

# ТЕМА 4

## МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ (МР)

### План

1. Роль мінеральних речовин в організмі людини
2. Класифікація та характеристика окремих макро - і мікроелементів
3. Вплив технологічної обробки харчових продуктів на їх мінеральний склад
4. Методи визначення мінеральних речовин

### 1. РОЛЬ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ.

МР відносяться до життєво необхідних компонентів харчування зі значними фізіологічними функціями.

Вони входять до складу живої матерії – містяться в протоплазмі і біологічних рідинах, забезпечують постійність осмотичного тиску, що є необхідною умовою нормальної життєдіяльності клітин і тканин. Вони входять до складу гемоглобіну, гормонів, ферментів, являються пластичним матеріалом для побудови кісткової та зубної тканини. У вигляді іонів МР беруть участь в передачі нервових імпульсів, забезпечують звертання крові та ін.

#### Підтримка кислотно-лужної рівноваги

Усі фізіологічні і біохімічні реакції в організмі протікають при визначеному вузькому значенні рН середовища, тобто визначеному співвідношенні (балансі) кислот і лугів в організмі. Мінеральні речовини хлор, сірка та фосфор утворюють кислотний потенціал тканин, а кальцій, калій, натрій і магній входять до складу лугів. Співвідношення цих елементів утворює відповідну кислотно-лужну рівновагу у крові і всередині клітин.

**Кислотоутворюючі елементи** переважають у складі харчів багатих білками: м'ясі, рибі, птиці, яйцях і продуктах із зерна.

**Лужні елементи** – кальцій, калій натрій, магній переважають у фруктах, овочах і горіхах.

Незважаючи на кислий смак в деяких фруктах (наприклад, цитрусових – лимонах, грейпфрутах) переважають лужні мінеральні елементи.

Молоко містить лугоутворюючий  $\text{Ca}^{2+}$ ; кислоутворюючий фосфор і тому не впливає на кислотно-лужну рівновагу.

У змішаному раціоні людини є легка перевага кислоутворюючих елементів, але організм має механізм, який підтримує рівновагу.

Надлишок кислотних еквівалентів виводиться у вигляді  $\text{CO}_2$  через легені або у вигляді легкокислої сечі через нирки.

Крім того у крові присутні буферні системи такі як карбонати, фосфати і білки, що запобігають зміні рН крові. Вугільна кислота нейтралізує луги і перешкоджає розвитку алкалозу – залуженню крові.

Таким чином маловірогідне виникнення порушень кислотно-лужної рівноваги, обумовленої їжею.

## **Регуляція біохімічних реакцій**

Мінеральні речовини входять до складу ферментів, що каталізують багато біохімічних реакцій, в тому числі реакцій метаболізму харчових речовин. Відомо, наприклад, що цинк каталізує біля 100 реакцій. Всмоктування і перетравлювання їжі протікає за участі мікроелементів. Окиснення вуглеводів, жирів і білків і одержання із макронутрієнтів енергії відбувається в реакціях які каталізуються мінеральними елементами.

МР входять до складу гормонів, ферментів та інших біологічно-активних речовин, як обов'язкові компоненти, без яких утворення цих речовин неможливе. Гормон щитовидної залози тироксин утворюється при достатньому надходженні в організм йоду.

Ферменти, які містять в якості активної групи мінеральні елементи, метали, називаються металоферментами. При відсутності мінералів ці ферменти або втрачають активність, або зовсім не утворюються.

## **Мінерали як складові частини тіла**

Мінеральні елементи, такі як кальцій і фосфор, є основними компонентами кісток і зубів, тобто слугують матеріалом для утворення цих тканин. Від наявності цих елементів залежить ріст кісток і зубів. Другі МР також відіграють велику роль в процесах росту дитячого організму, являючись активними компонентами металоферментів, які беруть участь в одержанні енергії із основних харчових речовин.

