



# ПЕРША ШКОЛА ВОДНОЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ СТІЙКОСТІ

ОНЛАЙН-КУРС  
**«Вода і продовольство України: прикладні  
рішення для громад, агробізнесу та науки»**

## **МОДУЛЬ 2.**

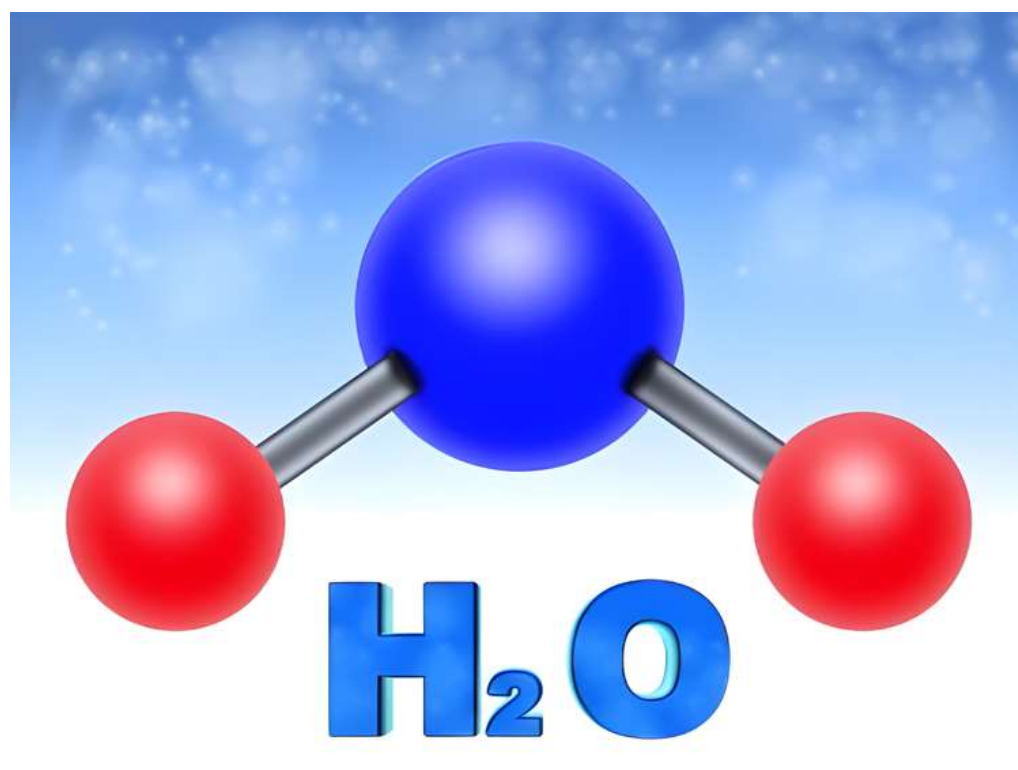
**Європейські вимоги у сфері води:** практичні кроки для влади і агропромислових підприємств.

## **ЕКСПЕРТ КУРСУ:**

**Благодарна Галина Іванівна,**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод  
Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова*

# ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ



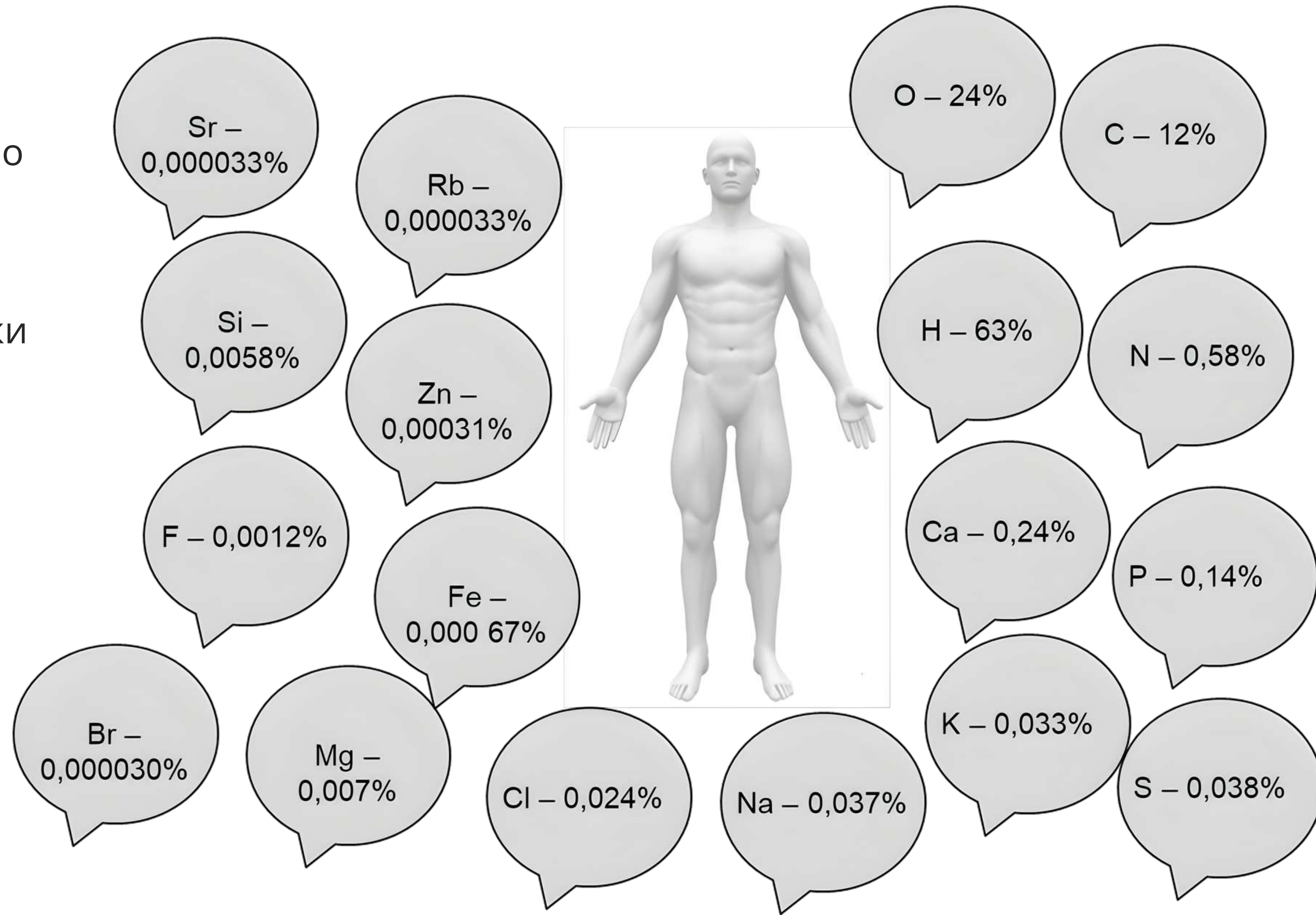
Біологічні молекули побудовані з атомів дрібних елементів: C, H, O, N, P, S.

