

Лекція 4

Тема. Мінеральні речовини.

Мета. Ознайомити студентів з класифікацією мінеральних речовин, методами визначення мінеральних речовин у харчових продуктах.

Вступ. Довгий час фізіологи і хіміки, аналізуючи продукти, не звертали увагу на мінеральні речовини, що містяться в їжі. Вони відносили їх до зольних елементів. Можливо, першою людиною, яка звернула увагу на мінеральні речовини в їжі, був німецький лікар Г. Ламан, а пізніше – шведський біохімік Р. Берг. Це сталося на початку ХХ століття. Дослідження показали, що тварини, які отримують їжу, з якої були вилучені всі солі, незабаром гинули. Також вмирали і тварини, в їжу яких мінеральні речовини додавалися в чистому вигляді. Стало зрозуміло, що солі можуть засвоюватися і брати участь в обміні речовин, тільки якщо вони надходили в організм в органічній формі.

Найбільш наочно роль мінеральних речовин показана на прикладі аналізу складу крові. В процесі обміну речовин утворюються речовини, кислоти за реакцією, шкідливі для організму. В їх нейтралізації беруть участь мінеральні сполуки, які до цього відносили до «золи». Ці ж речовини входять до складу різних секретів організму. Так, хлоридна кислота є основною частиною шлункового соку. Згортання крові неможливо без присутності кальцію.

Мінеральні речовини, що надходять з їжею, на відміну від білків, вуглеводів і жирів, в процесі травлення не піддаються хімічній переробці, попадають безпосередньо в кров. І якщо їх не буде в нашій їжі, це може призвести до захворювань і навіть смерті. І не важливо, наскільки така їжа «поживна», тобто чи присутні в ній в належному співвідношенні протеїни, вуглеводи і жири, – без солей вона не забезпечить підтримання життєдіяльності людського організму. Без достатнього надходження мінеральних солей з їжею людина не може бути здоровою, і жодні таблетки, що містять ці сполуки, не замінять здорову їжу.

План.

1. Класифікація мінеральних речовин.
2. Макроелементи.
 - 2.1. Натрій (Na).
 - 2.2. Калій (K).
 - 2.3. Кальцій (Ca).
 - 2.4. Магній (Mg).
 - 2.5. Фосфор (P).
 - 2.6. Сульфур (S).
 - 2.7. Хлор (Cl).
3. Мікроелементи.

- 3.1. Ферум (Fe).
 - 3.2. Купрум (Cu).
 - 3.3. Йод (I).
 - 3.4. Кобальт (Co).
 - 3.5. Манган (Mn).
 - 3.6. Цинк (Zn).
 - 3.7. Флуор (F).
 - 3.8. Селен (Se).
4. Методи визначення мінеральних речовин у харчових продуктах.
- 4.1. Визначення натрій хлориду в технічній кухонній солі за методом Мора.
 - 4.2. Методика фотометричного визначення міді за допомогою діетилдитіокарбамату натрію.
 - 4.3. Методика визначення Калію і Натрію методом емісійної полуменевої фотометрії.
 - 4.4. Методика атомно-абсорбційного визначення заліза і свинцю у вині та пиві.

Зміст лекції.

1. Мінеральні речовини, на відміну від білків, жирів та вуглеводів, не мають енергетичної цінності. Однак без них життя людини неможливе, хоча вони і не синтезуються в людському організмі, а надходять в організми виключно з їжею.

Мінеральні речовини відіграють надзвичайно важливу роль в обмінних процесах людського організму. Вони необхідні для формування опорних тканин – кістки, хрящі, зуби (кальцій, фосфор, магній, флуор), беруть участь у кровотворенні (ферум, кобальт, купрум, манган, нікол), впливають на водний обмін, визначають осмотичний тиск плазми крові, є основними частинами ряду гормонів, вітамінів, ферментів.

