинку можна ліквідувати за допомогою БАД, що містять цей елемент у вигляді хелатних сполук (таких як аспарагінат, глюконат, піколінат), ацетату, неорганічних солей (сульфат, окис) у дозах, що забезпечують його надходження у кількості 5–20 мг протягом 3–6 місяців. Більш виражений дефіцит Цинку усувається шляхом перорального прийому фармацевтичних препаратів у дозах від 220 до 200 мг на день (залежно від індивідуальної біозасвоюваності пацієнта) протягом 6-12 місяців і більше.

### ***5. Продукти харчування***

В організм Цинк потрапляє із їжею, особливо багато цього елемента міститься в яловичині, печінці, морських продуктах (устриці, молюски, оселедець), пшеничних зародках, рисових висівках, вівсяному борошні, моркві, гороху, цибулі, шпинаті та горіхах.





### 1. Будова та властивості

Молибден – елемент VI групи періодичної системи; атомний номер 42, атомна маса 96. Назва походить від грецьк. *molybdos* (свинець). Виділено П. Г'ельмом у 1781 р. (Швеція). Молибден є сріблястим, блискучим, м'яким металом. У природі Молибден зустрічається у вигляді сульфідних руд та молибдатів Плюмбуму чи Феруму. Природним джерелом

Молибдену є мінерал молибденіту; а отримують молибден зазвичай як побічний продукт під час виробництва міді. Сполуки Молибдену застосовуються у виробництві різних сплавів, електродів, мінеральних добрив, як каталізатори. У медицині з діагностичною метою застосовують радіоізотопи молибдену (сканування печінки, дослідження циркуляції крові в м'язах); вивчають ефективність тетрамолибдату амонію в терапії новоутворень головного мозку та при чоловічому безплідді.

### 2. Вміст в організмі

В організмі людини міститься 0,1 мг/кг маси тіла. Сполуки Молибдену потрапляють в організм із їжею. Розчинні сполуки легко всмоктуються із шлунково-кишкового тракту, абсорбуються з легенів, надходять у кров із місць парентерального введення. За добу в організм дорослої людини надходить разом із їжею 75–250 мкг Молибдену. В організмі Молибден накопичується в печінці, а в крові розподіляється рівномірно між форменими елементами і плазмою. Накопичення Молибдену в організмі ссавців не відбувається. Розчинні сполуки Молибдену виводяться з організму із сечею та калом.

### 3. Біогенна роль

Фізіологічне значення Молибдену для організму тварин і людини було вперше показано в 1953 р., з відкриттям впливу цього елемента на активність ферменту ксантиноксидази.

Молібден входить до складу ряду ферментів (альдегідоксидаза, сульфітоксидаза, ксантиноксидаза та ін), що виконують важливі фізіологічні функції, зокрема, регуляцію обміну сечової кислоти. Його нестача в організмі супроводжується зменшенням вмісту у тканинах ксантиноксидази. Тіомолібдат амонію є антагоністом Купруму і порушує її утилізацію в організмі. Є відомості, що Молібден відіграє важливу роль у включенні фтору в зубну емаль, а також у стимуляції гемопоезу.

#### ***4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами***

Токсична доза людини: 5 мг. Летальна доза для людини: 50 мг.

При нестачі в організмі тварин Молібдену (або надлишку Вольфраму) порушується здатність окиснення ксантину до сечової кислоти, гальмується катаболізм метіоніну, зменшується екскреція сечової кислоти та неорганічних сульфатів, знижується швидкість росту. У тварин утворюються ксантинові камені в нирках. Дефіцит Молібдену може призвести до зниження розщеплення целюлози та надмірного накопичення Купруму в організмі, аж до мідної інтоксикації. Всі ці явища можуть бути усунені при додаванні до раціону Молібдену.

Причинами дефіциту Молібдену є: вегетаріанська дієта; парентеральне харчування; надлишок вольфраму в організмі.

Основні прояви його дефіциту:

- зниження активності молібденовмісних ферментів;
- підвищена збудливість, дратівливість;
- порушення зорової («темнової») адаптації, «куряча сліпота»;
- порушення ритму серцевих скорочень (тахікардія);
- підвищення ризику розвитку раку стравоходу.