В організмі універсальна функціональність лужних і лужноземельних металів (Na, K, Ca, Mg)

Найважливішу роль відіграють малі кількості інших Me: Fe, Zn та ін. аж до Mo.



В середньому 70-кг тіло дорослого чоловіка складається із більше ніж 60 хімічних елементів, з яких тільки 18 найпоширеніших наведені нижче

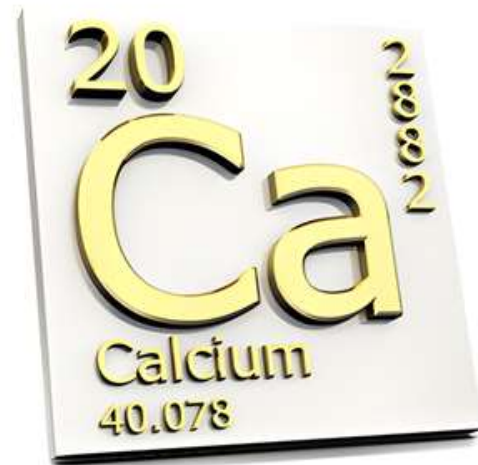


ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для **споживання людиною**", встановлюють вимоги до безпечності та якості питної води, призначеної для споживання людиною.

Якість води має відповідати таким вимогам:

- бути безпечною в епідемічному відношенні;
- бути нешкідливою за **хімічним** складом і **фізіологічно** повноцінною;
- бути радіаційно безпечною;
- мати сприятливі органолептичні властивості.

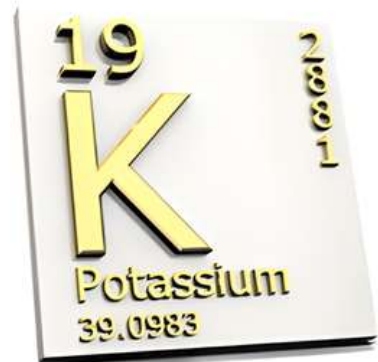
Цими нормами й правилами передбачені кілька груп показників, а саме мікробіологічні, паразитологічні, хімічні, радіаційні, органолептичні, показники фізіологічної повноцінності.



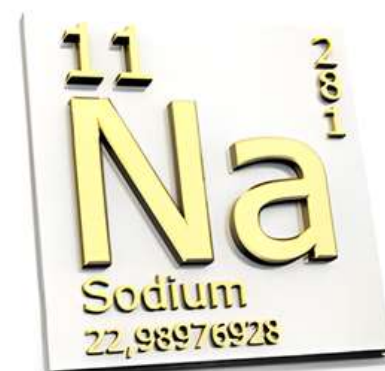
Рекомендована кількість Ca на добу – 800 мг.  
Оптимальний вміст кальцію в питній воді 0,4-0,7 г/л.  
Надлишок сприяє розвитку сечокам'яній хворобі, порушенню стану водно-сольового обміну, раннє звапніння кісток у дітей, уповільнення росту скелета.



Для побудови скелета в харчовому раціоні, доза від 400 до 500 мг. Кращим співвідношенням в їжі є Ca:Mg=1:0,5. Необхідний мінімальний рівень Mg в питній воді – 0,2-0,3 г/л. Надлишок Mg пов'язує в кишечнику частина жирних і жовчних кислот, необхідних для засвоєння Ca.



Калій сприяє виведенню з організму води і Na, активує ряд ферментів, бере участь у найважливіших обмінних реакціях, у передачі нервових імпульсів.



Для організму людини мікроелемент, добова потреба в ньому для дорослих становить 550 мг, для дітей і підлітків - 500-1300 мг.  
Підвищене споживання натрію викликає накопичення рідини в організмі, набряки, підвищує кров'яний тиск. Великий прийом натрію (солі) призведе до виснаження запасів калію, кальцію і магнію.

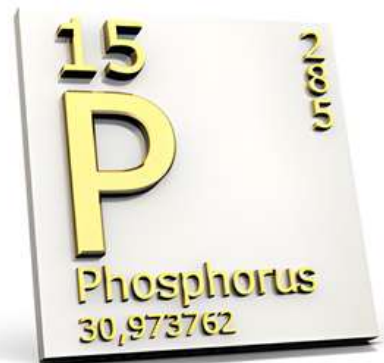


Хлор в організмі людини:

- регулює водний і кислотно-лужний баланс,
- виводить рідину і солі з організму в процесі осморегуляції,
- стимулює нормальне травлення,
- нормалізує стан еритроцитів,
- очищає печінку від жиру.

**Сульфати** ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). У великих концентраціях ( $2,5 \text{ г/л}$  і  $>$ ) викликає гальмування секреторної і моторної діяльності шлунка, викликає посилену перистальтику кишечника, що перешкоджає всмоктуванню і нормальному ходу травлення всіх основних травних речовин, причому, різні експерименти і статистика показують, що адаптації людини до такої води не настає.

**Гідрокарбонати** ( $\text{HCO}_3^-$ ). Споживання води гідрокарбонатно-натрієвого типу неприємних відчуттів не викликає.



Нормальне споживання P для людини  $1200 \text{ мг/добу}$ . Співвідношення Ca до P –  $\text{Ca:P} = 1:1-1:1,5$ .

Ознаками надлишку фосфору в організмі служать кровотечі і крововиливи, розвивається анемія, виникає нирковокам'яна хвороба.

## ГІГІЄНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ПИТНОЇ ВОДИ

Водний фактор істотно впливає на здоров'я населення.

1. Речовини, без певної кількості яких життя неможливе.
2. Речовини, без яких існування живої матерії можливо.