## **Водяний обмін**

Тіло людини на 60% складається із води. Стінками кровоносних судин і клітинних оболонок вода розділена на три частини: рідина всередині кровоносних судин (кров і лімфа), міжклітинна рідина (обмиває клітини) і всередині клітинна рідина.

Накопичення і рух рідини із однієї частини в іншу залежить від концентрації розчинених у воді мінеральних солей, які складаються із протилежно заряджених іонів. Заряджені іони розчинених мінеральних солей називаються електролітами, які утворюють відповідний осмотичний тиск. Підвищення концентрації електролітів у рідині визиває підвищення осмотичного тиску, і рідина направляється у ту частину організму.

В нормальних умовах концентрація електролітів і рідини регулюється таким чином, що різких коливань не виникає.

Але при підвищеному вживанні солі (NaCl) спостерігається накопичення іонів натрію і хлору в позаклітинній рідині, яке призводить до накопичення в цій частині тіла води і підвищення об'єму крові і позаклітинної рідини.

Затримка води у крові викликає підвищення артеріального тиску (АТ). Так у спрощеному вигляді можна представити роль хлориду натрію в підвищенні АТ. Для зменшення АТ рекомендується обмежити вживання NaCl.

## **Інші функції мінеральних елементів**

Мінеральні елементи беруть участь у передачі нервового імпульсу по нервовому волокну і між клітинами. В цьому процесі беруть участь калій, натрій, зміна концентрації яких генерує нервовий імпульс. В переносі нервового імпульсу між нервовими клітинами бере участь нейромедіатор ацетилхолін, звільнення якого в нервовому закінченні регулюється кальцієм.

Для нормального функціонування м'язів необхідним є кальцій, який бере участь в процесі скорочення, а також калій, натрій і магній, які необхідні для процесу розслаблення і скорочення м'язів.

## 2. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРЕМИХ МАКРО – І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

В залежності від кількості МР в організмі людини і харчових продуктах їх поділяють на *макро - і мікроелементи*.

До *макроелементів* відносять калій, натрій, кальцій, магній, фосфор, хлор, сірка. Їх вміст складає сотні і десятки міліграмів на 100 г харчового продукту.

**Мікроелементи** входять до складу продукту в кількостях виражених десятими, сотими і тисячними долями міліграма і є необхідними для нормальної життєдіяльності.

**Мікроелементи** умовно поділяють на дві групи: **абсолютно чи життєво необхідні (кобальт, залізо, мідь, марганець, цинк, йод, бром, фтор)** і так звані **вірогідно необхідні (алюміній, стронцій, молібден, селен, нікель, ванадій та деякі інші)**. Мікроелементи називають життєво необхідними якщо при їх відсутності чи нестачі порушується нормальна життєдіяльність організму. Розподіл мікроелементів в організмі залежить від їх хімічних властивостей.

Наприклад, залізо є складовою частиною гемоглобіну, міоглобіну та ін. дихальних пігментів, тобто речовин які беруть участь у поглинанні і транспорті кисню в усі тканини організму; атоми міді входять в активний центр ряду ферментів і т. д.

Дія мікроелементів може бути і опосередкованою – через вплив на інтенсивність чи характер обміну речовин. Наприклад, магній, цинк, йод впливають на ріст і їх недостатнє надходження в організм гальмує нормальний фізичний розвиток людини.

Наприклад, молібден, мідь, манган беруть участь у репродуктивній функції і їх нестача негативно впливає на цю сторону життєдіяльності людини.

Нестача чи надлишок будь-яких МР викликає порушення обміну речовин: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, що призводить до ряду захворювань.

