

Мікронутрієнти: МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ.

1. Класифікація і фізіологічне значення мінеральних речовин в організмі.
2. Роль окремих мінеральних елементів в організмі людини.
3. Вміст мінеральних речовин у харчових продуктах. Вплив технологічної обробки на мінеральний склад продуктів.

1. Класифікація і фізіологічне значення мінеральних речовин в організмі.

В організмі людини за допомогою сучасних аналітичних методів дослідження виявлено 70 хімічних елементів, з яких 47 присутні постійно і відіграють важливу роль у забезпеченні процесів життєдіяльності. Ці елементи називаються біогенними.

Ці елементи залежно від їхнього біологічного значення умовно поділені на три групи:

- а) незамінні елементи, що входять до складу ферментів, гормонів, вітамінів - O, K, H, Ca, P, C, S, Cl, Na, Mg, Zn, Fe, Cu, I, Mn, V, Mo, Co, Se;
- б) постійно присутні в організмах елементи, значення яких вивчено ще недостатньо - Sr, Cd, F, Br, B, Si, Cr, Be, Li, Ni, Cs, Sn, Al, Ba, Rb, Ti, Ag, Ga, Ge, As, Hg, Pb, Bi, Sb, U, Th, Ra;
- в) елементи, дані про кількісний вміст у тканинах, органах та фізіологічній ролі, яких відсутні - Tl, Nb, La, Pr, Sm, Tb, W, Re, Au.

Маса живих організмів на 90% складається з шести хімічних елементів: вуглецю, азоту, кисню, водню, сірки, фосфору. Враховуючи роль цих хімічних елементів у будові живого організму, їх назвали органогенними.

Решта хімічних елементів складають лише 1% маси живих організмів. За кількісним вмістом усі хімічні елементи, які входять до складу живих організмів, поділяють на макро-, мікро- та ультрамікроелементи.

Вміст макроелементів в організмі знаходиться в межах 0,01% ($10^{-2}\%$). До них належать такі хімічні елементи, як O, C, H, Ca, K, Na, S, P, Mg, Cl.

Вміст мікроелементів у живих організмах становить від 10^{-3} до $10^{-5}\%$. До мікроелементів відносять Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co та ін. Елементи, вміст яких в організмі менше ніж $10^{-12}\%$, називаються ультрамікроелементами — Hg, Au, Ag та ін.

Існують і інші класифікації хімічних елементів. Деякі дослідники пропонують поділяти всі хімічні елементи, які входять до складу живих організмів, на три групи:

- 1) незамінні для живих організмів (Fe, I, Cu, Zn, Mo, Mn, Co, Se, Sn);
- 2) частково необхідні (Ni, F, Br, V та ін);
- 3) елементи, біологічну роль яких не з'ясовано.

В.В.Ковальський запропонував класифікацію хімічних елементів залежно від значення їх для організму. Згідно з цією, класифікацією всі хімічні елементи поділяють на три групи

- 1) незамінні елементи, які постійно містяться в організмі і відіграють важливу роль в обмінних процесах (O, C, H, N, Ca, P, I, Cl, Na, K, Mg, Zn, Fe, Cu, I, Mn, Mo, Co, Se);
- 2) елементи, що містяться в організмі, проте біологічна роль їх вивчена недостатньо (Sr, Cd, Br, F, B, Si, Cr, Be, Ni, Li, Cs, Sn, Al, Ba, Rb, Ti, Ag, La, Ge, As, Hg, Pb, Bi, Sb, Th, Ra);
- 3) виявлені в живих організмах, однак біологічна роль їх не з'ясована (Sc, Nb, Te, La, Au, Nd, Sm).

А.І.Венчиков запропонував класифікацію хімічних елементів залежно від їхнього фізіологічного впливу на організм. За цією класифікацією всі хімічні елементи, що беруть участь в обмінних процесах організму, незалежно від їх кількісного вмісту, назвали біогенними. Біогенні елементи, залежно від функцій, поділяють, на органогенні (входять

до складу організмів і виконують пластичну роль), метаболічні (забезпечують умови для перебігу метаболічних процесів — Ca, K, Mg, Cl, P) і каталітичні (забезпечують перебіг ферментативних процесів — Cu, Mn, Zn, Co, Ni, Cr, Sn). Недоліком даної класифікації є недостатньо з'ясована біологічна роль певних елементів (крім того, фізіологічна роль окремих хімічних елементів буває проміжна), внаслідок чого ускладнюється віднесення їх до тієї чи іншої групи.

Мінеральні речовини не є основним компонентом харчування, але їх значення в організмі дуже важливе й різноманітне. Вони є структурною та функціональною основою існування живих систем, забезпечують нормальний перебіг численних метаболічних процесів, підтримання показників гомеостазу організму — осмотичного тиску, кислотно-лужної рівноваги, стимулюють нормальне функціонування серцево-судинної, нервової і м'язової систем, кровотворення та енергетичні процеси.

З'ясування механізму впливу іонів металів на обмінні процеси в організмі дає підстави стверджувати, що він значною мірою зумовлений взаємозв'язком їх з ферментними системами організму.

Тому такі елементи, які у складі мінеральних солей, комплексних сполук, органічних речовин входять до складу живої матерії (кісток, зубів, гемоглобіну, гормонів, ферментів), є незамінними нутрієнтами, тобто обов'язковими в харчовому раціоні.

Добова потреба організму в хімічних елементах (у мг)

Елемент	Дорослі	Діти	Елемент	Дорослі	Діти
K	2000-5500	530	Cr	0,05-0,2	0,04
Na	1100-3300	260	Co	~0,2	0,001
Ca	800-1200	420	Cl	3200	470
Mg	300-400	60	PO ₄ ⁻	800-1200	210
Zn	15	5	SO ₄ ⁻	10	-
Fe	10-15	7	J	0,15	0,07
Mn	2-5	1,3	Se	0,05-0,07	-
Cu	1,5-3	1	F	1,5-4,0	0,6
Mo	0,075-0,25	0,06			

Надлишок або нестача мінеральних речовин є причиною порушення обміну білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, що сприяє розвитку різних захворювань. Наприклад нестача кальцію уповільнює ріст скелету; магнію – м'язові судоми; заліза – анемію, порушення імунної системи; цинку – ушкодження шкіри, уповільнення росту і статевої зрілості; міді – слабкість артерій, порушення діяльності печінки; марганцю – безпліддя; молібдену – уповільнення клітинного росту, схильність до карієсу; нікелю – депресії, дерматити; хрому – симптоми діабету; фтору – карієс; йоду – порушення діяльності щитоподібної залози, уповільнення метаболізму; селену – слабкість серцевого м'яза.

