

# 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 костної 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  $\text{Ca}^{2+}$ ; кислотоутворюючий фосфор і тому не впливає на кислотно-лужну рівновагу.

У змішаному раціоні людини є легка перевага кислотоутворюючих 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. Окислення 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 впли-

вають 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 полового дозрівання
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 K, Na, Cl та ін. так як більша частина яких 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 оксиопатита (<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 Ca і стільки ж відкладається.</p> <p>На засвоюваність Ca впливає наявність вітаміну D. Стимулюють засвоєння Ca білки, лимонна кислота, лактоза.</p> <p>При гідролізі білків виділяються нуклеїнові кислоти, які утворюють з Ca 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 Ca – надлишок фітинової кислоти, а також Mg. Ці сполуки зв'язують Ca у нерозчинні сполуки. Оптимальним співвідношенням Ca:P = 1:1(1,5), Ca:Mg = 1:0,5.</p> <p>Втрати Ca 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 Ca, твердий сир – 100 г добова норма в Ca. Ca 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 походжен-

		<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>ня: печінці, ікрі риб, 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 жовчевідділення, підвищує рухову активність кишечника, сприяє виведенню холестерину, знижує звертання 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 судорожного 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 піро-</p>	<p>Рослинні продукти, курага, банани, родзинки, картопля, (біля шкірки) чорнослив, бобові.</p>

		<p>виноградну, 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>	
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% до маси тіла.</p> <p>Виділяється хлор через нирки, кишечник, із потом.</p>	Кухонна сіль, хліб, м'ясні та молочні продукти.
Сірка	400-600	<p>Вміст в організмі людини – 0,15% до маси тіла. Входить до складу</p>	Горох, квасоля, вівсяна

(суль- фур)	мг	<p>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>	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 щавлева кислота і фітин. Гальмують засвоєння заліза чай, яйця. Хелатини чаю утворюють хелатинні сполуки і це знижує їх сорбцію. Фосфопротеїни яєць, очевидно, теж перешкоджають засвоєнню заліза. Для засвоєння заліза необхідний вітамін B<sub>12</sub>; сприяє засвоєнню заліза аскорбінова кислота оскільки засвоюється тільки двохвалентне залізо.</p> <p>Рівень засвоєння 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 мідьвмісних 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 полову функцію, а саме на активність деяких полових 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 окислення 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, відкладанням фібрину у стінках судин, дистрофічні зміни і фібриноїдне змертвіння 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 волосся, зниження температури тіла, різке зменшення фізичної і розумо-</p>	Морська капуста, риба, молочні продукти, гречка, аронія

		вої 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 можливо 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 визивають їх прогоркання.

При зберіганні напоїв у присутності заліза 5мг/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 і інших елементів.

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

Для цього можна проводити дослідження за допомогою фотоелектроколориметра. При цьому аналіз оснований 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 і інших характеристик світла, яке випромінюється атомами і 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 світову енергію при характерних для кожного елемента довжини хвилі. Цим методом можна визначити більше 70 елементів.

## *II Електрохімічні методи аналізу*

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

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

2. **Полярографія** - метод змінно-струмної полярографії 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 полярографії найчастіше використовують ртутний крапельний електрод.