### Симптоми при дефіциті різних мінеральних елементів

Ca	- гальмування росту скелету
Mg	- мускульні судороги
Fe	- анемія, порушення імунітету

Zn	- пошкодження шкіри, гальмування росту та статевого розвитку
Cu	- слабкість артерій, порушення діяльності печінки
Mn	- безпліддя, погіршення росту скелета
Mo	- гальмування клітинного росту, схильність до карієсу зубів
Co	- злаякісна анемія
Ni	- депресії, анемія
Cr	- симптоми діабету
Si	- порушення росту скелета
F	- карієс зубів
J	- порушення роботи щитовидної залози
Se	- слабкість серцевого м'яза

Найбільш розповсюдженим наслідком невідповідності у раціоні кількості Ca і P є карієс зубів, розрідження кісткової тканини.

При нестачі фтору у питній воді руйнується зубна емаль; дефіцит йоду призводить до захворювання щитовидної залози.

Перерахуємо деякі причини порушення обміну мінеральних речовин, які можуть мати місце навіть при їх достатній кількості в їжі:

- незбалансоване харчування (недостатня чи надлишкова кількість білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і т. д. );
- застосування методів кулінарної обробки харчових продуктів, що обумовлюють втрати МР, наприклад при розморожуванні (в гарячій воді) м'яса, риби, чи при видаленні відварів овочів і фруктів в які переходять розчинні солі;
- відсутність своєчасної корекції складу раціонів при зміні потреби організму в МР, пов'язаних з фізіологічними причинами.

Наприклад, у людей, що працюють в умовах підвищеної температури навколишнього середовища, підвищення потреб в К, Na, Cl та ін. так як більша частина виводиться із організму з потом;

- порушення процесу всмоктування МР в ШКТ чи підвищення втрат рідини (наприклад крововтрати).

## 2. ОСНОВНІ МІНЕРАЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ, ЇХ ДОБОВА ПОТРЕБА, ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ПРИ НЕСТАЧІ, ХАРЧОВІ НОСІЇ

Елементи	Добова потреба	Функції в організмі, вплив нестачі	Сировина, що є носієм елемента
1	2	3	4
<b>МАКРОЕЛЕМЕНТИ</b>			
Кальцій	0,8-1,2 г вагітні жінки і ті що годують немовлят 1,5 г	<p>В організмі людини близько 1200 г кальцію, на 99% міститься у кістках у вигляді оксиапатита (<math>\text{Ca}_3(\text{PO})_4)_2</math>. У дітей скелет повністю оновлюється за 1-2 роки, у дорослих за 10-12 років. У дорослої людини за добу із кісток виводиться 700 мг Са і стільки ж відкладається.</p> <p>На засвоюваність Са впливає наявність вітаміну D. Стимулюють засвоєння Са білки, лимонна кислота, лактоза.</p> <p>При гідролізі білків виділяються нуклеїнові кислоти, які утворюють з Са добре розчинні комплекси.</p> <p>Аналогічно діє лимонна кислота. Лактоза, при зброджуванні, підтримує в кишечнику низькі значення рН, що запобігає утворенню нерозчинних фосфорно-кальцієвих солей.</p> <p>Гальмують засвоюваність Са – надлишок фітинової кислоти, а також Mg. Ці сполуки зв'язують Са у нерозчинні сполуки. Оптимальним співвідношенням Са:Р = 1:1(1,5), Са:Mg = 1:0,5.</p> <p>Втрати Са з потом при важкому фізичному навантаженні можуть досягати 100 мг/годину, тобто 30 % усіх витрат.</p> <p><b>Нестача кальцію призводить до:</b> демінералізації кісток:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– остеомаліяція (розрідження кісток)</li> <li>– остеопороз (зменшується щільність і твердість кісток),</li> <li>– порушень роботи серця, ЦНС, імунної системи.</li> </ul>	Молокопродукти, 0,5 л молока - добова норма в Са, твердий сир – 100 г добова норма в Са. Са зернових погано засвоюється організмом людини
Фосфор	1-1,5 г	<p>В організмі людини вагою 70 кг міститься біля 700 г фосфору. Із них 80-85% фосфору входять до складу скелета, а 15-20% розподілені між</p>	Міститься у продуктах тваринного