Надлишок Молібдену в організмі може бути наслідком перевищення безпечного рівня надходження з їжею або БАД (0,5 мг/добу), інтоксикацією за умов виробництва; дефіциту Купруму у раціоні. Коли щодобове споживання цього елемента знаходиться в межах від 0,5 до 10 мг, відзначаються лише помірно виражені біохімічні зміни, які не впливають на здоров'я людини. При

вживанні Молибдену у межах 10–15 мг/день проявляються клінічні симптоми інтоксикації. При його дозах, що перевищують 15 мг/добу, підвищується активність ксантиноксидази, накопичується сечова кислота, збільшується ризик виникнення подагри (наприклад, у осіб, які контактують із Молибденом у виробничих умовах), також можлива уратурія, сечокам'яна хвороба. При хронічній інтоксикації розвиваються неспецифічні симптоми, що проявляються подразненням слизових оболонок, пневмоконіозом, пригніченням кровотворення (анемія, лейкопенія), зменшенням маси тіла. При надмірному вмісті молибдену у ґрунті спостерігається ендемічне захворювання, «молибденова» подагра. Відзначено розвиток молибденозу у тварин, які не отримують із раціоном достатньої кількості Купруму.

Вважають, що Вольфрам, Плюмбум і Натрій діють як антагоністи Молибдену і викликають його дефіцит в організмі. Купрум сульфат посилює його виділення із жовчю. Тіомолібдат амонію є антагоністом Купруму і порушує її утилізацію в організмі.

Дефіцит Купруму та Феруму сприяє збільшенню вмісту Молибдену в організмі. Дефіцит Молибдену можна усунути за допомогою дієти, в яку входять продукти, багаті на цей елемент; введенням молибденовмісних препаратів. Додавання 300 мкг молибдату амонію до інфузату при повному парентеральному харчуванні попереджає розвиток дефіциту молибдену. Для зниження токсичної дії Молибдену на організм необхідно знизити надходження багатих на Молибден продуктів, проводити симптоматичне лікування, використовувати препарати, які містять Купрум і Сульфур (метіонін, унітіол, натрій тіосульфат тощо).

### **5. Продукти харчування**

Доросла людина потребує Молибдену у кількості 0,05–0,1 мг/день. Даний мінерал міститься переважно в продуктах харчування рослинного походження, а його кількість залежить від ґрунту, на якому вони вирощені. На молибден багаті молочні та м'ясні продукти (печінка, нирки, мізки), бобові – квасоля, зелений горох, листові овочі, морква, огірки, часник, зернові продукти.



### 1. Будова та властивості

Аргентум – елемент І групи періодичної системи, атомний номер 47, атомна маса 107. Назва походить від лат. *argentum* (з праіндоєвропейської *arg-* – «ясний», «світлий», «блискучий»). У деяких мовах назва цього елемента водночас означає «гроші», наприклад фр. *argent*. Аргентина отримала свою назву завдяки цьому елементу.

Срібло відоме з часів давніх цивілізацій, це м'який, ковкий метал з характерним «сріблястим» блиском. Він є стійким до дії води та більшості кислот, але на повітрі взаємодіє із сполуками Сульфуру з утворенням чорного сульфідного шару. Розчиняється у хлоридній кислоті, утворюючи хлористе срібло. Добре проводить електричний струм. У природі зустрічається у вигляді сірчастого срібла разом зі свинцем та цинком, а також у самородному стані.

### 2. Вміст в організмі

Середній вміст цього елемента в тілі ссавців досягає 20 мкг на 100 г сухої маси. Аргентум в незначних кількостях міститься у всіх органах та тканинах. Найбільше його у мозку, легенях, печінці, еритроцитах, пігментних оболонках ока та гіпофізі, нирках, кістках, залозах внутрішньої секреції.

### 3. Біогенна роль

Питання фізіологічної ролі Аргентуму вивчене недостатньо. Його відносять до потенційно-токсичних та потенційно-канцерогенних елементів. Відомо, що в організмі Аргентум утворює сполуки з білками, може блокувати тіолові групи ферментних систем, пригнічувати тканинне дихання. У плазмі цей елемент зв'язується з глобулінами, альбумінами та фібриногеном. При тривалому контакті з ним у виробничих умовах Аргентум може накопичуватися в печінці, нирках, шкірі та слизових оболонках. Встановлено, що лейкоцити

можуть фагоцитувати Аргентум та доставляти його до осередків запалення. Іони Аргентуму мають антисептичну, протизапальну та бактерицидну дію.

#### **4. Підвищений і знижений вміст в організмі та боротьба з цими станами**

Токсична доза для людини становить 60 мг, летальна – 1,3–6,2 г.

Причини та основні прояви дефіциту Аргентуму в організмі вивчені мало. Можна припустити, що цей елемент відіграє важливу роль у забезпеченні процесів, пов'язаних із вищою нервовою діяльністю та функціями периферичної нервової системи людини.