Майже всі елементи періодичної системи зустрічаються в живому організмі та в продуктах харчування. В залежності від вмісту в організмі та потреб в них усі мінеральні елементи поділяються на **макро-** та **мікроелементи**. До **макроелементів** відносять елементи, добова потреба в яких організму людини становить більше, ніж 100 мг. До макроелементів відносяться Натрій, Калій, Кальцій, Магній, Фосфор, Сульфур та Хлор. Потреба організму в **мікроелементах** становить міліграми, або навіть мікрограми на добу (Ферум, Кобальт, Йод, Флуор, Купрум, Манган, Цинк, Селен та ін.). Загальний вміст усіх мінеральних речовин становить 3-5 % від маси тіла людини. Вміст їх у продуктах харчування незначний – 0,03-1,9 %.

Деякі органи та тканини утворюють своєрідні «депо» мікроелементів, за допомогою яких здійснюється необхідний розподіл елементів по організму. В основному мінеральні речовини накопичуються у печінці, м'язах та ендокринних органах. Наприклад, Цинк – в гіпофізі, щитовидній залозі, статевих органах; Кобальт – в підшлунковій та щитовидній залозах; Флуор – у сім'яниках; Молібден – в підшлунковій залозі; Арсен – у щитовидній залозі. В таблиці 4.1 наведені добові потреби населення України у деяких мінералах.

Більшість необхідних для організму людини елементів у вигляді мінеральних солей, йонів, комплексних сполук та органічних речовин входять до складу живої матерії та є незамінними нутрієнтами, які повинні щоденно надходити з їжею. Вміст мінеральних речовин в основних харчових продуктах наведений у таблиці 4.2.

Дефіцит в організмі того чи іншого мікроелементу може виникати з різних причин. До аліментарних факторів відносяться незбалансоване харчування, голодування та вегетаріанство. Відтворення недостачі макро- та мікроелементів можливе традиційними (зв'язаними з харчовою сировиною та харчовими продуктами) та альтернативними джерелами харчових та біологічно активних речовин.

2. Найважливіше значення мікроелементів полягає у підтримці кислотно-основної рівноваги, яка необхідна для забезпечення сталості внутрішнього середовища організму та нормальних умов обміну речовин. Різні речовини можуть змінювати рН внутрішнього середовища людського організму в лужну або в кислу область.

Таблиця 4.1

Добова потреба населення України у мінералах*

Вікова група	Ca, мг	P, мг	Mg, мг	Fe, мг	Se, мг	Cu, мг	Zn, мг	I, мкг	F, мг
0-3 місяці	400	300	50	4	10-15	0,3-0,5	3	40	
4-6 місяців	500	400	60	7	10-15	0,3-0,5	4	50	
7-12 місяців	600	500	70	10	10-15	0,3-0,5	7	60	
1-3 роки	800	800	100	10	10-15	0,3-0,5	10	70	
4-6 років	800	800	120	10	20	1,2	10	90	
6 років (учні)	800	800	150	12	30	1,5	10	100	
7-10 років	1000	1000	170	12	30	1,5	10	120	
11-13 років (хлопчики)	1200	1200	280	12	40	2	15	150	
11-13 років (дівчатка)	1200	1200	270	15	45	1,5	12	150	
14-17 років (хлопці)	1200	1200	400	12	50	2,5	15	200	
14-17 років (дівчата)	1200	1200	300	15	50	2	13	200	
Чоловіки 18-60 років	1200	1200	400	15	70		15	0,15	0,75
Жінки 18-60 років	1100	1200	350	17	50		12	0,15	0,75
Чоловіки 60-74 роки	800	1200	400	15			15	0,15	
Чоловіки \geq 75 років	800	1200	400	15			15	0,15	
жінки 60-74 роки	1000	1200	400	15			15	0,15	
жінки \geq 75 років	1000	1200	400	15			15	0,15	

* Наказ Міністерства Охорони Здоров'я України № 272 від 18.11.99 «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 2 грудня 1999 р. за № 834/4127