До найбільш дефіцитних мінеральних речовин у харчуванні людини на даний час відносять кальцій і залізо, серед тих які у надлишку – натрій, фосфор. Найчастішими захворюваннями в Україні, спричиненими нестачею мінеральних речовин, є захворювання щитоподібної залози, із-за дефіциту йоду, зубної емалі - дефіциту фтору у воді, карієс, розрідження кісткової тканини - незбалансованості кальцію і фосфору.

Причинами порушення обміну мінеральних сполук в організмі навіть при достатній їх кількості можуть бути:

- незбалансоване харчування;
- застосування методів кулінарної обробки харчових продуктів, при яких втрачаються мінеральні речовини, наприклад розморожування м'яса, риби у гарячій воді, не вживання відвару овочів і фруктів, куди переходять розчинні солі;

- відсутність корекції раціону при особливих фізіологічних потребах організму, зміні зовнішніх факторів;
- порушення засвоєння мінеральних речовин в організмі.
-

2. Роль окремих мінеральних елементів в організмі людини.

РОЛЬ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ

Натрій — екстрацелюлярний елемент, який міститься в міжклітинному просторі у вигляді іонів. Іони натрію разом з іонами хлору забезпечують підтримання сталості осмотичного тиску та об'єму фізіологічних рідин організму, сприяють затримці води в ньому. Так, 1г натрію може зв'язувати 25 г води. Натрій бере участь також у транспорті амінокислот, цукрів та інших сполук, у передачі нервових імпульсів, формуванні короткочасної пам'яті, впливає на збудливість м'язових волокон та серцево-судинної системи. Іони натрію разом з іншими іонами забезпечують кислотно-лужну рівновагу крові та інших рідин організму. Вміст натрію в організмі становить 0,15%.

Нестача його викликає порушення багатьох процесів і може супроводжуватись втратою апетиту, апатією, тахікардією.

Надлишок натрію також негативно впливає на стан організму, зокрема на серцево-судинну систему, функцію нирок, може підвищуватись тиск, з'являються набряки, судоми тощо.

Добова потреба — 10-15 г у вигляді хлориду натрію.

Калій — інтрацелюлярний елемент, що міститься в усіх тканинах організму та травних соках. Вміст калію в організмі становить 0,35%. Він відіграє важливу роль у передачі нервових імпульсів у м'язових і нервових клітинах, забезпеченні осмотичних явищ, стимулює діяльність серцевих м'язів.

При нестачі калію порушується синтез глікогену, з'являються серцева аритмія, набряки, посилюється розщеплення білків.

Надлишок калію супроводжується порушеннями розумової діяльності, фізичного розвитку, функціонування систем організму.

Добова потреба — 2-4 г. Основна частина К потрапляє в організм з рослинними продуктами: картоплею, бобовими та іншими плодами і овочами (100 – 600 мг/ 100г продукту). Міститься в картоплі, абрикосах, квасолі, чорносливі та багатьох інших овочах і фруктах. Багаті на К сухофрукти, шпинат, морська капуста, а також молоко.

При надлишку калію спостерігається посилене виділення натрію з організму.

Кальцій. Вміст в організмі 1,5%. Майже 97% його міститься в кістках у вигляді нерозчинних солей фосфатної кислоти. Решта знаходиться в іонному вигляді, а також у комплексі з білками альбумінової фракції в усіх тканинах і рідинах організму. Невелика кількість міститься в крові у вигляді CaCl_2 .

Отже, кальцій:

- ◆ Пластичний матеріал для кісток (~ 99 % Ca міститься у кістках, 1 % - у крові і тканинах);
- ◆ фактор зсідання крові;
- ◆ підтримує збудливість нервової тканини та скорочення м'язів;
- ◆ нормалізує діяльність серця і м'язів;
- ◆ входить до складу ядра і мембран клітин, клітинних і тканинних рідин;
- ◆ підтримує функції клітинних мембран;
- ◆ активізує низку ферментів і гормонів;
- ◆ зменшує процеси гниття і бродіння у шлунково-кишковому тракті;
- ◆ підвищує опірність організму до негативного впливу.

Надлишок кальцію призводить до:

- ◆ кальцинозу судин і тканин;
- ◆ утворення каміння у нирках;
- ◆ передчасного зрощення джерельця у немовлят.

Порушення всмоктування Ca може спостерігатись при наявності у продуктах харчування надлишку жирів, фосфатів, фітинової та щавлевої кислот. Добова потреба — 0,8- 1 г.

Найкращим джерелом Ca є молокопродукти, а також зелена цибуля, петрушка, квасоля. У сирах міститься до 1000 мг Ca на 100г продукту.

Магній (Mg) — міститься у плазмі крові, органах і тканинах, а також у вигляді фосфатів входить до складу кісткової тканини, де знаходиться основна його маса. Вміст магнію в організмі становить 0,15%, добова потреба — 0,3-1,2 г. Біологічна роль магнію різноманітна. Іони забезпечують формування просторової конформації таких важливих біополімерів, як білки і нуклеїнові кислоти та підтримання структури клітинних органел (мітохондрій, рибосом), що необхідно для виконання ними біологічних функцій.

Іони Mg^{2+} необхідні для функціонування багатьох ферментних систем. Важлива роль магнію також у забезпеченні процесів трансляції, транскрипції та реплікації. Іони Mg^{2+} виявляють синергічну дію з іонами Mn^{2+} та антагоністичну — з іонами Ca^{2+} .

Отже, магній - антиспастик, судинорозширювач

- ◆ Учасник усіх ферментативних процесів;
- ◆ забезпечує передачу нервових імпульсів;
- ◆ знижує збудливість нервової і м'язової систем;
- ◆ розширює судини і знижує артеріальний тиск;
- ◆ стимулює моторику кишечника і жовчовиділення;
- ◆ учасник білкового, вуглеводного і фосфорного обмінів;
- ◆ знижує кількість холестерину у крові.

При нестачі магнію розвивається комплекс симптомів — апатія, слабкість, сонливість, спостерігається кальцифікація артеріальних судин, серцевого м'яза, нирок.