Причини надлишку Аргентуму:

- надходження в організм у токсичних дозах (внаслідок нещасних випадків);
- надходження в організм металевого срібла;
- вдихання пилу його солей у виробничих умовах;
- тривале лікування препаратами аргентум нітрату.

Основні прояви надлишку Аргентуму:

- ознаки ураження центральної нервової системи;
- розлади зору внаслідок відкладення цього елемента у сітківці ока;
- «першіння» у горлі, кашель, нежить з кров'янистими виділеннями, слъозотеча (при вдиханні пилу з солями Аргентуму);
- зниження кров'яного тиску;
- бурий або сіруватий відтінок шкіри та слизових оболонок (аргіроз);
- біль у правому підребер'ї, збільшення печінки;
- катаральні гастрити; нудота, блювання, діарея;
- аргірія – утворення відкладень срібла у шкірі (рис. 9).

Срібло – антагоніст Купруму (пригнічення *Си*-залежних ферментів). З метою виведення з організму надлишку Аргентуму доцільно призначати засоби дренажної дії на органи, що накопичують його (печінка, нирки), а також препарати Купруму (для підвищення активності купрумозалежних ферментів). Показані симптоматичні засоби та проведення хелатуючої терапії.



**Рис. 9. Paul Karason – чоловік з аргірією, яка виникла внаслідок систематичного споживання сполук срібла**



### ***5. Продукти харчування***

Середньодобове надходження Аргентуму з їжею становить 1–80 *мкг*. Біозасвоюваність цього елемента, яку визначають за величиною всмоктування із шлунково-кишкового тракту, дорівнює 5 %. Лідерами за вмістом Аргентуму вважаються такі продукти харчування: виноград (у будь-яких видах: свіжий, сушений, перероблений виноградний сік); журавлина (свіжа, заморожена, заварена у вигляді морсу); кавун; гриби (найбільша кількість знаходиться в опеньках); горіхи; морепродукти (риба, морська капуста, кальмари); борошно; молоко (магазинне); продукти бджільництва (сліди срібла можуть бути в меді, але більше його в маточному молочку, у пилку); соки виготовлені промисловим способом (з додаванням консервантів). Срібло має властивості консерванту (E174), тому воно є в готових продуктах, зокрема, пакетованому молоці та соках.

## Література

1. Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. 4th revised and extended ed.. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1070 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>
2. Vaclavik, V.A., Christian, E.W., Campbell, T. (2021). Essentials of Food Science. 5th ed.. Springer Nature Switzerland AG. 481 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-46814-9>
3. Завгородній І.В., Сирова Г.О., Ткачук Н.М. та ін. (2010). Медична хімія. Харків, ХНМУ. 268 с.
4. Калібабчук В.О., Чекман І.С., Галинська В.І. та ін. (2019). Медична хімія : підручник / за редакцією В.О. Калібабчук. К.: ВСВ «Медицина». 336 с.
5. Музиченко В.П., Луцевич Д.Д., Яворська Л.П. (2018). Медична хімія: підручник (ВНЗ I—III р. а.) / за ред. Б.С. Зіменковського. 3-є вид., випр. К. ВСВ «Медицина». 496 с.
6. Наказ Міністерства охорони здоров'я України 03.09.2017 № 1073 «Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії»
7. Скоробогатий Я.П., Гузій А.В., Заверуха О.М. (2020). Харчова хімія: Навчальний посібник. Львів: «Новий Світ – 2000». 514 с.
8. Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009). Food Chemistry. 4th revised and extended ed.. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1070 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>
9. Vaclavik, V.A., Christian, E.W., Campbell, T. (2021). Essentials of Food Science. 5th ed.. Springer Nature Switzerland AG. 481 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-46814-9>