Таблиця 4.2

Мінеральний склад основних продуктів харчування

	Макроелементи, мг/100 г							Мікроелементи, мкг/100 г								
	K	Ca	Mg	Na	S	P	Cl	Fe	I	Co	Mn	Cu	F	Cr	Zn	Mo
Хліб:																
житній	245	35	47	610	52	158	980	3900	5,6	-	1610	220	35	2,7	1210	8
пшеничний	129	23	33	506	59	84	837	1860	-	1,8	825	134	-	2,2	735	12,8
Молочні продукти:																
молоко коров'яче	146	120	14	50	29	90	110	67	9	0,8	6	12	20	2	400	5
сир	112	150	23	41	-	216	-	461	-	-	8	74	-	-	394	-
сир російський	116	1000	50	820	-	540	-	1100	-	-	-	50	-	-	3500	-
М'ясо:																
свинина	316	8	27	64,8	220	170	48	1940	6,6	8	28,5	96	69	13,5	2070	13
яловичина	355	10,2	22	73	230	188	59	2900	7,2	7	35	182	63	8,2	3240	11,6
баранина	329	9,8	25,1	101	165	168	83,6	2090	2,7	6	35	238	120	8,7	2820	9
Риба:																
короп	265	35	25	55	180	210	55	800	5	35	150	130	25	55	2080	4
тріска	340	25	30	100	200	210	165	650	135	30	80	150	700	55	1020	4
Овочі:																
капуста	185	48	16	13	37	31	37	600	3	3	170	75	10	5	400	10
картопля	568	10	23	28	22	58	58	900	5	5	170	140	30	10	360	8
морква	200	51	38	21	6	55	63	700	5	2	200	80	55	3	400	20
Фрукти:																
сливи	214	20	9	18	6	20	1	500	4	1	110	87	2	4	100	8
яблука	278	16	9	26	5	11	2	2200	2	1	47	110	8	4	150	6

* За даними Скурихіна І.М., Волгарєва М.Н. «Химический состав пищевых продуктов», 1987.

Калій, Магній і Натрій в організмі знаходяться у вигляді катіонів та утворюють основи (дають лужну реакцію), а Фосфор, Сульфур та Хлор – у вигляді аніонів і утворюють кислоти.

Молоко та молочні продукти, овочі, фрукти, ягоди містять катіони, які дають лужну реакцію, а м'ясо, риба, яйця, хлібобулочні та круп'яні вироби – аніони, які дають кислу реакцію.

Мікроелементи регулюють водно-сольовий обмін, підтримують осмотичний тиск в клітинах та міжклітинній рідині, забезпечуючи тим самим проникнення між ними поживних речовин та продуктів обміну. Мікроелементи беруть участь в пластичних процесах побудови тканин організму, особливо твердих.

Разом з цим функції кожного елемента достатньо специфічні.

2.1. Натрій (Na)

В людському організмі міститься ~115 г Натрію. Приблизно третина цієї кількості у вигляді неорганічних сполук знаходиться в кістковій тканині. Решта Натрію міститься у позаклітинних рідинах організму. Вміст Натрію у крові 310-340 мг%.

Вміст у харчових продуктах. Природний вміст Натрію в харчових продуктах незначний і в організм людини він надходить в основному за рахунок кухонної солі ($NaCl$). Крім цього, відносно багато натрій хлориду міститься в багатьох харчових продуктах: ковбасі, салі, соленій рибі, ікрі, сирі, оливках, кукурудзяних пластівцях тощо.

Значення в людському організмі:

Натрій – важливий міжклітинний та внутріклітинний елемент, який бере участь у створенні необхідної буферності крові, регуляції кров'яного тиску, водного обміну (йони натрію сприяють набухання колоїдів тканин, що затримує воду в організмі), активації травних ферментів, регуляції нервової та м'язової тканин.

Потреба в Натрії існує, але вона незначна. Однак вона значно зростає (майже у 2 рази) при сильному потовиділенні (при значних фізичних навантаженнях, в умовах жаркого клімату тощо). Поряд з цим встановлена пряма залежність між надлишковим споживанням Натрію та гіпертонією. З вмістом Натрію пов'язують також здатність тканин утримувати воду. Надлишкове споживання кухонної солі перевантажує нирки та серце. В результаті чого набрякають ноги та лице. Ось чому при захворюваннях нирок чи серця рекомендується різко обмежити споживання солі.

Добова потреба:

Потреба в Натрії остаточно не встановлена. Для підтримки обмінних процесів достатньо 2 г, однак зазвичай вживають з їжею значно більше Натрію 4-6 г (це відповідає 10-15 г кухонної солі).