Дефіцит магнію призводить до:

- ◆ підвищення серцево-судинної захворюваності (при постійному використанні м'якої води);
- ◆ хронічної ниркової недостатності;
- ◆ квашіоркору у немовлят;
- ◆ хронічного алкоголізму.

На Mg багаті в основному рослинні продукти, а саме різні крупи (40-200 мг/100г продукту), висівки, бобові, чорнослив, курага.

Хлор (Cl). Іони хлору разом з іонами Na^+ виконують важливу функцію — підтримують деякі показники гомеостазу в організмі. Майже 70% осмотичного тиску плазми забезпечується хлоридами. Важлива роль іонів хлору також у підтриманні кислотно-лужної рівноваги, рН шлункового соку. Іони хлору містяться в усіх біологічних рідинах організму. Вміст в організмі хлору становить 0,15%. Добова потреба забезпечується за рахунок вживання хлориду натрію — кухонної солі.

Отже, хлор:

- ◆ Утворює HCl у шлунку;
- ◆ нормалізує водний обмін в організмі;
- ◆ підтримує осмотичний тиск у клітинах і тканинах;
- ◆ активує пепсиноген і сприяє перетравленню білків і всмоктуванню Fe;
- ◆ знижує потовиділення;

◆ забезпечує солоний смак їжі.

Надлишок кухонної солі

- ◆ підвищує артеріальний тиск (збільшується кількість тканинної рідини і плазми крові)
- ◆ підвищується осмотичний тиск, збільшується кількість вологи у тканинах;
- ◆ уражаються нирки, серце і судини;
- ◆ порушується баланс між Na і K у бік першого.

Сірка (S) - сульфур. В організмі знаходиться у складі органічних та неорганічних сполук. Значна кількість сульфур міститься в білках покривних тканин, входить до складу ферментів, гормонів, пептидів, а також багатьох інших сполук, які забезпечують численні реакції проміжного обміну в організмі. У вигляді сульфатів сульфур бере участь у знешкодженні різних токсичних продуктів обміну. Вміст його в організмі — 0,35 %.

Отже, сірка:

- ◆ Складова
 - - амінокислот (метіоніну, цистину)
 - - вітамінів (B_1 , H)
 - - гормонів (інсулін)
 - - жовчі
 - - нервової тканини, шкіри, кісток, волосся;
- ◆ має антитоксичну дію.

Вміст S переважає у білковій продукції тваринного походження: яловичині, свинині, рибі (морський окунь, тріска, ставрида), яйцях, сирі.

Фосфор (P). Основна маса фосфору в організмі міститься в складі органічних і неорганічних сполук. Кальцієві солі фосфору входять до складу кісткової тканини, виконуючи структурну функцію. У кістковій тканині міститься понад 75% фосфору. Значна кількість фосфору міститься в складі біополімерів клітин — білків, нуклеїнових кислот, ліпідів.

Фосфоліпіди та фосфопротеїди відіграють важливу роль в утворенні мембранних структур клітини і клітинних органел. Фосфор входить до складу багатьох макроергічних сполук, які беруть участь в енергетичному обміні організму. Так, фосфор міститься в складі АТФ — основної енергетичної сполуки організму, а також креатинфосфату, який забезпечує біоенергетику скелетних м'язів та міокарду.

Неорганічні сполуки фосфору містяться в еритроцитах і плазмі крові у складі фосфатних буферних систем. Для організму важливе значення має підтримання еквівалентного співвідношення між фосфором і кальцієм (1:1,5). При порушенні цього співвідношення виникають розлади в діяльності організму. Підвищена потреба в даному макроелементі спостерігається при значних фізичних та розумових навантаженнях, туберкульозі.

Отже, фосфор:

- ◆ Учасник усіх процесів життєдіяльності організму;
- ◆ особливо важлива роль у діяльності головного мозку, скелетних і серцевих м'язів, потових залоз;
- ◆ забезпечує генетичну функцію (РНК, ДНК);
- ◆ бере участь в обміні білків і жирів;
- ◆ має антихолестеринну дію;
- ◆ утворює кістковий скелет у сполуках з Ca і Mg .

Велика кількість P міститься у продуктах тваринного походження, особливо в печінці, ікрі риб (до 500 мг/ 100г продукту), молокопродуктах, а також крупах, бобових (300-350 мг/100г). З рослинних продуктів P засвоюється гірше, ніж із тваринних.

РОЛЬ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Залежно від концентрації мікроелементи проявляють фізіологічну або фармакологічну дію:

- ◆ при надходженні мікроелементів у мікрокількостях, які характерні для організму, мікроелементи включаються у біохімічні структури і утворюють високоактивні речовини, які стимулюють життєво важливі процеси організму (фізіологічна дія);
- ◆ при надходженні мікроелементів у макрокількостях (дозованих фармакологічно) відбувається збудження захисної функції бар'єрів організму, а при надмірно підвищених концентраціях проявляється токсична дія (фармакологічна дія).

Між мікроелементами і вітамінами існує тісний взаємозв'язок. Процеси кровотворення регулюють вітамін В₁₂ та біомікроелементи Fe, Cu, Co, Ni; кісткоутворення - вітамін D та Ca, Cr, Mn; вуглеводний обмін - вітамін В₁ та Mn.

Залізо. Біологічна роль заліза в організмі зводиться переважно до участі його в таких важливих процесах, як кровотворення та тканинне дихання. Іони Fe²⁺ входять до складу залізопорфіринових комплексів, які є складовою частиною гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів, цитохромоксидази та інших ферментів, що забезпечують транспорт електронів по системі дихального ланцюга, входять до складу каталази, пероксидази та інших ферментів.

В організмі людини залізо становить 2-5 г, з яких близько 70% міститься в гемоглобіні, 4-5% — в міоглобіні. Це так зване гемінове залізо. Крім того, в організмі міститься негемінове залізо у вигляді залізобілкового комплексу — ферритину. Ферритин є запасною формою заліза, яка міститься в печінці, селезінці, кістковому мозку. Незначна кількість заліза (0,1%) міститься у плазмі крові. Основним джерелом заліза для організму є продукти харчування тваринного походження. Добова потреба в залізі в середньому становить 15 мг.

Залізо переважно знаходиться у крові - 55 %, 24 % - у скелетних м'язах, 21 % - печінці.