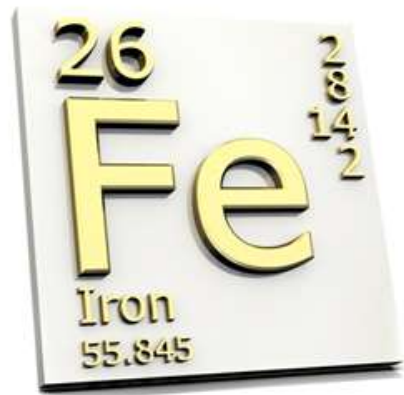


Речовини 1-ї групи називають есенціальними. До цих речовин відносять: **Fe, Zn, Cu, Mo, Mn, Co.** до числа життєво необхідних віднесені: **J, Br, F i Se.**

В даний час є також відомості про есенціальні властивості **Pb, Ni, V.**

До 2-ої групи речовин можуть бути віднесені мікроелементи, які входять до складу metalloферментних комплексів, де вони міцно пов'язані з білком і в разі нестачі в організмі без особливого збитку для здоров'я можуть бути замінені іншими елементами, що також активують ферментні системи.

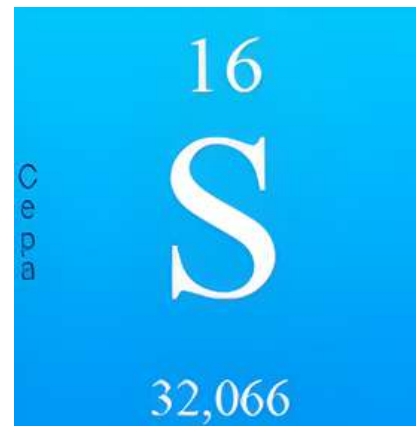
Надходження мікроелементів з питною водою коливається в широких межах. Наприклад, у відсотках від добового раціону: Mo – 0,2%, I – 2,5%, Mn – 4%, Zn – 14%, Cu – 28%, F – до 60%.



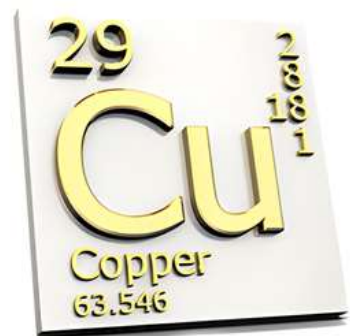
Нормальній здоровій людині необхідно 10-18 мг Fe на добу. При дефіциті Fe в організмі погіршується клітинне дихання. Надлишок Fe також шкідливий організму. Було встановлено, що старіння організму супроводжувалося збільшенням кількості Fe в ДНК. Вона бере участь у передачі спадкових ознак.



Zn необхідний для нормальної функції ендокринної системи. Встановлено, що нестача Zn у дітей затримує ріст і статевий розвиток. Поряд з цим розчинні сполуки Zn отруйні.



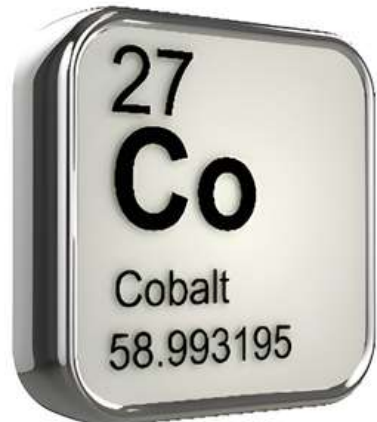
Потреба людини в ній близько 1 г на день. Ознаками дефіциту сірки в організмі вважаються: зниження імунітету і життєвого тону; хронічна втома; запори; крихкість нігтів і тьмяність волосся; запалення на шкірі; хворобливість суглобів.



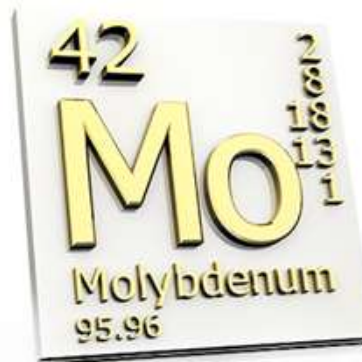
В організмі людини міститься ~ 70 мг Cu. Надлишок Cu шкідливий, т.я. накопичується в організмі, особливо в печінці та мозку. Високі її концентрації можуть привести до порушення функцій центральної нервової системи (ЦНС). Патологічне збільшення Cu в організмі відомо як хвороба Вільсона.



Для дорослої здорової людини добова потреба в марганці становить 5-10 мг. Ступінь і спрямованість впливу його залежить від концентрації речовини. Надлишок марганцю - його проявами можуть служити сонливість, болі в м'язах, втрата апетиту і зміни у формуванні кісток - так званий «марганцевий» рахіт.



В організмі міститься ~ 1,5 мг. Він активує ряд ферментів. Добова потреба в кобальті дуже невелика, зазвичай становить 0,1 - 0,8 мг для здорової дорослої людини. Зазвичай денну норму кобальту людина отримує з їжі.



Добова потреба в молібдені змінюється в залежності від віку, на неї впливають також фізичне навантаження і маса тіла. Норма для дітей з народження і до 10-річного віку становить 15-150 мкг в день, для дорослих - 75-250 мкг, після 70-ти років потреба в молібдені знижується і не повинна перевищувати 200 мкг на добу. Зазвичай необхідна кількість даного мікроелемента людина отримує з їжею, тому додатковий прийом не потрібно.

**Хром і нікель (Cr і Ni).** Визнані в даний час важливими Me життя. При нестачі Cr сповільнюється ріст тварин, скорочується тривалість життя, порушується вуглеводний обмін, спостерігаються захворювання очей. Передбачається, що нестача Cr може призводити до діабету. Ni активує кілька ферментних систем. Виявлено, що при різних формах анемії рівень Ni знижується.

Цей вплив може бути як *прямим* (безпосереднім), так і *непрямим* (опосередкованим).

Вода може бути причиною масових інфекційних захворювань, а при певних умовах може бути причиною і масових неінфекційних захворювань.

Виникнення масових неінфекційних захворювань серед населення зв'язується з хімічним, а точніше з мінеральним складом води.

Всі мікроелементи можна розділити на 3 групи.

1. мікроелементи, які постійно утримуються в тваринних організмах і роль яких в процесах життєдіяльності чітко встановлена.