## Додаток

**Таблиця 1. Добова потреба населення України у мінеральних речовинах [4]**

Вікова група	Мінеральні речовини											
	Ca (мг)	P (мг)	Mg (мг)	Fe (мг)	Zn (мг)	I (мкг)	Se (мкг)	F (мкг)	Cu (мг)	Cr (мкг)	Mo (мкг)	Mn (мг)
0-3 місяці	400	300	50	4	3	90	17	1,0	0,3-0,5	-	-	-
4-6 місяців	500	400	60	7	4	90	17	1,0	0,3-0,5	-	-	-
7-12 місяців	600	500	70	10	7	90	17	1,0	0,3-0,5	-	-	-
1-3 роки	800	800	100	10	10	90	20	1,2	0,3-0,7	-	-	-
4-6 років	800	800	120	10	10	90	20	1,5	1,2	-	-	-
6 років (учні)	800	800	150	12	10	100	30	2,0	1,5	-	-	-
7-10 років	1000	1000	170	12	10	120	30	2,5	1,5	-	-	-
11-13 років (хлопчики)	1200	1200	280	12	15	150	40	2,5	2,0	-	-	-
11-13 років (дівчатка)	1200	1200	270	15	12	150	45	2,5	1,5	-	-	-
14-17 років (юнаки)	1200	1200	400	12	15	150	50	2,5	2,5	-	-	-
14-17 років (дівчата)	1200	1200	300	18	13	150	50	2,5	2,0	-	-	-
Чоловіки	1200	1200	400	15	15	150	70	-	1,0	50	70	2,0
Жінки	1100	1200	500	17	12	150	50	-	1,0	50	70	2,0
Вагітні	1400	1500	550	26	12,4	350	70	-	1,0	50	70	2,0
Годуючі (1-6 міс.)	1500	1600	550	43	15,0	450	70	-	1,0	50	70	2,0
Годуючі (7-12 міс.)	1500	1600	550	43	15,2	450	70	-	1,0	50	70	2,0
Чоловіки 60-74	1300	1200	400	15	15	150	70	-	-	-	-	-
Чоловіки 75 і старші	1300	1200	400	15	15	150	70	-	-	-	-	-
Жінки 60-74	1300	1200	400	15	15	150	70	-	-	-	-	-
Жінки 75 і старші	1300	1200	400	15	15	150	70	-	-	-	-	-



**Таблиця 2. Основні елементи в організмі людини**

Елемент	Вміст, г/кг
Ca	100–200
P	6–12
K	2–2,5
Na	0,8–2,5
Cl	1–1,4
Mg	0,4–2,0

**Таблиця 3. Мікроелементи в організмі людини**

Елемент	Вміст (мг/кг маси тіла)	Адекватне споживання для дорослої людини (мг/день)
Fe	60	15
F	37	1,0–3,0
Zn	33	10–15
Cu	1,0	2,0–3,0
Se	0,2	0,03–0,07
Mn	0,2	2–5
I	0,2	0,2–0,26
Ni	0,1	0,025–0,03
Mo	0,1	0,05–0,1
Cr	0,1	0,003–0,1
Co	0,02	0,002–0,05

**Таблиця 4. Вміст деяких елементів у харчових продуктах у мг/100 г їстівної частини (середні значення) ([8], стор. 422)**

Харчові продукти	Na	K	Ca	Fe	P
Молоко і молочні продукти					
Коровяче молоко, сире, якісне	48	157	120	0,046	92
Людське молоко	16	53	31	0,06	15
Вершкове масло	5	16	13	0,02-0,2	21
Сир*	709-275	120-95	1020-90	0,35-0,13	636-310
Яйця					
Жовток курячого яйця	51	138	140	7,2	590
Білок курячого яйця	170	154	11	0,2	21
М'ясо та м'ясні продукти					
Яловичина, ціла тушка, нежирна	66	342	5,7	2,6	190
Свинина, ціла тушка, нежирна	69	397	5	1	192
Теляча печінка	87	316	8,7	7,9	306
Свиняча печінка	77	363	7,6	18	407
Куряча печінка	68	218	18	7,4	240

<i>Харчові продукти</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Fe</i>	<i>P</i>
Свиняча нирка	173	242	7	7,3	260
Кров'яна ковбаса	680	38	6,5	6,4	22
Риба та рибні продукти					
Оселедець	117	360	34	1,1	250
Вугор	65	259	17	0,9	334
Крупи та продукти з них					
Пшениця, ціле ядро	7,8	381	33	3,3	341
Борошно пшеничне*	3,0-2,0	203-146	24-15	2,2-1	208-108
Пшеничний зародок	5	993	49	8,5	1100
Жито ціле ядро	3,8	530	37	2,8	337
Борошно житнє	1	285	25	1,9	189
Кукурудза, ціле зерно	6	294	8	1,5	213
Кукурудзяні пластівці	915	120	13	2	59
Вівсяні пластівці	6,8	374	48	5,4	415
Рис нешліфований	10	238	16	3,2	282
Рис шліфований	3,9	103	6	0,8	114
Овочі					
Крес-салат	12	276	180	3,1	64
Гриби*	8,0-6,0	390-341	11-4,2	1,26-1	123-85
Цикорій	4,4	192	26	0,74	26
Горошок зелений	2	274	24	1,7	113
картопля	3,2	418	6,4	0,43	50
Кольрабі	20	322	68	0,48	50
Сочевиця, сушена	6,6	837	65	8	412
Морква	60	321	37	0,39	35
Брюссельська капуста	7	451	31	1,1	84
Шпинат	65	554	117	3,8	46
помідор	3,3	242	9,4	0,3	22
Білокачанна капуста	13	255	46	0,4	36
Фрукти					
Яблуко	1,2	122	5,8	0,25	12
Апельсин	1,4	165	42	0,19	23
Абрикоси	2	278	16	0,65	21
Полуниця	1,4	161	21	0,64	29
грейпфрут	1,1	148	24	0,17	17
Плоди шипшини	24	291	257	0,52	258
Смородина-червона	1,4	257	29	0,91	27
Смородина-чорна	1,5	310	46	1,29	40
Вишні	2	114	8	0,6	19
Сливи	1,7	177	8,3	0,26	18
Обліпіха	3,5	133	42	0,44	9
Дріжджі					
Дріжджі пекарські, пресовані	34	649	28	3,5	473
Дріжджі пивні, сушені	77	1410	50	17,6	1900