Отже, залізо:

- ◆ Залізо входить до складу гемоглобіну і метгемоглобіну і виконує кровотворну функцію;
- ◆ прискорює регенерацію крові та підвищує в ній вміст гемоглобіну та еритроцитів;
- ◆ запобігає ендемічним гіпохромним анеміям;
- ◆ підвищує загальну опірність організму;
- ◆ має антирадіаційну дію;
- ◆ зберігає аскорбінову кислоту від руйнування і виведення.
- ◆ входить до складу ферментів (цитохрому, пероксидази, цитохромооксидази) і виконує каталітичну функцію:
- ◆ бере участь у живленні та диханні тканин;
- ◆ підтримує ріст окремих органів і організму в цілому;
- ◆ підвищує опірність організму фізичним навантаженням;
- ◆ бере участь у детоксикації "кров'яних" отрут (бензол, анілін, под.). Внаслідок дефіциту заліза у раціоні розвивається анемія.

При самолікуванні анемії або неконтрольованому штучному введенні легкозасвоюваного заліза (у фармзасобах, при переливанні крові) є ризик гіпермікроелементозу заліза: шкіра набуває землистого кольору; темнішає емаль зубів.

Причини дефіциту заліза у раціоні:

- ◆ Раціон з недостатнім вмістом Fe;
- ◆ мала абсорбція Fe при
 - - постгастректомії;

- - хворобах тонкого кишечника;
- ◆ збільшення втрат заліза при:
 - - надлишкових менструальних втратах;
 - - хронічній втраті крові (носові кровотечі, виразкова хвороба);
 - - збільшенні кількості гемоглобіну у сечі;
 - - операціях та травмах;
 - - паразитарній інфекції (малярія);
 - о збільшення потреби у Fe (вагітність, лактація, ріст і розвиток дитини). Постійний дефіцит заліза у раціоні може спричинити
 - цироз або жирове переродження печінки;
 - зниження опірності організму;
 - скорочення тривалості життя.
- Найкращим джерелом Fe є м'ясо і особливо субпродукти (до 200мг/100г), сир. Також Fe широко розповсюджено у яйцях, яблуках і персиках, гречаній крупі і пшоні, бобових (50-60мг/кг).

Манган (Mn). Цей мікроелемент міститься в усіх органах, тканинах і рідинах організму і відіграє важливу роль у забезпеченні численних реакцій проміжного та внутрішньоклітинного обміну. Вміст мангану в організмі становить $10^{-5}\%$. Найбільший вміст даного мікроелемента в мозку, м'язах, печінці, а також у продуктах рослинного походження.

Біологічний вплив мангану на обмінні процеси в організмі опосередкований взаємозв'язком його з деякими біологічно-активними сполуками: ферментами, вітамінами, гормонами. Манган позитивно впливає на процеси розвитку, росту, клітинного поділу, стимулює еритропоез, імунологічні процеси. Іони Mn^{2+} є активаторами ферментів, що забезпечують численні анаболічні та катаболічні процеси, у зв'язку з чим даний мікроелемент бере участь в обміні білків, вуглеводів, ліпідів. Манган посилює розщеплення білків, виявляє ліпотропний ефект і запобігає ожирінню.

Важлива роль мангану у вуглеводному обміні. Більшість ферментативних реакцій при анаеробному й аеробному розщепленні вуглеводів активується іонами Mn^{2+} . Манган є активатором ферментів, він посилює дію інсуліну, впливає на обмін вуглевод-білкових комплексів. Іони Mn^{2+} виявляють синергічну дію з іонами Mg^{2+} і можуть замінювати один одного на певних етапах метаболізму.

Манган фізіологічно пов'язаний з вітамінами B₁, B₂, B₁₂, C, E. Так він позитивно впливає на синтез вітаміну C in vitro, сприяє підвищенню біологічної активності вітамінів B₂ і B₁₂, посилює засвоєння йоду організмом та синтез гормонів щитовидної залози. При нестачі даного мікроелемента розвивається анемія, послаблюється еритропоез, імунні реакції, виникають рахітоподібні зміни скелета, порушується діяльність ендокринних функцій центральної нервової системи. Добова потреба в мангані — 5-7 мг.

Отже, марганець- антиокислювач:

- ◆ Бере участь в осифікації та у формуванні стану кісток;
- ◆ підсилює білковий обмін;
- ◆ активує аеробне окислення вуглеводів;
- ◆ знижує кількість недоокислених продуктів у тканинах;
- ◆ стимулює утворення крові;
- ◆ підсилює накопичення аскорбінової кислоти у тканинах;
- ◆ запобігає накопиченню жиру у печінці;
- ◆ нормалізує репродуктивну функцію, діючи на ендокринні органи;
- ◆ пов'язаний з обміном вітамінів: B₁, C, D.

Більше всього Mn міститься у чаї, каві, клюкві, горіхах, бобових, зернових (2-100мг/кг), зелені. Менше його в каштанах, какао, овочах і фруктах.

Мідь (Cu). Для життєдіяльності організму це також досить важливий біоелемент. Масова частка міді в організмі становить $10^{-4}\%$. Основна кількість мікроелемента зосереджена в печінці. В білках плазми мідь утворює комплекси з альбумінами та глобулінами.

Подібно до інших металів, іони міді здатні утворювати комплекси з молекулами різних органічних сполук, що зумовлює участь їх у різноманітних процесах обміну.

Існує тісний взаємозв'язок міді з ферментними системами, вітамінами і гормонами. Мідь посилює активність інсуліну, гормонів гіпофіза, статевих залоз, позитивно впливає на процеси росту, розвитку, еритропоезу, виявляє гіпоглікемічну дію. Мідь є металокомпонентом багатьох ферментів, стимулює білковий, вуглеводний і мінеральний обміни, сприяє синтезу колагену, еластину, гемоглобіну. Добова потреба міді — 2-3 мг.

Отже, мідь:

Мідь виконує **кровотворну функцію:**

- - бере участь у синтезі гемоглобіну;
- - учасник процесу перетворення заліза на органічно зв'язану форму;
- - сприяє перенесенню заліза у кістковий мозок і утворенню еритроцитів;
- - бере участь у знешкодженні токсичних речовин;
- - підвищує стійкість організму до вірусів і бактерій.