		<p>тканинами і рідинами організму.</p> <p>Фосфор бере участь у синтезі та розщепленні речовин у клітинах; входять до складу біополімерів: білків, жирів, нуклеїнових кислот та ряду ферментів. Фосфор необхідний для утворення АТФ. Добова доза вживання фосфору зростає при значному фізичному і розумовому навантаженнях, при деяких захворюваннях.</p> <p>При тривалому дефіциті фосфору у харчуванні, організм використовує власний фосфор із кісткової тканини. Це призводить до демінералізації кісток та порушення їхньої структури – розрідження.</p> <p><b>Нестача фосфору:</b> знижується розумова та фізична працездатність, втрата апетиту, апатія.</p>	<p>походження: печінці, ікрі риби, яйцях – жовток; зернових, бобових. Із рослинних продуктів засвоюється на 55%, а із тваринних на 95%. Замочування круп та бобових перед кулінарною обробкою поліпшує завоювання фосфору.</p>
Магній	300-500 мг	<p>В організмі людини знаходиться біля 25 г магнію, на 17% в кістках (депо Mg) звідки поступає в інші тканини. Бере участь більше ніж у 300 ферментативних реакціях, нормалізує роботу серця, підтримує нормальну функцію нервової системи, має судинорозширювальну функцію, стимулює жовчевиділення, підвищує рухову активність кишечника, сприяє виведенню холестерину, знижує згортання крові і ризик утворення каменів у сечових шляхах.</p> <p>Засвоювання магнію перешкоджають фітин, надлишок жирів і кальцію в їжі. <b>Нестача магнію</b> супроводжується: апатією, депресією, м'язовою слабкістю, схильністю до судомного стану, затримкою росту, відкладанням кальцію на стінках судин, підвищеною нервово-м'язовою збуджуваністю у відповідь на звукові сигнали, механічні чи зорові подразники.</p>	<p>Усі рослинні продукти, пшеничні висівки, вівсяні крупи, урюк, курага, чорнослив.</p>
Калій	2,5-5,0 г	<p>В організмі людини знаходиться 160-250 г калію, за іншими даними 140 г; 62 % в м'язах, 11% у скелеті решта - у позаклітинній рідині і плазмі крові. Калій забезпечує осмотичний тиск; бере участь у передачі нервових імпульсів, у перетворенні фосфоропіровиноградної кислоти в</p>	<p>Рослинні продукти, курага, банани, родзинки, картопля, (біля шкірки)</p>

		<p>піровиноградну, стабілізує і підтримує діяльність серцевих м'язів.</p> <p>Антагоніст з натрієм (збагачена калієм їжа призводить до підвищеного виділення натрію і навпаки), підтримує водно-сольовий обмін, має сечогінну дію.</p> <p><b>Нестача виникає</b> при інтенсивному прийманні сечогінних препаратів. Гіпокаліємія призводить до слабкості м'язів, сонливості, втрати апетиту, тошноти, рвоти, зменшення сечовидділення, запорів, гальмування пульсу, аритмії, артеріальної гіпотонії.</p> <p>З'являється нестерпність до цукру, сухість шкіри та в роті.</p>	чорнослив, бобові.
Натрій	4,0-6,0 г	<p>Бере участь у підтриманні осмотичного тиску в тканинних рідинах та крові, в передачі нервових імпульсів, регуляції кислотно-лужної рівноваги, водно-сольового обміну, підвищує активність травних ферментів.</p> <p>Іони натрію викликають набухання колоїдів тканини, що обумовлює затримання води та протидіє її виділенню.</p> <p>Організм забезпечується натрієм в основному, за рахунок повареної солі (NaCl): 10 г солі відповідає 4 г натрію.</p> <p><b>При надмірному</b> вживанні NaCl погіршується виведення розчинених у воді кінцевих продуктів обміну речовин через нирки, шкіру та інші органи. Затримка води в організмі ускладнює діяльність серцево-судинної системи, сприяє підвищенню кров'яного тиску.</p> <p>Оптимальним вважають співвідношення натрію до калію 2:1.</p>	Кухонна сіль
Хлор	5,0-7,0 г	<p>Фізіологічне значення хлору пов'язане з його участю у регуляції водно-сольового обміну та осмотичного тиску в тканинах та клітинах. Хлор входить до складу соляної кислоти шлункового соку. Цей нутрієнт легко всмоктується із кишечника в кров. Вміст хлору в живому організмі складає 0,08 % від маси тіла.</p> <p>Виділяється хлор через нирки, кишечник, із потом.</p>	Кухонна сіль, хліб, м'ясні та молочні продукти.