Сьогодні для 14 мікроелементів достовірно встановлена їх біохімічна роль. До них відносяться: **Fe, Zn, Cu, Mo, Mn, Co, J, Br, F, Ni, S, P, K, Na**



2) мікроелементи, які також постійно містяться в тваринних організмах, але їх біохімічна роль або мало вивчена, або не вивчена зовсім. це: **Cd, Sr, Se, Ra, Al, Pb** і ін.

3) мікроелементи, кількісний вміст яких і їх біологічна роль не вивчені зовсім. це: **W, Cs, Au** і ряд інших.

Недолік або надлишок життєво важливих мікроелементів першої групи в їжі призводить до порушення обміну речовин і виникнення відповідного захворювання.

Найчастіше надходження мікроелементів в організм людини відбувається таким шляхом:

грунт → рослини → тваринні організми → людина

Для деяких мікроелементів, наприклад, фтору, характерний інший шлях:

грунт → вода → людина

У природі відбувається постійне розсіювання мікроелементів за рахунок метеорологічних факторів, води, а також життєдіяльності живих організмів



створюється нерівномірний розподіл мікроелементів у земній корі, формується недолік або надлишок мікроелементів в ґрунті і воді певних географічних районів



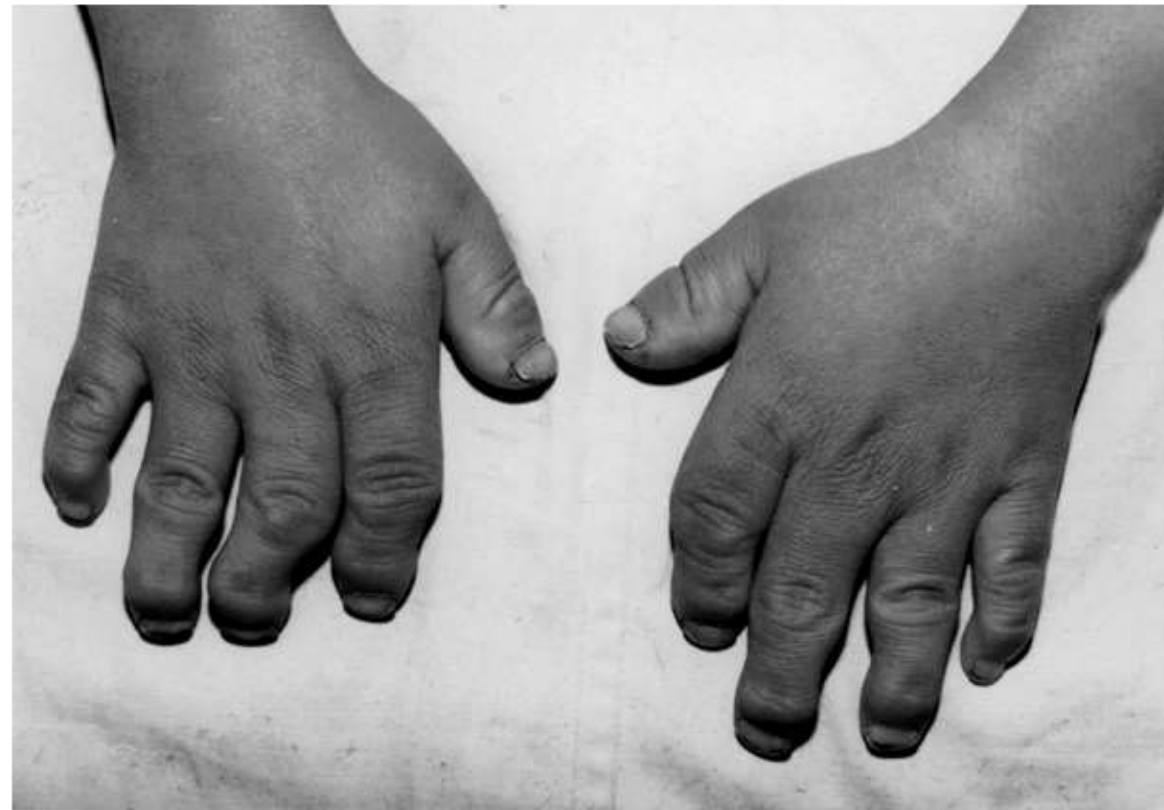
виникають своєрідні зміни у флорі і фауні: від непомітних фізіологічних зрушень до змін форми рослин, ендемічних захворювань і загибелі організмів



**виникають «біогеохімічні провінції»**

це такі географічні райони, де причинним фактором захворювань є характерний мінеральний склад води, рослинності і тварин внаслідок нестачі або надлишку мікроелементів в ґрунті, а захворювання, що виникають в цих районах, - називають **геохімічними ендемії** або **ендемічними захворюваннями**.

## уровська хвороба або хвороба Кашина - Бека



Уровська хвороба розвивається переважно в дитячому віці 6-15 років, рідше в 25 років і старше.

Процес розвивається повільно, уражається переважно кісткова суглобова система.

Найбільш раннім і основною ознакою є короткопалість рук з симетрично деформованими і потовщеними суглобами.

У виникненні цієї патології надавали значення підвищеної радіоактивності води, наявності в ній солей важких металів (свинцю, кадмію, колоїдного золота).

Одним з етіологічних моментів вважається використання води слабкої мінералізації, з малим вмістом кальцію, але високим вмістом стронцію. Вважається, що стронцій, перебуваючи в конкурентних з кальцієм відносинах, витісняє кальцій з кісток.

## Захворювання, пов'язані з різним вмістом фтору у питній воді

Середньодобова фізіологічна потреба у фторі для дорослої людини становить 2-3 мкг/добу, 70% її - отримує з водою і тільки 30% - з їжею.

При тривалому вживанні води, бідної солями фтору (0,5 мг/л і менше), розвивається захворювання, зване карієсом зубів.



Однак карієс - це частковий вияв гіпофторозних станів.

Майже 99% фтору в організмі знаходиться в складі твердих тканин.

М'які тканини бідні фтором.

При дефіциті F відбувається його мобілізація з кісткової тканини під позаклітинне рідина.

При карієсі зубів і остеопорозі мінеральна частина кісткової тканини розчиняється під впливом кислот.