# Глосарій

## **Абсорбція**

Процес всмоктування та перенесення молекул або іонів.

## **Адаптація**

У медицині під адаптацією розуміють усі види вродженої та придбанної пристосувальної діяльності людини до загальноприродних, виробничих та соціальних умов, у т. ч. клімато-географічних та до нестачі кисню.

## **Азотистий баланс**

Різниця між кількістю азоту, що вводиться в організм, і кількістю азоту, що виводиться.

## **Алкалоз**

Форма порушення кислотно-лужної рівноваги у бік відносного збільшення кількості лужних катіонів.

## **Алюмініоз**

Професійна хвороба (пневмоконіоз), що розвивається внаслідок систематичного вдихання пилу алюмінію та (або) його сполук.

## **Антидоти**

Речовини, що інактивують отрути за допомогою прямої хімічної або фізико-хімічної взаємодії з ними в організмі; усувають наслідки дії отрут.

## **Антиоксиданти**

Природні або ідентичні природні сполуки, що перешкоджають окисненню активних хімічних сполук у клітинах організму людини. Знижують ризик розвитку різних захворювань, у тому числі пов'язаних із дією хімічних, фізичних, радіаційних, бактеріологічних та інших факторів довкілля.

## **Антропогенні фактори**

Сукупність чинників довкілля, зумовлених випадковою чи навмисною діяльністю людства. Антропогенні фактори впливають на структури екосистем, зміну хімічного складу та режиму атмосфери, гідросфери та літосфери при забрудненні хімічними та радіоактивними речовинами.

### **Анемії залізодефіцитні**

Загальна назва групи гіпохромних анемій, що розвиваються за нестачі заліза в організмі.

### **Антракоз**

Пневмоконіоз, що розвивається внаслідок систематичного вдихання кам'яновугільного пилу; відкладення кам'яновугільного пилу в тканинах.

### **Аргіроз**

Бура або темно-сіра пігментація шкіри та слизових оболонок, обумовлена відкладенням у них срібла.

### **АТФ – аденозинтрифосфат або аденозинтрифосфорна кислота**

Органічна сполука, що переносить енергію для багатьох процесів, таких як скорочення м'язів, передача нервових імпульсів та відтворення клітин.

### **Ацидоз**

Форма порушення кислотно-лужної рівноваги у бік відносного збільшення кількості аніонів кислот.

### **Баритоз**

Пневмоконіоз, що розвивається в результаті систематичного вдихання пилу сульфату барію (головним чином, при видобутку та переробці бариту).

### **Біологічно активні добавки (БАД)**

Природні (ідентичні природним) біологічно активні речовини, призначені для вживання одночасно з їжею або введення до складу харчових продуктів.

### **Біосинтез**

Утворення необхідних організму речовин (полісахаридів, нуклеїнових кислот, білків тощо) за участю біокаталізаторів – ферментів.

### **Біосубстрат**

Будь-яка структура біологічного походження.

### **Біоелемент**

Від грец. *bios* (життя) - хімічний елемент, що входить до складу організму і бере участь у процесах життєдіяльності.

## **Біоелементний обмін**

Сукупність процесів засвоєння, функціонування та виведення з організму біоелементів, що забезпечує біоелементний гомеостаз.

## **Бромізм**

Захворювання, що розвивається в результаті хронічного отруєння бромом і виявляється ринітом, бронхітом, висипаннями, неврологічними та іншими розладами.

## **Бромодерма**

Токсидермія, що розвивається при надлишку брому в організмі внаслідок тривалого застосування препаратів брому або їх непереносимості.