Мідь входить до складу ферментів (цирулоплазміну, тирозинази, аскорбіноксидази, лактази) і виконує **каталітичну та гормональну функції:**

- - бере участь у диханні тканин;
- - в іонній формі каталізує окислення жирних кислот;
- - бере участь в обміні гормонів щитоподібної залози;
- - запобігає адреналіновій гіперглікемії, яка пов'язана з дефіцитом інсуліну.

Дефіцит міді спричинює зміни складу крові, уражується скелет та серце.

Надлишок міді є токсичним, гальмує умовно-рефлекторну діяльність.

Джерелом Cu є такі харчові продукти як печінка (20мг/кг), яловичина, яєчний жовток, зелені овочі, морепродукти, горіхи, бобові і зернові.

Кобальт (Co). Цей мікроелемент характеризується різноманітною дією на ланки обміну речовин в організмі. Масова частка кобальту в організмі $10^{-5}\%$. Біологічна дія його опосередкована впливом на ферментні процеси, вітаміни і гормони. Кобальт позитивно впливає на гемопоез та синтез гемоглобіну, процеси обміну білків, вуглеводів, ліпідів, мінеральний обмін та обмін вітамінів. Кобальтопорфіриновий комплекс є складовою частиною ціанкобаламіну — вітаміну B₁₂, який відіграє важливу роль у процесах кровотворення. Мікродози кобальту поліпшують показники білкового та вуглеводного обмінів, сприяють синтезу білків, глікогену, виявляють ліпотропну дію.

Іони Co²⁺ здатні до комплексоутворення і є компонентами багатьох ферментних систем, або є активаторами ферментів. При нестачі кобальту виникає злаякісна анемія, порушуються процеси обміну. Добова потреба в кобальті — 40-70 мкг.

Отже, кобальт:

- Структурний елемент вітаміну B₁₂ і фізіологічну роль проявляє тільки у цій формі;
- стимулює утворення гемоглобіну й еритроцитів;
- пригнічує тканинне дихання, особливо в пухлинній тканині;
- бере участь в утворенні інсуліну;
- активує кісткову та кишкову фосфатазу.
- Co багато у морській капусті, горосі, полуницях, порічках. Ні міститься у харчових продуктах у незначній кількості (менше 1 мг/кг). У винах і пиві вміст Ni відповідно 100 і 50 мкг/л.

Йод (J)— життєво необхідний мікроелемент. Вміст в організмі $10^{-4}\%$, або 25 мг. Основна кількість йоду концентрується в щитовидній залозі (15 мг), а решта — в різних органах — печінці, нирках, крові, мозку. Вміст йоду в крові є своєрідною константою і становить 10^{-6} — $10^{-5}\%$.

Основна біологічна функція йоду — синтез гормонів щитовидної залози. При нестачі йоду розвивається захворювання ендемічний зоб, порушуються процес росту, розвитку, формування кісткової тканини. Йод впливає на водно-сольовий обмін, окисно-відновні процеси, фагоцитарну активність лейкоцитів, позитивно впливає на фізичний та психічний розвиток.

Отже, йод - структурний елемент гормонів щитоподібної залози і забезпечує її нормальну функцію.

Фізіологічна роль йоду опосередковується через біологічну роль тиреоїдних гормонів:

- забезпечує нормальний психічний розвиток та емоційний статус людини;
- сприяє фізичному розвитку людини;
- бере участь у синтезі білків;
- забезпечує водно-сольовий обмін;
- підвищує споживання кисню тканинами;
- бере участь у поділі та диференціюванні всіх клітин організму;
- забезпечує зв'язок гіпофізу і статевих залоз;
- підтримує нормальну діяльність серцево-судинної системи, печінки;
- забезпечує імунно-біологічну реактивність організму.

Надлишок органічної форми йоду у складі харчових продуктів і патології при цьому не буває. Надлишок тиреоїдних гормонів нейтралізується печінкою.

Стан "йодизму" (неприйняття йоду) розвивається при штучному передозуванні неорганічної (йонної або елементарної) форм йоду переважно неаліментарним шляхом.

Багаті на I морепродукти: у печінці тріски його міститься близько 800 мкг/100г продукту, у морській рибі близько 50 мкг/100г, у морській капусті – від 50 до 70000 мкг/100г продукту. В Україні, особливо західних регіонах знижений вміст J у ґрунті обумовлює нестачу цього мікроелемента у воді і продуктах харчування. Для попередження захворювання щитоподібної залози до кухонної солі додають незначну кількість KJ (25мг/кг). Необхідно враховувати, що J леткий і його кількість знижується при зберіганні і кулінарній обробці продуктів.

ЦИНК (Zn):

Каталітична та гормональна функції:

- ◆ входить до складу
 - - інсуліну;
 - - алкогольдегідрогенази печінки;
 - - ферментів, які забезпечують процеси дихання;
- ◆ бере участь у побудові карбогідрати і сприяє виведенню оксиду вуглецю з організму;
- ◆ бере участь у синтезі триптофану;
- ◆ забезпечує нормальні темпи статевого розвитку, особливо юнаків, та сприяє репродуктивній функції.

Кровотворна функція:

- ◆ входить до складу карбогідрати, яка міститься в еритроцитах.

Ліпотропна функція:

- ◆ запобігає жировому переродженню печінки ;
- о запобігає алкоголізму та його наслідкам (частково).

Інші фізіологічні дії:

- о прискорює всмоктування амінокислот;
- о сприяє швидкому загоєнню ран;
- о знижує рН шлункового соку.

При **дефіциті цинку** розвивається гіпоцинкоз та **хвороба Праседа**. При гіпоцинкозі проявляється: нічна сліпота; зниження апетиту; погане і тривале загоєння ран; осередкове облісіння; погіршення навчання та затримка психічного розвитку дітей; затримка росту і статевого дозрівання; запалення шкіри кінцівок та слизових оболонок порожнини рота, статевих органів.

Хвороба Праседа – ендемія: затримка росту і статевого дозрівання; відсутність вторинних статевих ознак; низька маса тіла; сухість шкіри; зниження апетиту, неправильні відчуття сприйняття смаку та запаху; збільшення маси печінки та селезінки.

Більше всього Zn міститься у м'ясопродуктах (20-60 мг/кг) і молокопродуктах (3-5 мг/кг), а також бобових (5-50мг/кг), крупах, горіхах, часнику, грибах, буряку (до 10мг/кг), картоплі, цибулі.