Розрізняють декілька видів **гіпофторозів**:

- внутрішньоутробний, вроджений, супроводжується недорозвиненням скелета. Найчастіше зустрічається в ендемічних районах;
- гіпофтороз дітей грудного та раннього дошкільного віку супроводжується уповільненим прорізуванням зубів, темпом зростання, рахіт;
- гіпофтороз дітей шкільного віку частіше проявляється у вигляді карієсу зубів;
- гіпофтороз дорослих супроводжується явищами остеопорозу і остеомаляції.

Тривале вживання води, що містить фтор в концентрації вище 1,0-1,5 мг/л, сприяє виникненню **флюорозу** (Від латинської назви *Fluorum*).

Найчастіше виникнення цього захворювання пов'язане з використанням для пиття води з підземних горизонтів. У підземних водах фтор зустрічається в концентраціях до 3-5 мг/л і вище, іноді до 27 мг/л і вище.





Флюороз характеризується своєрідним бурим кольором і крапчастістю зубів.

На поверхні емалі з'являються Меловідніє смужки і плями; надалі відбувається фарбування емалі в коричневий колір, флюорозні плями збільшуються, з'являється пігментація емалі темно жовтого або коричневого кольору, настають незворотні зміни в зубах, стосуються не тільки емалі, але іноді і дентину, аж до повного руйнування коронок.

## Ендемічний флюороз скелета



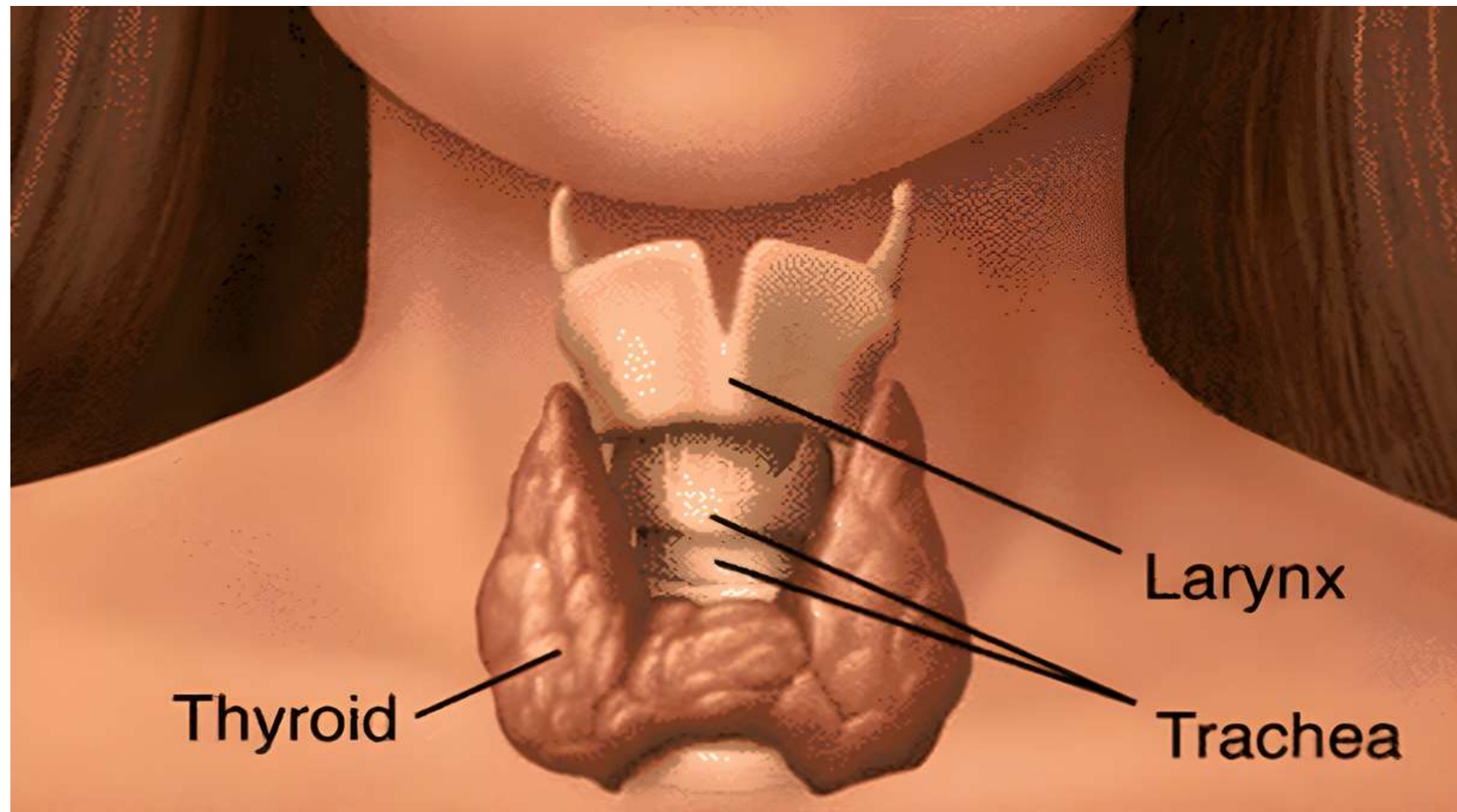
При тривалому (протягом 10-20 років) споживанні води з концентрацією фтору 10 мг/л і вище можуть спостерігатися зміни з боку кістково-суглобового апарату: остеосклероз, дифузний остеопороз, кісткові відкладення на ребрах, деформація скелета.

# Йод

фізіологічне значення йоду визначається участю в синтезі гормону щитовидної залози - тироксину.