## **Вітаміни**

Мінорні (які містяться в дуже малих кількостях) компоненти їжі (мікронутрієнти). Не мають пластичних або енергетичних функцій. Регулюють обмін речовин. Без них не відбувається жодна біохімічна реакція в організмі людини, тому їх називають ще й регуляторними речовинами. Незважаючи на те, що в організмі людини в невеликих кількостях (крім вітаміну С) вітаміни можуть синтезуватися мікрофлорою товстого кишечника, вони, тим не менш, відносяться до незамінних (есенціальних) факторів харчування та повинні надходити з їжею.

## **Гемоконцентрація**

Збільшення кількості еритроцитів у плазмі, пов'язане із зменшенням об'єму плазми.

## **Гемоліз**

Руйнування еритроцитів з викидом гемоглобіну у плазму крові.

## **Гемопоез (кровотворення, гематопоез)**

Процес утворення клітин крові із гемопоетичних стовбурових клітин.

## **Геморагія**

Надмірна кровотеча, крововилив, витікання крові з судин людини й тварин внаслідок порушення цілості їхніх стінок.

### **Гіперкаліємія**

Підвищений вміст калію в плазмі крові

### **Гіперкальціємія**

Підвищений вміст кальцію у плазмі крові.

### **Гіперлейкоцитоз**

Надзвичайно високий вміст лейкоцитів у крові.

### **Гипероксемія (гіпероксія)**

Підвищений вміст кисню в тканинах організму внаслідок збільшення його вмісту в повітрі, що вдихається.

### **Гіперпаратиреоз**

Хвороба, обумовлена надмірною секрецією паратгормону і що характеризується вираженими порушеннями обміну кальцію та фосфору.

### **Гіперплазія**

Збільшення розмірів органа, клітини чи тканини за рахунок збільшення кількості функціонально активних клітин (клітинна) або їх ультраструктур (внутрішньоклітинна). Гіперплазія може бути фізіологічною та патологічною. Крім того розрізняють реактивну, або захисну, нейрогуморальну, або гормональну, гіперплазії та заміну компенсаторну при втраті крові.

### **Гіперрефлексія**

Підвищення сегментарних рефлексів внаслідок ослаблення гальмівних впливів кори головного мозку на сегментарний рефлекторний апарат; виникає, напр. при ураженні пірамідних шляхів.

### **Гіпертермія**

Стан, при якому температура тіла людини вища за 37,2°C при вимірюванні ртутним термометром у пахвинній ділянці впродовж 10 хвилин. Вона виникає, коли утворене в організмі тепло не встигає виходити за його межі, що призводить до перегрівання тіла.

### **Гіпертиреоз**

Підвищення секреції гормонів щитоподібної залози, що перевищує актуальну потребу організму і веде до розвитку характерного симптомокомплексу.

### **Гіперфосфатемія**

Підвищення концентрації неорганічних фосфатів у сироватці крові. Є причиною гіпокальцемії (шляхом зв'язування кальцію та відкладання у м'яких тканинах, насамперед, у стінках артерій, що є фактором суттєво прискореного розвитку атеросклерозу)

### **Гіпоглікемія**

Стан, який виникає при зниженні рівня глюкози в крові нижче 3,2-2 ммоль/л.

### **Гіпокаліємія**

Знижений вміст калію у сироватці крові.

### **Гіпокальціємія**

Знижений вміст кальцію у сироватці крові.

### **Гіпокальциноз**

Патологія, обумовлена нестачею фосфорнокислих солей кальцію в кістках та зубах.

### **Гіпопаратиреоз**

Синдром недостатності функцій прищитоподібних залоз, що характеризується судомою, нервовими та психічними розладами, зниженням вмісту кальцію в крові.

### **Гіпопігментація**

Порушення, що супроводжується втратою кольору певних ділянок шкіри та відповідно низькою кількістю меланіну в шкірі.

### **Гіпотиреоз**

Захворювання, при якому щитовидна залоза не виробляє достатньо гормонів для задоволення потреб організму.

### **Гіпофункція**

Недостатня діяльність будь-якого органа, тканини, системи, що призводить до порушення життєдіяльності організму.

### **Гіпохромна анемія**

Захворювання, що виникає внаслідок порушення процесу утворення гемоглобіну через зниження рівня еритроцитів.

## **Гомеостаз**

Стан динамічної рівноваги природної системи, що підтримується регулярним відновленням основних її структур, речовинно-енергетичного складу та стану та постійною функціональною саморегуляцією у всіх її ланках. Гомеостаз є характерним та необхідним фактором для всіх природних систем – від космічних до організових та атомних. Найчастіше термін визначає стан організму.

## **Декальцинація**

Втрата кальцію кістковою тканиною при деяких фізіологічних та патологічних процесах.