2.2. Калій (K)

В організмі дорослої людини міститься 160-180 г Калію (~0,23 % від загальної маси тіла). Біологічна засвоюваність Калію організмом становить

90-95 %. Солі Калію легко всмоктуються і швидко виводяться з організму з сечею, потом та через кишково-шлунковий тракт.

Вміст у харчових продуктах:

В організм людини сполуки Калію надходять з їжею. Багато Калію міститься в молочних продуктах, м'ясі, какао, томатах, бобових, картоплі, петрушці, морській капусті, сухофруктах (урюк, родзинки, груші, яблука), бананах, дині та чорному чаї.

Значення в людському організмі:

Разом з Натрієм та Хлором, Калій є постійним складовим елементом усіх клітин і тканин. В організмі ці елементи містяться в певному співвідношенні та забезпечують постійний склад внутрішнього середовища. Основними функціями Калію в людському організмі є:

- підтримка постійного складу клітинної та міжклітинної рідини;
- підтримка кислотно-основної рівноваги;
- забезпечення міжклітинних контактів;
- підтримка нервово-м'язової активності клітин;
- участь в нервовій регуляції серцевих скорочень;
- підтримка водно-сольового балансу, осмотичного тиску;
- підтримка нормального рівня кров'яного тиску;
- участь в забезпеченні діяльності нирок.

При дефіциті Калію в їжі, що у здорових людей трапляється досить рідко, можливе зменшення його кількості в крові, що призводить до м'язової слабкості та апатії, сонливості, втрати апетиту, сповільнення пульсу. Надлишок Калію в організмі також може спричинити серйозні порушення різних функцій органів та систем організму.

Добова потреба:

Вважається, що доросла людина вживає за добу 2,2-3,0 г Калію. Вміст Калію в їжі жителів різних країн коливається від 1,8 до 5,6 г. Добова потреба у Калії складає не менше 2,0 г для осіб 18-річного віку. Для людей старшого віку до цієї величини додають 50 мг за кожний рік.

2.3. Кальцій (Ca)

Кальцій є важливою складовою частиною організму; його загальний вміст становить ~1,4 % від маси тіла. В організмі людини він розподілений нерівномірно: приблизно 99 % його міститься в кістках і лише 1 % – в інших частинах тіла (кров та м'які тканини). Виводиться Кальцій з організму через кишківник та нирки.

Вміст у харчових продуктах:

Кальцій у великих кількостях міститься в багатьох харчових продуктах та щоденно надходить в організм з їжею. Значна кількість Кальцію міститься в молочних продуктах (вершки, молоко, сир). Дещо менше його в городній зелені (петрушка, шпинат), овочах (боби, квасоля), горіхах та рибі.

Значення в людському організмі:

Головна функція Кальцію в людському організмі полягає в утворенні жорстких конструкцій кісток. Кальцій забезпечує міцність нігтів та зубів. Іншими функціями Кальцію є:

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

Зменшення концентрації Кальцію в організмі призводить до пониження збудливості нервової системи, наслідком чого є поява судом. Дефіцит Кальцію також може спровокувати розвиток гіпертонічних кризів, токсикозів вагітності, підвищення рівню холестерину в крові.

Добова потреба:

Потреба дорослої людини в Кальції – 0,8-1,5 г на добу. Значно більша кількість Кальцію (до 2 г на добу) потрібна вагітним жінкам, жінкам, які годують немовлят, та дітям, в організмі яких Кальцій використовується на утворення кісток.

2.4. Магній (Mg)

Магній відіграє дуже важливу роль в організмі людини. В організмі дорослої людини міститься приблизно 140 г Магнію (0,2 % від маси), причому 2/3 цієї кількості припадає на кісткову тканину. Головне «депо» Магнію знаходиться в кістках та м'язах.

Вміст у харчових продуктах:

Особлива багата на Магній рослинна їжа. Значна його кількість міститься в пшеничних висівках, різних крупах (40-200 мг/100 г продукту), бобових урюку, куразі, чорносливі. Мало Магнію в молочних продуктах, м'ясі, рибі, макаронних виробах, більшості овочів та фруктів (20-200 мг/40 г продукту).