Сірка (сульфур )	400-600 мг	<p>Вміст в організмі людини – 0,15 % до маси тіла. Входить до складу амінокислот: метіоніну, цистеїну та цистину; є складовою деяких гормонів, вітамінів (тіаміну); входить до складу інсуліну та бере участь у його утворенні. Разом із цинком і кремнієм визначає функціональний стан волосся та шкіри.</p> <p>Сульфур – SH груп захищає організм від радіації.</p>	Горох, квасоля, вівсяна та інші крупи, сир, яйця, м'ясо, риба, часник
		<p>Бажане співвідношення основних мікроелементів Mg:Ca:P:K = 0,5:1:1,5:2,0</p>	
<b>МІКРОЕЛЕМЕНТИ</b>			
Залізо	до 20 мг	<p>В організмі людини міститься 3-4 г заліза, основна частина якого знаходиться у крові у складі гемоглобіну еритроцитів. Залізо бере участь у перенесенні кисню, який надходить з повітря, в тканини організму, в окисних процесах, входить до складу багатьох окисних ферментів (пероксидази, цитохромів, цитохромоксидази та ін.), стимулюючи внутрішньоклітинні процеси обміну.</p> <p>Залізо накопичується також в печінці, селезінці, головному мозку.</p> <p>Перешкоджає асиміляції заліза шавлева кислота і фітин. Гальмують засвоєння заліза чай, яйця. Хелатини чаю утворюють хелатинні сполуки і це знижує їх сорбцію. Фосфопротеїни яєць, очевидно, теж перешкоджають засвоюванню заліза. Для засвоювання заліза необхідний вітамін B<sub>12</sub>; сприяє засвоюванню заліза аскорбінова кислота оскільки засвоюється тільки двохвалентне залізо.</p> <p>Рівень засвоювання заліза коливається від 1% при рослинному і 10-25 % м'ясному харчуванні.</p> <p><b>Нестача заліза</b> призводить до розвитку анемії, особливо це небезпечно для малюків до 1 року так як у материнському молоці мало заліза, зниження активності залізовмісних білків та ферментів; зниження секреторної функції шлунка.</p>	Субпродукти, м'ясо, квасоля, печінки, бобові.