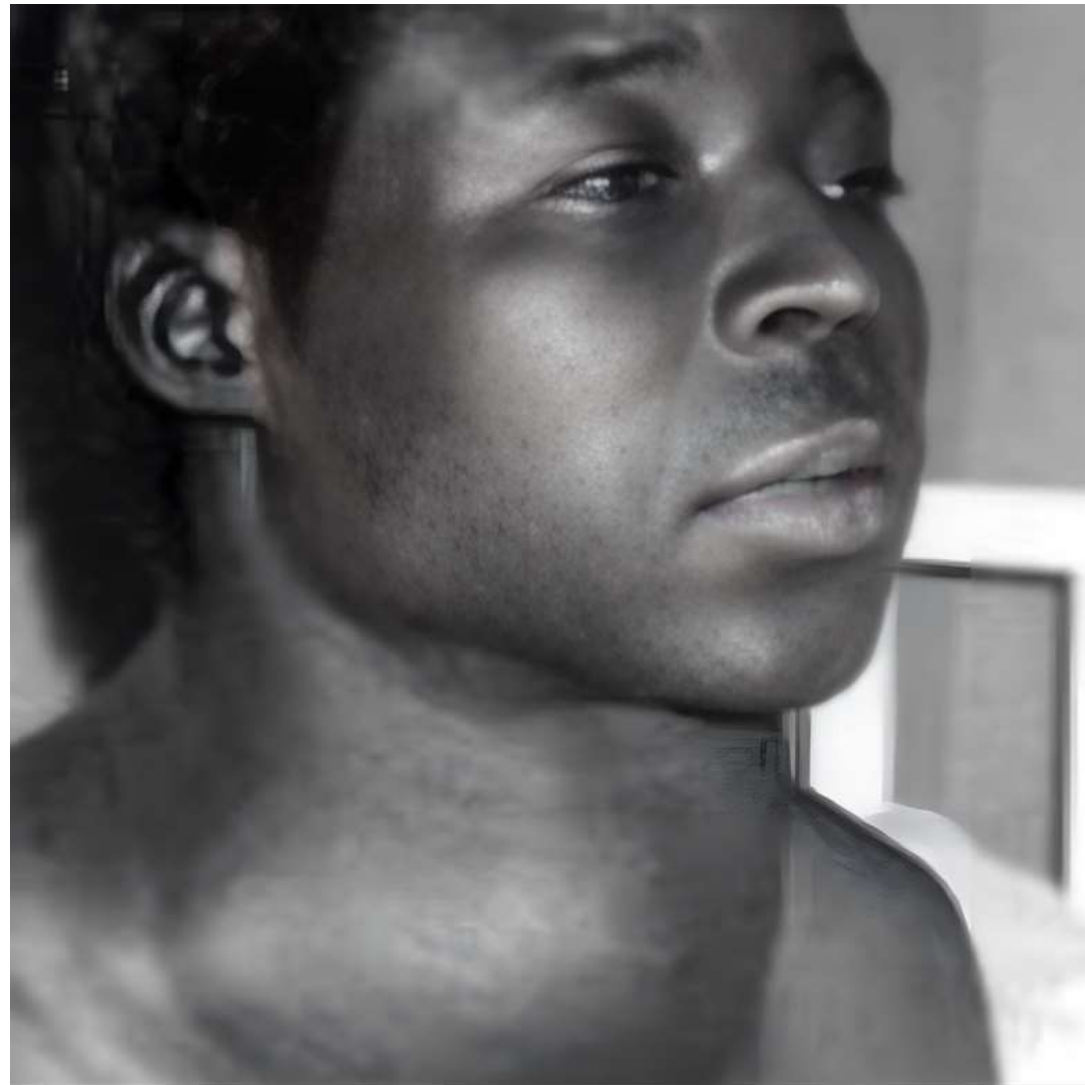


## Йододефіцитні стани



- Ендемічний зоб
- Гіпотеріоз
- Порушення розумового розвитку
- Патологія вагітності і плода
- Порушення статевого розвитку
- Кретинізм
- Затримка фізичного розвитку
- Диспропорційно карликовість
- Підвищення поглинання радіоактивного йоду
- Схильність до хронічних захворювань

**Ендемічний зоб** - це стійке збільшення щитовидної залози, обумовлене гіперплазією тиреоїдної паренхіми.



Зоб (збільшення щитовидної залози 4-го ступеня)



Ендемічний зоб, кретинізм

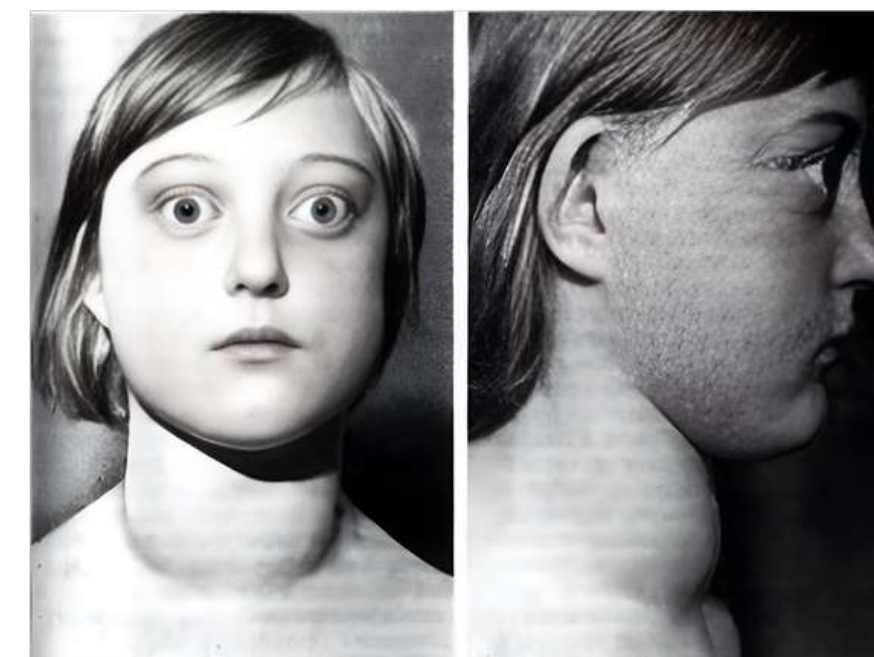
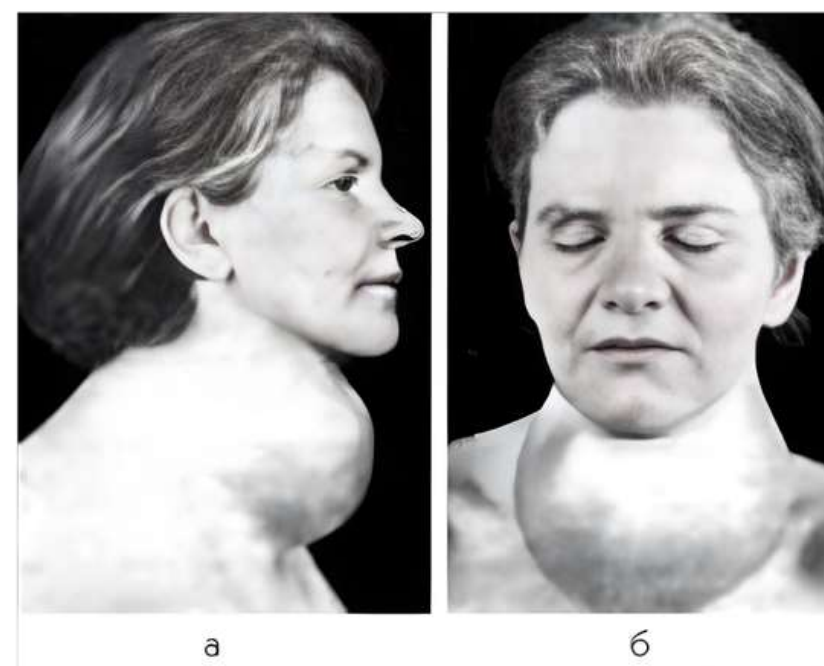
Добова потреба в йоді становить **100-200 мкг** йоду на добу.