Значення в людському організмі:

Магній є важливим міжклітинним та внутріклітинним елементом, який бере участь в обміні білків, жирів та вуглеводів. Він є активатором для багатьох ферментативних реакцій, таких як синтез білків та нуклеїнових кислот. Магній бере участь в підтримці нормального функціонування нервової системи та серцевих м'язів; має судинорозширюючі властивості, понижуючи артеріальний тиск; стимулює жовчовиділення; підвищує активність кишківника; укріплює імунну систему організму.

Великі дози Магнію майже не впливають на стан організму. Однак, слід пам'ятати, що надлишок Магнію понижує засвоєння Кальцію. Оптимальне співвідношення Кальцію та Магнію становить 1 : 0,5. При недостатці магнію порушується засвоєння їжі, сповільнюється ріст, на стінках судин відкладається кальцій. Дефіцит Магнію також підвищує ризик захворювання інфарктом міокарда, призводить до захворювань шкіри, випаданню волосся.

Добова потреба:

Потреба дорослої людини в Магнії – 200-400 мг на добу. Вона змінюється в залежності від фізіологічного стану та віку людини: для дітей та підлітків вона становить 1000 мг та більше.

2.5. Фосфор (P)

Вміст Фосфору в організмі дорослої людини становить ~1,0 % від маси тіла. Основна кількість його міститься в кістках. Багато Фосфору в м'язах та нервовій тканині. З організму Фосфор виводиться з сечею та калом.

Вміст у харчових продуктах:

Фосфор широко розповсюджений в природі, в тому числі у харчовій сировині та продуктах (молоко, м'ясо, риба, хліб, овочі, яйця, сир, горіхи), у зв'язку з чим нестача Фосфору в їжі практично не спостерігається. Багатим джерелом Фосфору є різні крупи (вівсяна, перлова). Однак, з рослинних продуктів сполуки Фосфору засвоюються дещо важче, ніж при вживанні їжі тваринного походження.

Значення в людському організмі:

Фосфору належить провідна роль у функціонуванні центральної нервової системи. Сполуки Фосфору найбільш поширені в організмі людини і мають велике значення у процесах обміну речовин у м'язах. Фосфор входить до складу АТФ – головного акумулятора енергії тваринного організму. Крім того, Фосфор потрібен кожному клітинному ядру, тому що на нуклеїнових кислотах, які містять Фосфор, записана програма побудови кожної клітини, програма побудови усього організму – спадковість.

При тривалому дефіциті Фосфору в харчуванні організм використовує власний Фосфор з кісткових тканин. Це призводить до демінералізації кісток та порушенню їх структури – крихкості. При збідненні організму Фосфором також послаблюється розумова та фізична працездатність, спостерігається втрата апетиту, апатія.

Добова потреба:

Добова потреба людини у Фосфорі 1,2-1,6 г. Вона збільшується при значних фізичних чи розумових навантаженнях, при деяких захворюваннях.

2.6. Сульфур (S)

Сульфур в організмі людини – необхідна складова клітин, ферментів, гормонів (інсуліну) та сульфурвмісних амінокислот. Вміст Сульфуру в організмі становить ~140 г.

Вміст у харчових продуктах:

Сульфур надходить в людський організм в основному з продуктами тваринного походження. Вміст Сульфуру зазвичай пропорційний вмісту білків в харчових продуктах, тому його більше в продуктах тваринного походження. Найбільший вміст Сульфуру у яловичині, свинині, морському окуні, трісці, ставриді, яйцях, молоці, сирі.

Значення в людському організмі:

Виключне значення Сульфуру полягає в тому, що він входить до складу деяких амінокислот, з яких побудовані білкові молекули людського організму. Сульфурвмісні групи білків ($-SH$ та $-S-S-$) відіграють надзвичайно важливу роль при формуванні просторової (третинної) структури білка. Крім того, ці групи зумовлюють каталітичну активність багатьох ферментів та біологічну активність деяких вітамінів.

Добова потреба:

Вважається, що добовий раціон людини повинен містити 4-5 г Сульфуру.

2.7. Хлор (Cl)

Хлор – один з біогенних елементів, постійний компонент тканин рослин та тварин.

Вміст у харчових продуктах:

Хлор у вигляді хлоридів металів міститься практично в усіх тваринних та рослинних організмах. Особливо багаті на Хлор хліб, м'ясні та молочні продукти.