## **Детоксикація**

Процес знешкодження всередині біологічної системи шкідливих речовин, що потрапили в неї.

## **Ендемія**

Постійна наявність у цій місцевості певних захворювань, зумовлених її природними особливостями та своєрідністю умов життя населення.

## **Ендогенний**

Розвивається в організмі внаслідок внутрішніх причин.

## **Інтоксикація**

Отруєння організму, викликане дією на організм токсичних речовин, що утворилися в ньому (ендогенних) або надійшли ззовні (екзогенних). До ендогенних токсичних речовин відносяться мікробні токсини (при інфекційних захворюваннях), продукти розпаду тканин при великих опіках та ін. До екзогенних токсинів відносяться отрути тваринного та рослинного походження, промислові отрути, отруйні речовини та ін.

## **Йодизм**

Запалення (гіперемія, набряк) слизових оболонок у місцях виділення йоду (дихальні шляхи, слинні залози, носові ходи) при передозуванні чи непереносимості препаратів йоду; супроводжується слезотечею, гіперсалівацією, рино- та бронхореєю, набряком слизових оболонок.



## **Йододерма**

Токсидермія обумовлена непереносимістю препаратів йоду.

## **Кальциноз (кальцифікація, звапніння)**

Відкладення солей кальцію у тканинах.

## **Кальцитонін**

Гормон щитовидної залози, основною фізіологічною дією якого є зниження вмісту кальцію в крові.

## **Кальцифероли, жиророзчинні вітаміни (вітамін D)**

Група вітамінів стероїдної структури, що беруть участь у регуляції обміну кальцію та фосфору.

## **Метаболізм**

Сукупність біохімічних та пов'язаних з ними енергетичних процесів, що лежить в основі життєдіяльності організму, що складається з процесів асиміляції (анаболізму) та дисиміляції (катаболізму). Розрізняють метаболізм конструктивний (використання речовин та енергії при зростанні та розвитку організму), метаболізм основний (основний обмін, використання речовини та енергії для підтримки фізіологічних відправлень організму в стані спокою) та метаболізм енергетичний, функціональний (використання речовини та енергії під час активної життєдіяльності організму). Переважання в організмі того чи іншого виду метаболізму залежить від статево-вікових особливостей організму, ступеня активності людини та впливу факторів зовнішнього середовища.

## **Нефрокальциноз**

Відкладення нерозчинних солей кальцію у паренхімі нирок.

## **Нефропатія**

Захворювання, ураження нирок.

## **Нефротоксичність**

Здатність хімічних речовин, діючи на організм немеханічним способом, викликати структурно-функціональні порушення роботи нирок.

## **Орган-мішень**

Пул клітин, тканина, орган, в яких локалізуються рецептори, відповідальні за прояв специфічної дії молекул лікарської речовини, що взаємодіє з ними.

## **Остеомаляція**

Розм'якшення кісток з розвитком деформації скелета, зумовлене декальцинацією.

## **Остеопороз**

Розрідження кістки із дистрофією кісткової тканини.

## **Радикали вільні**

Електрично нейтральні нестійкі уламки молекул, що являють собою групи атомів або окремі атоми, що мають вільну валентність. Радикали утворюються при дисоціації (розпаді) молекул, що відбувається під впливом високих температур, деяких видів випромінювання та інших причин; процес, зазвичай, супроводжується значним поглинанням енергії ззовні. При возз'єднанні вільних радикалів у молекули ця енергія виділяється.

## **Радіонуклід**

Радіоактивні атоми з даним масовим числом і атомним номером, а для ізомерних атомів – і з певним енергетичним станом атомного ядра.

Радіонукліди (і нерадіоактивні нукліди) елемента називають його ізотопами.

## **Резистентність**

1) стійкість організму, несприйнятливість до будь-яких агентів (напр., до отрут); 2) опірність організму при впливі на нього несприятливих умов довкілля.

## **Сидероз**

Пневмоконіоз, що розвивається при систематичному вдиханні пилу, що містить залізо та його сполуки.

## **Силікоз**

Пневмоконіоз, що розвивається при систематичному вдиханні пилу, що містить двоокис кремнію.

## **Синергізм, синергія**

Варіант реакції організму на комбіноване вплив двох або більше факторів (зазвичай хімічних), спільна біологічна дія яких значно перевищує ефект кожного компонента та їх суми.

## **Сорбенти**

Тверді тіла або рідина, наприклад, активоване вугілля, що застосовуються для поглинання будь-яких речовин із розчинів або газів (з метою очищення, усунення поганого запаху).

## **Токсидермія сальварсанова, арсенодерматит**

Виникає після введення препаратів сальварсану і проявляється у вигляді кератозів, що сверблять, і дифузного почервоніння шкіри.