У той же час добовий баланс йоду становить **120-125 мкг** (По А. П. Виноградову) і складається з:

- 70 мкг - з рослинної їжі;
- 40 мкг - з тваринної їжі;
- 5 мкг - з води;
- 5 мкг - з повітря.

Низький вміст йоду в питній воді не служить безпосередньою причиною захворювання населення ендемічним зобом.

Однак мала концентрація йоду у водних джерелах даної місцевості може мати сигнальне значення, бо свідчить про несприятливі місцевих природних умовах, здатних викликати зобну ендемію.



## Нітрати і нітрити

**Нітрати** - солі азотної кислоти ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ ,  $\text{Mg} (\text{NO}_3)_2$  )

Вони є нормальними продуктами обміну азотистих речовин будь-якого живого організму - рослинного і тваринного, тому «безнітратних» продуктів в природі не буває.

В організмі людини в добу утворюється і використовується в обмінних процесах 100 мг і більше нітратів. З нітратів, щодня потрапляють в організм дорослої людини, 70% надходить з овочами, 20% - з водою і 6% - з м'ясом і консервованими продуктами.

**Основна небезпека нітратів** - в їх здатності накопичуватися в організмі і окислюватися там до **нітритів** і **нітрозамінів**, які значно більш токсичні і здатні викликати так зване вторинне і третинне нітратне отруєння.

**Нітрити**  $\text{NO}_2^-$  є проміжним продуктом біологічного окислення аміаку до нітратів. Процеси нітрифікації можливі тільки в аеробних умовах, в іншому випадку природні процеси йдуть по шляху денітрифікації - відновлення нітратів до азоту та аміаку.

Зміст нітритів в поверхневих водах істотно нижче, ніж в водах підземного походження.

## норми нітратів

- у питній воді - 50 мг/дм<sup>3</sup>;
- для рибогосподарських водойм - 40 мг/дм<sup>3</sup> з нітратів або 9,1 мг/дм<sup>3</sup> з азоту;
- порівняно легко людина переносить денну дозу нітратів в 15-150 мг на добу;
- 500 мг на добу - це гранично допустима доза;
- 600 мг на добу і більше - токсична для дорослого людини доза;
- для грудних дітей токсичною є доза 10 мг/л,е.

## норми нітритів

- у питній воді - 0,5 мг/дм<sup>3</sup> (для водопровідної води) і 3,3 мг /дм<sup>3</sup> (для підземної води);
- для рибогосподарських водойм - 0,08 мг/дм<sup>3</sup> по нітрит-іона або 0,02 мг/дм<sup>3</sup> в перерахунку на азот.

При певних умовах нітрати можуть окислюватися до нітритів, які обумовлюють серйозне порушення здоров'я не тільки дітей, але і дорослих

## Чим небезпечні нітрати

- Виникненням злоякісних захворювань шлунково-кишкового тракту; створюються умови для переходу нітратів в нітритозоаміни під впливом мікроорганізмів. Нітритозоаміни (канцерогенні речовини) всмоктуються в кров і циркулюють по всьому організму;
- Синтезом канцерогенних N-нітритозо з'єднань;
- Некрозом (загибеллю) різноманітних клітин. Особливо чутливі до дії нітратів клітини головного мозку, міокарда і ендотелію;
- Розвитком виразкового коліту і хвороби Крона;
- Виникненням різного ступеня гіпотензії, яка здатна привести до розвитку гострої ниркової недостатності;
- Порушенням водно-електролітного обміну організму, що призводить до гіпертонічної хвороби, захворювань нирок. Внаслідок цього розвивається серцева недостатність;
- Порушенням згортання крові;
- Виникненням запальних процесів в паренхіматозних органах (головний мозок, печінка, селезінка, підшлункова залоза, надниркові залози, передміхурова залоза та ін.);
- Ураженням печінки;
- Розвитком частих інфекцій верхніх дихальних шляхів, обумовлені розвитком метгемоглобінемії, яка є наслідком хронічної нітратної інтоксикації;
- Поразкою підшлункової та щитовидної залоз, що призводить до розвитку цукрового діабету;
- Розвитком анемії, яка призводить до порушення пам'яті, уваги, інтелекту.

Гостре отруєння буває при одномоментному попаданні в організм великих доз нітратів.

### **Ознаки гострого отруєння нітратами:**

- виражена синюшність шкіри і слизових оболонок (може бути виражена блідість);
- різка загальна слабкість, сонливість або навпаки збудження;
- запаморочення, сильні головні болі, потемніння в очах;
- задишка;
- порушення координації руху;
- зниження артеріального тиску, почастищення частоти серцевих скорочень;
- у важких випадках судоми, втрата свідомості, коматозний стан.

## Нітратно-нітритна метгемоглобінемія

До 1950-х рр. нітрати питних вод розглядалися як санітарний показник, що характеризує кінцевий продукт мінералізації органічних забруднень.

В даний час нітрати питних вод розглядаються і як *токсикологічний фактор*.

За період з 1945 по 1950 р Асоціацією охорони здоров'я США було зареєстровано 278 випадків метгемоглобінемії серед дітей з 39 смертельними наслідками, причиною яких було вживання води з великим вмістом нітратів.

### **Механізм розвитку хвороби:**

Здорова людина



0,5-1,5% метгемоглобіну



пов'язує токсичні речовини типу сульфідів, а також утворюються в процесі метаболізму ціаністі сполуки



постійно відновлюється в гемоглобін ферментом метгемоглобінредуктази

**метгемоглобінемією** називається такий стан організму, коли зміст метгемоглобіну в крові перевищує норму - 1,5%. У народі цю хворобу називають синюха.