Мідь	0,2-2,0 мг	<p>Мідь належить до кровотворних елементів. В тілі дорослої людини масою 70 кг міститься 50-120 мг міді, засвоюється 30-40 % міді, що надійшла до організму, решта переходить у сульфід і виводиться.</p> <p>Мідь необхідна для перетворення неорганічного заліза (яке надходить з їжею) на органічно зв'язану форму, для перетворення молодих форм еритроцитів у зрілі форми, а також для перенесення заліза до кісткового мозку. Мідь входить до складу ферментів дихання (цитохромоксидаза, церулоплазмін і т.д.)</p> <p><b>Нестача міді</b> призводить до порушення ресорбції заліза, що призводить до анемії та зниження активності Cu-вмісних ферментів, зменшується синтез фосфоліпідів що призводить до порушення роботи ЦНС, змін координації рухів, порушується процес кісткоутворення, (зміна форми скелета); змін утворення кератину та пігменту волосся (втрати забарвлення та кучерявості волосся, облісінню) зменшення маси серцевого м'яза, атрофія).</p>	Печінка, сир, риба, м'ясо, яйця, моллюски, ракоподібні зернові продукти
Цинк	12-15 мг	<p>У надмірних кількостях токсичний. Вміст цинку в організмі людини складає 1-25 г. 30% депонується у кістках, 60 % у м'язах.</p> <p>Цинк входить до складу багатьох ферментів, бере участь у синтезі інсуліну і реалізації його біологічної дії. Разом із сіркою бере участь у процесах росту та оновлення шкіри і волосся; разом з марганцем специфічно впливають на статеву функцію, а саме на активність гормонів; разом з вітаміном В<sub>6</sub> забезпечує метаболізм ненасичених жирних кислот і разом з вітаміном С сприяє звільненню вітаміну А з печінки і трансформації його в ретиналь, що бере участь в утворенні пігменту сітківки, що не допускає "курячої сліпоти".</p> <p>Існує три види патології <b>при нестачі цинку</b>:</p> <p>1) хвороба Прасада – характеризується затримкою росту дітей (карликовість), відставання статевого розвитку, припинення росту</p>	Продукти тваринного походження, морські продукти, продукти бджільництва.

		<p>кінців кісток, потовщення шкіри, втрата свідомості, зниження апетиту, збільшення маси печінки та селезінки.</p> <p>2) спотворення форм апетиту, відчуттів смаку і запаху. Хворі на цю форму можуть поїдати землю (геофагія)</p> <p>3) запалення шкіри кінцівок (дерматит) та слизових оболонок порожнини рота, нігтьового ложа, облісіння та ін. <b>При нестачі цинку</b> погано загоюються рани, відбуваються психоемоційні розлади (апатія, депресія) у інших навпаки, підвищена збудливість, емоційне напруження, тремтіння кінцівок, порушення координації рухів.</p>	
Селен	50-70 мкг	<p>В організмі людини міститься 3-6 мг селену за іншими даними 14,9 мг, причому 34 % в м'язах, 21 % в скелеті.</p> <p>Селен бере участь у процесах окиснення на рівні трикарбонових кислот, виконує функції вітаміну Е (антиоксидант).</p> <p>Адекватне забезпечення організму селеном сприяє гальмуванню процесу старіння і веде до довголіття.</p> <p><b>Нестача селену</b> проявляється у крововиливах, відкладаннях фібрину на стінках судин, дистрофічні зміни і фібриноїдне омертвіння скелетних м'язів, серця, печінки, нирок, кишок, шкіри та інших органів і тканин. Це проявляється у виникненні болів, слабкості, задишки, порушення серцевої діяльності.</p>	Зернові, морепродукти, печінь, почки, серце, часник
Йод	150 мкг	<p>В організмі людини міститься від 20 до 50 мг йоду. Основне фізіологічне значення – участь у роботі щитовидної залози, для синтезу гормонів тироксину, дийодтирозину, трийодтироніну. Гормони необхідні для біосинтезу білків, особливо важливий йод для розвитку головного мозку плоду, дітей, підлітків.</p> <p><b>Нестача йоду</b> призводить до розвитку зобу. Загальна кількість хворих на зоб більше 200 млн. Симптоми хвороби (зобу) – випадання</p>	Морська капуста, риба, молочні продукти, гречка, аронія