Значення в людському організмі:

Головне значення Хлору в людському організмі – він у вигляді аніону є основною осмотично активною речовиною плазми крові, лімфи, спинномозкової рідини та деяких тканин. Хлор відіграє важливу роль у водно-сольовому обміні, сприяючи утримуванню тканинами організму води. Регуляція кислотно-лужної рівноваги в тканинах здійснюється поряд з іншими процесами шляхом зміни в розподілі Хлору між кров'ю та тканинами організму: Хлор бере участь в утворенні шлункового соку, формуванні плазми, активації ферментів, здійснюючи тим самим ряд життєво важливих функцій.

Дефіцит Хлору (кухонної солі) в їжі або підвищене її виведення за певних умов може спричинити хлорпенію, яка супроводжується серцевою слабкістю, пониженням тиску, підвищенням серцебиття, а далі - втратою свідомості та судомами. Порушення в обміні Хлору призводить до розвитку набряків та інших патологій.

Добова потреба:

Добова потреба у Хлорі організмом людини становить 2-5 г і практично повністю задовольняється за рахунок натрій хлориду (кухонної солі), що міститься в більшості харчових продуктів.

3. Мікроелементи

Група мікроелементів більш різноманітна та менш вивчена. І хоча біологічна дія більшості з них достатньо вивчена, сьогодні з'являються нові дані, які розширюють інформацію про дію мікроелементів на організм людини.

3.1. Ферум (Fe)

Незважаючи на те, що вміст феруму в людині масою 70 кг не перевищує 5 г, він відіграє особливу роль у життєдіяльності організму.

Вміст у харчових продуктах:

В організм людини Ферум надходить з їжею. Харчові продукти тваринного походження містять Ферум в найбільш легко засвоюваній формі. Деякі рослинні продукти також багаті на Ферум, але його засвоєння організмом відбувається важче. Відносно багато Феруму у яловичині, печінці, рибі (особливо в сардині, скумбрії, тунці), гарбузах, устрицях, вівсяній крупі, какао, горосі, пивних дріжджах, інжирі та ізюмі.

Значення в людському організмі:

Важлива роль Феруму для організму людини встановлена ще у XVIII ст. Ферум займає особливе місце, тому що на нього не поширюється дія секреторної системи. Концентрація Феруму регулюється виключно його поглинанням, а не виділенням.

Основною функцією Феруму в організмі є перенесення кисню та участь в окисно-відновних процесах (у складі ферумвмісних ферментів). Ферум входить до складу гемоглобіну, міоглобіну та цитохромів. Більша частина Феруму в організмі міститься в еритроцитах а також в клітинах мозку. Ферум також відіграє важливу роль в процесах виділення енергії, в ферментативних реакціях, в забезпеченні імунних функцій, в метаболізмі холестерину.

Дефіцит, так само як і надлишок Феруму, негативно впливає на здоров'я людини. За даними ВООЗ, від дефіциту Феруму потерпає кожен п'ятий житель планети. Нестача Феруму викликає малокрів'я, яке характеризується слабкістю, апатією, блідістю шкіри. Дефіцит Феруму також викликає порушення ферментативних реакцій в організмі, погіршення стану шкіри, волосся та нігтів. Діти з недостатнім надходженням Феруму в організм частіше страждають інфекційними захворюваннями.

Не дивлячись на активну участь Феруму в обміні речовин, цей елемент може спричинити токсичну дію при надходженні в організм у великих кількостях. В деяких випадках спостерігалася поява шокowego стану в людини.

Добова потреба:

Добова потреба людини у Ферумі становить 10-20 мг. Ця кількість Феруму повністю може бути забезпечена при правильно складеному харчовому раціоні. В період вагітності у жінок потреба у Ферумі значно зростає.

3.2. Купрум (Cu)

В організмі дорослої людини є до 80 мг Купруму, половина якої утримується в кістках, 10 % – у печінці.

Вміст у харчових продуктах:

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

Значення в людському організмі:

Купрум є життєво необхідним елементом, який входить до складу багатьох вітамінів, гормонів, ферментів, бере участь в процесах обміну речовин, в тканинному диханні тощо. Купрум має велике значення для підтримки нормальної структури кісток, хрящів, сухожилів, еластичності стінок кровоносних судин.