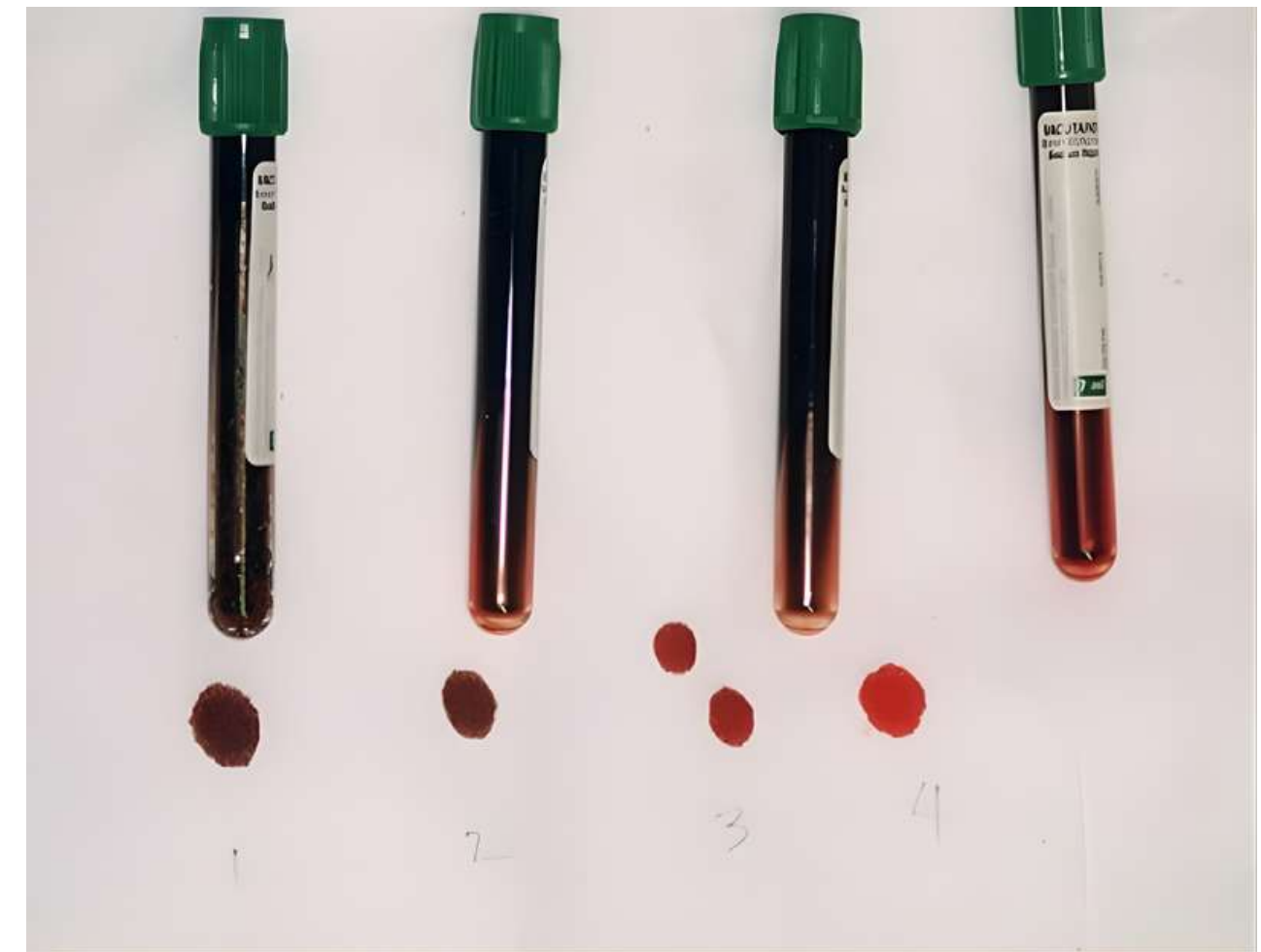


Метгемоглобін (або геміглобін) утворюється з гемоглобіну в Внаслідок істинного окислення.  
Сам гемоглобін складається з двох частин: *гема* (являє собою ферропорфірини, т. е. порфірини, з'єднані з залізом) і *глобіну*.

Гемоглобін в крові розпадається на гем ( $\text{Fe}^{2+}$ ) і глобін.  
Залізо гема ( $\text{Fe}^{2+}$ ) окислюється до  $\text{Fe}^{3+}$ ,  
Перетворюючись в гематин, що дає стійке з'єднання з  $\text{O}_2$ .

Метгемоглобін - це поєднання гематина (Геміглобін) (т. Е. Окисленого гема, що містить  $\text{Fe}^{3+}$ ) і глобіну, яка не здатний вступати в оборотну зв'язок з  $\text{O}_2$ , переносити і віддавати його тканинам.

Гемоглобін має червоне забарвлення, метгемоглобін - темно-коричневе забарвлення



**Найбільш чутливі до дії нітратів у питній воді діти до року при умови штучного вигодовування (суміші готують на воді, багатій на нітрати)**

## Увага!

Позначки на виробих E250-E255 свідчать про наявність в них нітратів!

Важливо пам'ятати, кип'ятіння забрудненої нітратами води не зменшує, а збільшує її токсичність. Забруднена нітратами вода завжди прозора, без запаху і видимих домішок, звичайна на смак.

## Розподіл нітратів в продуктах

Найбільша кількість нітратів знаходиться в тканинах, розташованих більш близько до кореня. Наприклад, в листі петрушки, селери, кропу нітратів на 30-40% менше, ніж в держаках і на 60-70% менше, ніж в качані.

- Огірки, дині, баклажани, кабачки, кавуни мають пошарове розподіл нітратів, яке збільшується від центру плоду до периферії і досягає максимуму біля шкіри і самої шкірці;
- У листі капусти на 60-70% нітратів менше, ніж в качані;
- Морква характеризується більш високими рівнями нітратів в серцевині і в стебловому частини;
- Найбільш високі концентрації в столовому буряку виявлені у верхній частині коренеплоду - 65% від усього кількості нітратів в овочі;
- Незрілі овочі містять в 2-3 рази більше нітратів, ніж стиглі.





**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**