		волосся, зниження температури тіла, різке зменшення фізичної і розумової працездатності. У ранньому дитинстві при нестачі йоду виникають незворотні психічні порушення які призводять до кретинізму, глухоти, німоти тощо.	
Фтор (флуор)	0,75 мг	<p>Бере активну участь у процесах формування зубної емалі і кісток, волосся, нігтів, епідермісу; впливає на імунну систему організму, функцію залоз внутрішньої секреції, серцевого м'яза.</p> <p><b>Нестача фтору</b> призводить до розвитку карієсу зубів, порушення деяких обмінних процесів.</p> <p>Тривале споживання питної води з вмістом фтору 2,4 г/л і більше зумовлює зниження чутливості очей до сприймання кольорових зображень; при фтористій інтоксикації пошкоджується підшлункова залоза.</p> <p>Флюороз – захворювання при надлишковому вживанні фтору. Солі фтору відкладаючись і накопичуючись у кістках, визивають зміну кольору зубів (плямистість) і форми зубів, остеохондроз, огрубіння суглобів і їх нерухомість, кісткові нарости.</p>	Морська риба, чай, питна вода
Марганець (манган)	5 – 10 мг	<p>В організмі людини 10-20 мг Мангану. Марганець входить до складу ферментів які активують кісткову фосфатазу, а значить стимулює ріст. Він є окисником пероксидних радикалів які викликають злоякісні пухлини, він необхідний для формування сполучної тканини, ембріонального розвитку середнього вуха, репродуктивної функції, для діяльності ЦНС та залоз внутрішньої секреції.</p> <p><b>Нестача марганцю</b> призводить до виникання анемії, зниження інтенсивності росту організму, остеопорозу, зрощенню кісток, порушення кісткоутворення середнього вуха.</p>	

### 3. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ НА ЇХ МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД

При технологічній переробці харчової сировини зменшується вміст мінеральних речовин (крім випадків з додаванням харчової солі).

При цьому частина МР втрачається з відходами. Наприклад, при одержанні круп і борошна після обробки зерна вміст МР зменшується так як у видалених оболонках і зародку цих компонентів більше, ніж у цілому зерні.

#### Порівняльний вміст МР в пшеничному борошні в/сорту і борошна із цільнозмеленого зерна (мг/100 г продукту)

МР	Цільнозмелене	в/сорт	Зменшення, разів
Ca	41	16	2,6
P	372	87	4,3
Fe	3,3	0,8	4,1
K	370	95	3,9
Mg	60	16	3,8
Zn	3,50	0,07	5,0
Cu	1,00	0,32	3,1
Mo	0,14	0,02	7,0
Mn	3,20	0,83	3,6
Cr	0,014	0,002	7,0

Так, в зерні пшениці і жита вміст вільних елементів складає біля 1,7 %, а в борошні в/с – 0,5%, обойному – 1,5%.

При очищенні овочів і картоплі втрачається 10-30 % МР.

Якщо їх піддають тепловій кулінарній обробці, то в залежності від технології (варіння, тушкування, смаження) втрачається від 5 до 30%.

М'ясні, рибні і пташині продукти, в основному, втрачають макроелементи (Ca і P) при відділенні м'якоті від кісток.

При тепловій кулінарній обробці (варіння, смаження, тушкування) м'ясо втрачає від 5 до 50 % МР. Але якщо обробку вести в присутності кісток, вміст Ca можна підвищити на 20 %.

В технологічних процесах за рахунок неякісного металу устаткування в кінцевий продукт може переходити деяка кількість МЕ. Так, при виробництві хліба під час тістоприготування в результаті його контакту з устаткуванням вміст заліза може підвищуватися до 30 %. Це процес небажаний, оскільки із залізом можуть переходити і токсичні елементи, які є в цьому металі, устаткування.

При зберіганні консервів у жерстяних банках (спаяних) в продукт можуть переходити такі токсичні елементи як свинець, олово, кадмій. Але це відбувається у разі неякісного припою, чи порушенні захисного шару лаку.

Слід пам'ятати, що ряд металів (Fe, Cu) навіть у невеликих кількостях можуть визвати небажане окиснення продуктів, особливо по відношенню до жирів і жировмістних продуктів.

Наприклад, при концентрації заліза 1,5 мг/кг і міді 0,4 мг/кг при тривалому зберіганні вершкового масла і маргаринів ці метали викликають гіркоту.