СЕЛЕН (Se) - внутрішньоклітинний антиокислювач

- ◆ є структурним елементом внутрішньоклітинного антиоксидантного фактора;
- ◆ захищає внутрішні мембрани клітин від пероксидного окислення ліпідів;
- ◆ запобігає розвитку некрозу печінки;
- ◆ в оптимальних кількостях запобігає пухлинам статевих органів та клітин;
- ◆ запобігає руйнуванню клітин серцевого м'язу.

Дефіцит селену викликає ризик серцево-судинних, онкологічних та інфекційних захворювань.

БОР (B) — знаходиться в організмі в кількості $10^{-5}\%$, зосереджується в легенях, селезінці, ендокринних залозах, нирках, мозку, кістках.

Біологічна роль бору вивчена недостатньо. Відома певна роль бору в вуглеводному і білковому обміні, а також в обміні деяких біологічно-активних сполук (вітамінів, гормонів, ферментів). За рахунок нього робота ендокринних залоз стає більш стабільною, формування скелета - більш правильним. Крім того, підвищується концентрація статевих гормонів, що має особливе значення для жінок в період клімаксу.

При нестачі цього елемента відзначаються гормональні збої. У жінок це загрожує розвитком таких патологій, як остеопороз, міома, рак, ерозії. Високий ризик появи сечокам'яної хвороби і порушень в роботі суглобів.

Надлишок бору в організмі спричиняє порушення багатьох ланок обміну, може бути причиною ендемічних ентеритів. Біологічні дози виявляють антиепілептичний ефект.

Бор присутній в сої, гречки, кукурудзи, рисі, буряку, бобових.

ФТОР (F)

- Бере участь у кісткоутворенні та формуванні дентину й емалі зубів;
- нормалізує фосфорно-кальцієвий обмін;
- сприяє нормальному розвитку ембріону і народженої дитини;
- прискорює загоєння кісткових переломів.

Основне джерело F – вода (1мг/1л). Продукти рослинного і тваринного походження містять незначну кількість цього мікроелемента, яку вони одержують з ґрунту і води. Більше F міститься у рибі, телятині, вівсяній крупі, горіхах, чаї (16 – 400 мг/кг сухого листа)

Br -БРОМ

Цей елемент впливає на правильну активність щитовидної залози, бере участь у функціонуванні ЦНС, підсилює процеси гальмування. Наприклад, у людини, що приймає препарат, що містить бром, знижується статевий потяг. Цей елемент присутній в таких

продуктах, як горіхи, бобові, зернові. При дефіциті бром у організмі порушується сон, знижується рівень гемоглобіну.

Ni- НИКЕЛЬ. Цей елемент належить до біоелементів, нестача чи надлишок якого спричиняє порушення багатьох ланок обміну речовин в організмі. Масова частка нікелю в організмі людини $10^{-6}\%$. Основна кількість мікроелемента зосереджена в підшлунковій залозі, гіпофізі, печінці, нирках.

Біологічна роль нікелю в організмі різноманітна. Він впливає на обмін білків, вуглеводів, ліпідів та інших біополімерів, на морфологічний склад крові, має виражений гемопоетичний ефект, нормалізує вміст гемоглобіну. Важлива роль Ni^{2+} в активації деяких ферментів. Нікель є досить важливим регулятором функції підшлункової залози, посилює синтез інсуліну. Надмірне надходження даного мікроелемента в організм спричиняє порушення вуглеводного обміну і може бути причиною «нікелевої» сліпоти.

Mo - МОЛІБДЕН. Масова частка молібдену в організмі людини становить $10^{-5}\%$. Головним депо мікроелемента є печінка, нирки, залози внутрішньої секреції. Молібден є ефективним активатором деяких ферментних систем, які забезпечують катаболічні та анаболічні процеси. Відомі також металоензими, до складу яких входить молібден. Особливо важлива роль молібдену в забезпеченні біологічної активності ферментів, які сприяють катаболізму пуринів. Молібден позитивно впливає на синтез гемоглобіну та на процеси засвоєння нітрогену, на обмін вітамінів С і B_{12} , підвищує фагоцитарну активність лейкоцитів. Надмірне надходження молібдену в організм спричиняє дисбаланс деяких макро- і мікроелементів — посилене видалення з організму фосфору, заліза, цинку, міді. Добова потреба в молібдені — 0,15-0,30 мг.

Al - АЛЮМІНІЙ — незамінний біоелемент. Масова частка алюмінію в організмі $10^{-5}\%$. Основна кількість мікроелемента міститься в сироватці крові, печінці, кістках, нервовій системі, підшлунковій залозі. Біологічна роль, алюмінію ґрунтується на участі його у процесах формування епітеліальних клітин і сполучної тканини, обміні фосфатів. Низькі біотичні дози алюмінію виявляють активуючу дію на ферменти білкового та вуглеводного обміну, а більш високі — виявляють протилежний ефект. Солі алюмінію утворюють комплекси з білками, тому використовуються як в'язучі, антизапальні, кровозупинні засоби. Добова потреба в алюмінії — 49 мг.

Харчові продукти рослинного походження містять у десятки разів більше Al, ніж тваринні. Багаті ним шпинат (490мг/кг), рис, борошно.

3. Вміст мінеральних речовин у харчових продуктах. Вплив технологічної обробки на їх мінеральний склад

Визначення природного вмісту макро- і мікроелементів у харчових продуктах необхідно для вивчення їх балансу в організмі людини, ролі у фізіологічних процесах, здійснення профілактичних заходів та раціонального харчування.

Дані досліджень вмісту мінеральних сполук у продуктах харчування різняться із-за певних причин. Для кожної рослини існує генетично обумовлений коефіцієнт біологічного поглинання – відношення вмісту певного елемента у сухому залишку до його вмісту у ґрунті. Але вміст макро- і мікроелементів у продукції залежить від складу, фізичних і хімічних властивостей ґрунту, кліматичних і погодних умов, виду, сорту, вегетаційного періоду рослин, застосування мінеральних добрив і пестицидів, виду, породи, віку, кормового раціону сільськогосподарських тварин, тощо.

Наприклад, кисле середовище ґрунту сприяє засвоєнню рослинами Mn, а нейтральне і лужне - Mo. Mn і Fe затримують поступання Co в рослини.