Купрум має яскраво виражені протизапальні властивості, пом'якшує прояв аутоімунних захворювань, сприяє засвоєванню феруму.

Нестача Купруму призводить до порушень у формуванні серцево-судинної системи, скелету, центральної нервової системи, поглиблює спадкові хвороби (хвороба «кучерявого волосся» з важким ураженням

центральної нервової системи, аномалії скелету), зумовлює надлишкову концентрацію холестерину.

Вживання надлишкової кількості Купруму призводить до подразнення слизових оболонок, враження капілярів, печінки, нирок, розладу в діяльності центральної нервової системи. Забруднення солями Купруму харчових продуктів може відбуватися в процесі виробництва, в яких використовуються мідні деталі, а також від мідної тари.

Добова потреба:

Добова потреба організму в Купрумі становить 2-5 мг. Потреба в Купрумі зростає при запальних захворюваннях та схильності людини до хвороб суглобів.

3.3. Йод (I)

В організмі людини утримується в середньому 20-30 мг Йоду, причому половина від цієї кількості знаходиться у щитовидній залозі. Решта цього елемента розподілена в печінці, яєчниках, нирках, лімфовузлах, мозку, м'язах та волоссі.

Вміст у харчових продуктах:

Основним джерелом Йоду для організму людини є морепродукти, а також йодована сіль, яка використовується в харчовій промисловості. Вміст Йоду в харчових продуктах значно варіюється. Кількість Йоду в овочах і фруктах залежить від складу ґрунту та добрив, а також від способу переробки цих продуктів. Найбільш багаті на Йод такі морепродукти як тріска, червоні та бурі водорості, палтус, оселедець, сардини, креветки. У процесі виготовлення продуктів слід враховувати, що під час тривалого зберігання та теплової обробки їжі втрачається 20-60% Йоду.

Значення в людському організмі:

Йод має високу фізіологічну активність і є обов'язковим структурним компонентом гормонів щитовидної залози. В організмі він виконує такі основні функції:

- участь в регуляції швидкості біохімічних реакцій;
- участь в регуляції обміну енергії, температури тіла;
- участь в регуляції білкового, жирового та водно-електролітного обміну;
- участь в регуляції обміну деяких вітамінів;
- участь в регуляції процесів росту та розвитку організму.

Добова потреба:

Вважають, що оптимальна інтенсивність надходження Йоду в організм людини становить 100-150 мкг на добу. Ця кількість значно зростає при вагітності у жінок, посиленому рості організму, охолодженні.

3.4. Кобальт (Co)

Кобальт є життєво необхідним елементом для тварин і людей. Концентрується він у печінці, дещо меншою мірою – у щитовидній залозі, нирках, лімфатичних вузлах і підшлунковій залозі.

Вміст у харчових продуктах:

В організм людини Кобальт надходить з їжею. Особливо багато Кобальту в печінці тварин, молоці, червоному буряку, редисці, зеленій цибулі, капусті, петрушці, салаті та часнику.

Значення в людському організмі:

Без Кобальту не обходиться кровотворення. Він, поряд з Ферумом та Купрумом, є основним металом, що бере участь при утворенні молодих еритроцитів та гемоглобіну.

Кобальт також входить до складу вітаміну В₁₂, який, крім процесів кровотворення, впливає на обмін речовин, в першу чергу на синтез білків, а також бере участь в процесах блокування та утилізації токсичних елементів.

При надлишку Кобальту можливі ураження органів дихання, кровотворення, серцево-судинної та нервової систем, а також алергічний дерматит, хронічний бронхіт, пневмонія, захворювання кишково-шлункового тракту і жовчовивідних шляхів. За дефіциту Кобальту можливі нестача вітаміну В₁₂, атрофія слизової оболонки кишківника. Ендогенний дефіцит настає при хронічному гастриті, виразковій хворобі дванадцятипалої кишки. У розпиленому стані Кобальт токсичний.

Добова потреба:

Оптимальна інтенсивність надходження Кобальту в людський організм – 20-50 мкг на добу.