## **Токсини (токсикант, токсична речовина, отрута)**

Будь-яка речовина, яка за певних умов та у певних дозах чи концентраціях призводить до порушень і розладів процесів життєдіяльності організму, виникнення отруєнь (інтоксикацій) чи будь-яких захворювань, патологічних станів та смертельних наслідків.

## **Токсичність**

Здатність деяких хімічних елементів, сполук та біогенних речовин надавати шкідливу дію на організми – людину, тварин, рослини, гриби та мікроорганізми.

## **Трансферін**

Білок, що відноситься до бета-глобулінів плазми, що транспортує залізо в організмі.

## **Ферменти**

Білкові сполуки складної органічної структури, які каталізують метаболічні реакції у будь-якій клітині будь-якого організму – від одноклітинних мікроорганізмів до вищих тварин. У практичному відношенні (як біологічно активні компоненти їжі) інтерес становлять ферменти, які б поліпшенню травлення.

## **Флюороз**

Хронічна хвороба, що виникає в результаті надлишкового вмісту фтору в організмі, що виявляється гіпоплазією зубної емалі, остеосклерозом і т.ін.

## **Хвороба**

Порушення нормальної життєдіяльності організму, обумовлене функціональними чи (та) морфологічними змінами. Виникнення хвороби пов'язане із впливом на організм шкідливих факторів зовнішнього середовища (фізичних, хімічних, біологічних, соціальних), з його генетичними дефектами.

## **Хвороба Альцгеймера**

Різновид передстаркового недоумства, у патогенезі якого істотна роль відводиться підвищенню вмісту Алюмінію в кіркових та підкіркових областях головного мозку.

## **Хвороба Вільсона (дистрофія гепатоцеребральна)**

Спадкова хвороба, обумовлена порушенням обміну Купруму та білкового обміну і що характеризується циротичною зміною печінки та вторинним ураженням головного мозку.

## **Хвороба Кашина-Бека (рівівська хвороба, що деформує остеоартроз)**

Захворювання, обумовлене недоліком та/або дисбалансом кальцію в організмі, що проявляється множинною деформацією суглобів та хребта.

## **Хвороба Кешана**

Кардіоміопатія обумовлена дефіцитом Селену в організмі, що супроводжується розвитком «бичачого серця», серцевою недостатністю, аритмією.

## **Хвороба кучерявого волосся (синдром Менкеса)**

Спадкова хвороба, зумовлена порушенням всмоктування та транспортування в організмі Купруму.

## **Хвороба Паркінсона (тремтливий параліч)**

Хронічне прогресуюче захворювання з ураженням базальних ядер, що часто супроводжується підвищенням вмісту Алюмінію в головному мозку.

## Зміст

<i>Вступ</i> .....	3
<i>Хімічні елементи у харчових продуктах</i> .....	5
Гідроген.....	6
Літій .....	9
Натрій .....	12
Калій .....	17
Магній.....	24
Кальцій .....	29
Стронцій.....	35
Барій.....	38
Бор.....	41
Алюміній.....	44
Карбон .....	48
Силіцій.....	50
Нітроген.....	53
Фосфор .....	57
Оксиген.....	62
Сульфур.....	65
Селен.....	70
Флуор.....	74
Хлор .....	77
Бром .....	80
Йод.....	82
Хром .....	86

Манган.....	90
Ферум.....	94
Кобальт.....	99
Нікель.....	102
Купрум.....	105
Цинк.....	109
Молібден.....	113
Аргентум.....	116
<i>Література.....</i>	<i>119</i>
<i>Додаток.....</i>	<i>120</i>
<i>Глосарій.....</i>	<i>123</i>



Навчальне видання

ПЕТРУШИНА Галина Олександрівна

**Неорганічна хімія: «Біогенні елементи». Довідник**

Навчальне видання

Посібник друкується в авторській редакції  
Комп'ютерний набір і верстка Г.О. Петрушина

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
49600, Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25  
Телефон: (056)713-51-75; факс: (056)744-08-67.  
E-mail: [redviddsau@dsau.dp.ua](mailto:redviddsau@dsau.dp.ua), [info@dsau.dp.ua](mailto:info@dsau.dp.ua)  
Web: [www.dsau.dp.ua](http://www.dsau.dp.ua), [www.ojs.dsau.dp.ua](http://www.ojs.dsau.dp.ua)

Підписано до друку 29.05.2023. Формат 60x84 1/16  
Обл.-вид. арк. 5,6. Ум. друк. арк. 5,3  
Тираж 100 прим. Зам. № 301.