Мінеральні сполуки нерівномірно розподіляються в органах рослин. Так, корені бобових концентрують Cu, Mo, Pb, Cr, Sr, Ba, а плоди Cu, Mn Ni. Часто мінеральні сполуки концентруються в периферичних частинах плодів, у зародку і оболонці зерна, зеленому листі. Тому вживання рафінованих продуктів знижує в раціоні вміст макро- і мікроелементів.

Нерівномірний також розподіл мінеральних сполук у продукції тваринного походження. Їх вміст переважно знижується у ряду: печінка, нирки, легені, мозок, серце, м'ясо, молоко. Незважаючи на порівняно незначну кількість біогенних елементів у молоці, на думку більшості дослідників, вони знаходяться у найбільш збалансованому співвідношенні у цьому продукті, що сприяє нормальному розвитку молодого організму.

Мінеральні речовини є важкозасвоюваними, особливо залізо, кальцій, магній.

Засвоюваність **кальцію** складає 10-30 %. Покращують засвоєння Ca:

- присутність вітаміну В та жовчних кислот;
- кисле середовище;
- високий вміст білків, лактози;
- оптимальне співвідношення з Р і Mg. Погіршують засвоєння **кальцію**:
- знижена кислотність шлункового соку;
- високий вміст у харчовому раціоні жирів, солей К, Mg, Р, щавлевої кислоти та фітину.

Засвоюваність **фосфору** - 70 %. Покращують засвоєння фосфору:

- високий вміст білків;
- низький вміст жирів.

Кальцій і фосфор добре засвоюються з тваринними продуктами, погано - з рослинними (фітини блокують всмоктування Ca і P).

При відношенні Ca:P>1:2 кальцій і фосфор майже не засвоюються, оскільки утворюються дво-, триосновні нерозчинні у воді солі кальцію і фосфорної кислоти.

Засвоюваність **магнію** - 45-50 %. Погіршують засвоєння

- високий вміст жирів, солей Р, Ca;
- наявність фітинів, клітковини.

Покращують засвоєння **магнію** оптимальне співвідношення з Р, Ca, вітаміном В і жиром.

Оптимальне співвідношення кальцію, магнію і фосфору: **Ca : Mg = 1 : 0,5; Ca : P = 1 : 1,5**

Засвоюваність **заліза** 10-30 % у двовалентній формі. Покращують засвоєння заліза:

- вітамін С сприяє переходу тривалентного заліза у двовалентне;
- солі кальцію. Погіршують засвоєння заліза:
- знижена кислотність шлункового соку;
- наявність у харчовому раціоні фосфатів, щавлевої кислоти, фітину, танінів.

Засвоюваність **заліза**:

- м'яса, особливо телятини - 17-21 %;
- печінки - 10-20 %;
- риби - 9-11 %; бобових - 5-7 %;
- рису, шпинату - 1 %.

Мідь легко засвоюється, якщо зв'язана з неорганічними кислотами, амінокислотами та низькомолекулярними білками.

Засвоюваність **цинку** залежить від міцності зв'язку його з білками та швидкості їх перетравлення:

- з карбонатами цинк утворює нерозчинні, а отже незасвоювані комплекси;

- засвоюванню цинку заважає мідь, конкуруючи за білок-носій (металотіонеїн).
- Засвоюваність **йоду** висока, є втрати йоду при:
- зберіганні харчових продуктів протягом 3-6 місяців 14-65 %;
 - при кип'ятінні продуктів - 100 %;
 - при інших способах кулінарної обробки - 22-60 %.

При переробці харчової сировини вміст мінеральних сполук, за виключенням хлориду натрію, знижується.

У зернових близько $\frac{2}{3}$ мікро- і макроелементів втрачається із видаленням оболонки і зародку. При очищенні овочів і картоплі втрачається 10-30% мінеральних сполук, а при їх тепловій обробці – від 5 до 30%.

Порівняльний аналіз мінерального складу пшеничного борошна вищого сорту і борошна з цілого зерна.

Мінеральні елементи	Борошно з цілого зерна	Борошно в.с.
Ca	41	16
P	372	87
Fe	3,3	0,8
K	370	95
Mg	60	16
Zn	3,5	0,07
Cu	1,0	0,32
Mo	0,14	0,02
Mn	3,2	0,83
Cr	0,014	0,002

М'ясні і рибні продукти втрачають кальцій і фосфор при відділенні від кісток, але при тепловій обробці з кістками можливе підвищення вмісту кальцію на 20%. При різних способах теплової кулінарної обробки всього втрачається від 5 до 50% мінеральних сполук.

У технологічних процесах різні метали можуть потрапляти до харчових продуктів із обладнання і тари. Наприклад, при приготуванні хліба вміст заліза може підвищитися на 30%, але разом із залізом у продукт можуть переходити різні токсичні домішки. У консервованих продуктах можуть бути виявлені свинець, кадмій, олово із-за неякісного захисного лакового шару, або пошкодження тари.

Деякі метали (залізо, мідь) можуть бути каталізаторами небажаних окислювальних процесів, наприклад, при зберіганні жирів. А при зберіганні напоїв у присутності металів спостерігається їх потемніння.

Таблиця Основні джерела та фізіологічні норми споживання мінеральних речовин (у 100 г продукту)

	Джерела	Норми, чол./жін.
Ca	Твердий сир (1400 мг), соя (348), петрушка (245), кріп (223), сир (150), квасоля (150), молоко (122)	Дорослі 800 мг, діти до 1200 мг відповідно до віку
Mg	Кавуни (224 мг), горох (107), квасоля (103), пшоно (101), гречка (98), риба (50)	400/350 мг
Na, Cl	Кухонна сіль	4–6 г (10–15 NaCl)
K	Урюк (1781 мг), соя (1607), квасоля (1100), висівки (1260), родзинки (860), чорнослив (648), картопля (568), абрикоси (305), томати (290)	2,5/5 г
P	Соя (603 мг), твердий сир (580), квасоля (541), горох (329), риба (280), хліб і крупи (200 300), яйця (215)	дорослі — 1600мг, діти — 1500–1800 мг
Fe	Печінка свиняча (20,2 мг), печінка яловича (6,9), нирки (6,0), серце (4,8), геркулес (4,2), гречка (3,4), овочі, фрукти (600–1000 мкг)	10/ 18 мг, вагітні жінки — 25 мг
Cu	Печінка яловича (2010 мкг), гречка (899), перлова крупа (840), пшоно (790), горох (761), кавуни (505), борошно (447), нирки (417), квасоля (400)	2 мг
Co	Печінка (200 мкг), оселедці, продукти моря (40), жовток яйця (23), горох (15), буряк, горіхи (12,3)	100 200 мкг
Mn	Раки (10 мг), борошно (2,7), хліб житній, гречка (1,5), квасоля (1,4), хрін, горох (1,3), хліб пшеничний (1,2)	5–7 мг
Mo	Гречка, бобові, печінка, яйця, хліб з висівками	150–500 мг
Zn	Печінка (3230 мкг), горох (2590), квасоля (1800), яловичина (1741), яйця (1690), нирки (1540), цибуля, часник (1273), гречка (1200)	15/12 мг
I	Яйця (60 мкг), молоко (45), цибуля (44), шавель (39), капуста, морква, картопля, печінка (35), морські водорості	0,15 мг
F	Паста «Океан» (18 мг), чай (13,2), риба (9), вода, м'ясопродукти, молокопродукти, яйця залежно від біогеохімічної характеристики регіону	0,75 мг
Se	Дріжджі, хліб, гриби (0,2–0,5 мг), часник, яйця, печінка, риба	70/50 мкг