При зберіганні напоїв у присутності заліза 5 мг/л і міді 1 мг/л може відбутися їх потемніння.

#### **4.МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН**

Для аналізу МР в основному використовують фізико-хімічні методи – оптичні і електрохімічні.

Для цього слід підготувати правильно зразок шляхом його мінералізації.

Є "суха" мінералізація – це спалювання і прокалювання зразка; "мокра" мінералізація – передбачає обробку зразка концентрованими кислотами сірчаною ( $H_2SO_4$ ) і азотною ( $HNO_3$ ).

##### ***I Спектральні методи аналізу***

- 1.Фотометричний аналіз
- 2.Емісійний.
- 3.Атомно-абсорбційна спектроскопія.

##### ***II Електрохімічні методи аналізу***

- 1.Іонометрія.
- 2.Полярографія.

##### ***I Спектральні методи аналізу***

1.**Фотометричний аналіз** використовують для визначення Cu, Fe, Cr, Mn, Ni та інших елементів.

Метод оснований на поглинанні молекулами речовини променів в ультрафіолетовій, видимій і інфрачервоних областях електромагнітного спектру.

Для цього можна проводити дослідження за допомогою фотоелектроколориметра. При цьому аналіз ґрунтується на вимірюванні поглинання забарвленими розчинами монохроматичного випромінювання видимої області спектра.

Спектрофотометрія – оснований на вимірюванні поглинання монохроматичного випромінювання в ультрафіолетовій, видимій і інфрачервоній областях спектра.

2. **Емісійний спектральний аналіз** – оснований на вимірюванні довжини хвилі, інтенсивності та інших характеристик світла, яке випромінюється атомами, іонами речовини у газовому стані. Цим методом можна визначити більше 40 елементів.

3. **Атомно-абсорбційна спектроскопія** – оснований на здатності вільних атомів елементів у газах полум'я поглинати світлову енергію при характерних для кожного елемента довжинах хвиль. Цим методом можна визначити більше 70 елементів.

##### ***II Електрохімічні методи аналізу***

1. **Іонометрія** служить для визначення іонів  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $F^-$ ,  $J^-$ ,  $Cl^-$  та ін.

Метод оснований на використанні іон селективних електродів, мембрана яких прониклива для визначеного типу іонів.

**2. Поляррографія** - метод змінно-струминної поляррографії використовують для визначення токсичних елементів (ртуть, кадмій, свинець, мідь, залізо).

Метод базується на вивченні вольтамперних кривих, які одержані при електролізі електроокисних чи електровідновних речовин.

В якості індикаторного електрода в поляррографії найчастіше використовують ртутний крапельний електрод.

### **ПИТАННЯ ДО САМОПЕРЕВІРКИ**

1. Які хімічні елементи відносяться до макроелементів?
2. Яка роль мінеральних речовин в організмі?
3. Які нутрієнти є джерелами кислих та лужних груп у внутрішньому середовищі?
4. Яка роль кальцію, фосфору в організмі людини?
5. Навіщо організму потрібен натрій і калій? Які продукти багаті на ці макроелементи?
6. Які хімічні елементи відносять до мікроелементів і які їх функції в організмі людини?
7. Яку роль відіграє залізо та мідь в організмі людини і в яких харчових продуктах вони містяться?
8. Приведіть приклади взаємодії деяких мікроелементів і вітамінів.
9. Яка роль йоду в організмі людини?
10. Які види технологічної обробки сировини і харчових продуктів призводять до втрат мінеральних речовин?
11. Які методи визначення макро-і мікроелементів Вам відомі?
12. В чому суть методів визначення МР?

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

#### **Основна:**

1. с.223 – 244
2. с.663 – 733
3. с.32 - 37
4. с.29 – 34

#### **Додаткова:**

1. с.29 – 34
2. с.167 – 197
3. с.150 - 162