У м'ясі значна кількість P і Fe мало Ca. З мікроелементів важливе значення Cu, Zn, Al.

	Яловичина	Телятина	Свинина	Баранина	
Ca	9-12	6-11	8-10	9-10	У мг%
P	130-186	200-343	157-168	138-213	
Fe	2.4-3	2.9	2.2-2.5	2.2-2.7	

Cu	0.8	2.5	3.1	4.2	У мг на 1 кг
Al	5.0		4.4	4.3	

Мінеральних речовин у 100 г, (мг)				
	Молочні продукти	Сир	Голандський сир	Добова потреба
Ca	121	150	1040	1000
P	91	217	544	1500
Na	50	41	1000	6000
K	152	112	130	5000
Mg	15	23	56	500
Fe	0.1	0.4	1.1	15

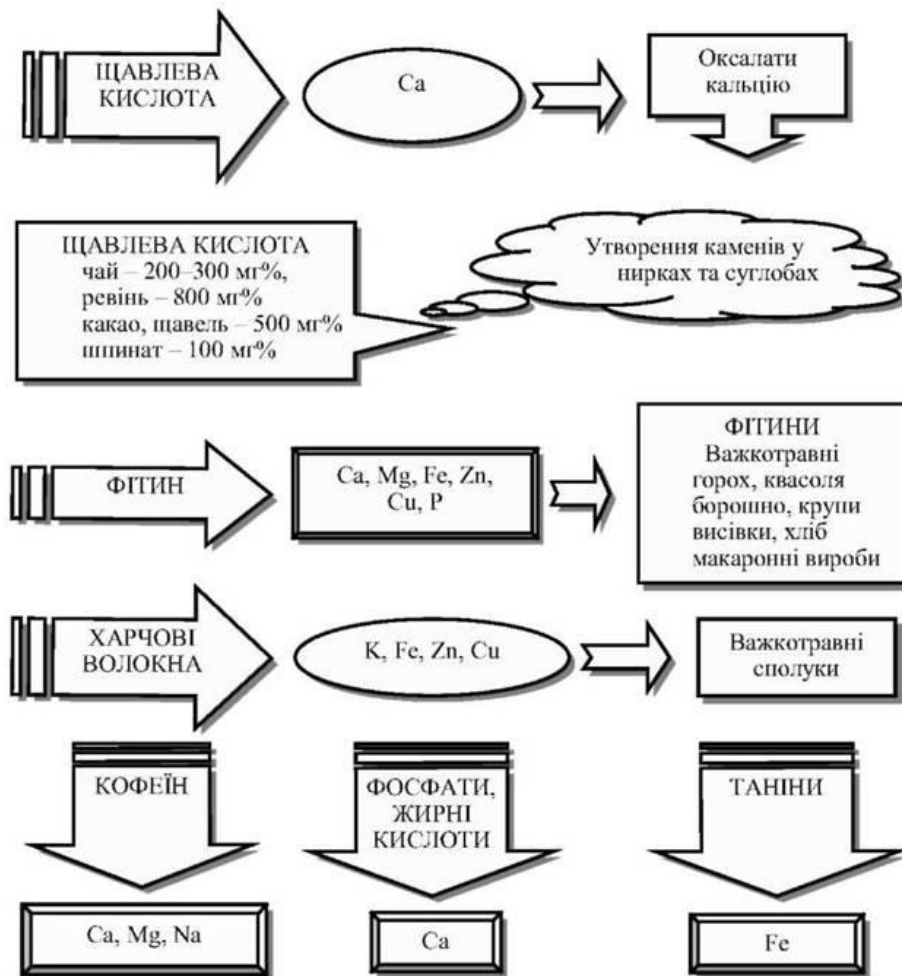
Молоко містить K, Na, Mg, Cl, мікроелементи: Zn, Co, Mn, Cu, Fe, I, які беруть участь в побудові ферментів, гормонів, вітамінів.

Молоко – джерело майже всіх вітамінів. Так, добова потреба у відносно дефіцитному вітаміні В₂ задовольняється на 42% за рахунок молочних продуктів. (м'яса і риби -24%, зернових - 17%)

Демінералізуючі чинники - сполуки, які знижують адсорбцію мінеральних компонентів їжі внаслідок утворення важкорозчинних, незасвоєваних компонентів при надмірному вживанні або порушенні балансу між мінеральними речовинами їжі.

Демінералізуючим чинником для кальцію є щавлева кислота, з якою він утворює нерозчинні солі, що осідають у вигляді каменів у нирках та суглобах.

Фітин (солі фітинової кислоти) та харчові волокна знижують всмоктування більшості мінеральних речовин у кишечнику (рис.).



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Гїгїєнїчно значуща класифїкацїя мїнеральних речовин.
2. Фїзіолого-гїгїєнїчне значення мїнеральних речовин.
3. Участь макроелементів у фїзіологїчних функцїях.
4. Участь бїомїкроелементів у фїзіологїчних функцїях.
5. Основнї джерела мїнеральних речовин та фїзіологїчнї норми споживання.
6. Особливостї засвоєння мїнеральних речовин.
7. Демїнералїзуючї чинники.
8. Вплив кїлькїсного та якїсного складу бїлків, жирів та вуглеводів на всмоктування мїнеральних речовин у кишечнику.