3.5. Манган (Mn)

Манган є есенціальним елементом для людини та тварин. В організмі людини міститься 10-20 мг Мангану. В організм він надходить через шлунково-кишковий і респіраторний тракти. Накопичується Манган у печінці, нирках, підшлунковій залозі. Надлишкова концентрація його спостерігається у волосяному покриві.

Основним шляхом виведення Мангану з організму людини є система травлення, куди він потрапляє з жовчю і соком підшлункової залози. Найбільша кількість елемента виводиться з сечею.

Вміст у харчових продуктах:

Сполуки Мангану надходять в організм людини з їжею. Багато Мангану міститься в чаї та каві, житньому хлібі, пшеничних та рисових висівках, сої, горосі, картоплі, буряку, помідорах, чорниці та в деяких лікарських рослинах.

Значення в людському організмі:

Манган – це один з найважливіших біоелементів. Він є компонентом багатьох ферментів та виконує в організмі такі основні функції:

- перешкоджає вільнорадикальному окисненню, що забезпечує стабільність структури клітинних мембран;
- забезпечує нормальне функціонування м'язової тканини;
- бере участь в обміні гормонів щитовидної залози;
- забезпечує розвиток сполучних тканин, хрящів та кісток;
- посилює інтенсивність утилізації жирів;
- бере участь в регуляції обміну вітамінів С, Е, групи В, холіну, Купруму;
- бере участь в забезпеченні повноцінної репродуктивної функції;

- необхідний для нормального росту та розвитку організму.

Дефіцит Мангану сприяє розвитку діабету і судомного синдрому. Надлишок Мангану зумовлює синдром паркінсонізму (розлад рухової активності), психічні відхилення, астеновегетативний синдром.

Добова потреба:

Середньодобова потреба в Мангані людини становить 2-5 мг.

3.6. Цинк (Zn)

Цинк накопичується переважно в м'язах, еритроцитах, плазмі, сперматозоїдах. Загальна його кількість в людському організмі становить 1,5-3 г.

Вміст у харчових продуктах:

В організм людини Цинк надходить з їжею. Особливо багато Цинку міститься в яловичині, печінці, молоці, морських продуктах (устриці, молюски, оселедець), пшеничних висівках, вівсяному борошні, моркві, горосі, цибулі, шпинаті та горіхах.

Значення в людському організмі:

Цинк входить до складу металоферментів, що беруть участь у різних метаболічних процесах, зокрема у синтезі та розпаді вуглеводів і жирів. Необхідною є участь Цинку в синтезі білка і нуклеїнових кислот, стабілізації структури ДНК, процесах білкового обміну. Отже, Цинк впливає на функціонування генетичного апарату, ріст і поділ клітин, загоєння ран, вироблення рефлексів поведінки, розвиток мозку і забезпечує смакові сприйняття. Він є у складі шлункового соку і каталізує енергетичні процеси в клітинах.

Цинк сприяє всмоктуванню вітаміну Е та підтримці нормальної концентрації цього вітаміну в крові. Він також укріплює імунну систему організму та має детоксикуючу дію – сприяє виведенню з організму карбон(IV) оксиду. Важливу роль Цинк відіграє при переробці організмом алкоголю.

За токсичною дією на організм людини Цинк належить до мікроелементів першого класу небезпеки. Надлишок його в організмі зумовлює загальну захворюваність дітей, змінює склад крові. З продуктів, що тривалий час зберігаються в оцинкованій посудині, приблизно 220-450 мг Цинку переходить в організм, що викликає нудоту. Вживання його 100-300 мг/день спричинює дефіцит Купруму.

Дефіцит Цинку призводить до вроджених пороків розвитку плодів (викривлення хребта, пороки серця тощо). При екзогенному дефіциті Цинку, порушеннях його всмоктування розвиваються анемія, карликовість, дерматит, можливі передчасні роди, вроджені каліцтва, затримання росту і статевого розвитку, порушення смакової чутливості і нюху, уповільнене загоювання ран.

Добова потреба:

Вважається, що оптимальна інтенсивність надходження Цинку в людський організм складає 10-15 мг на добу. Така кількість Цинку цілком забезпечується звичайним харчовим раціоном.

3.7. Флуор (F)

Флуор у невеликій кількості міститься у всіх тканинах людини. Загальний вміст флуору в організмі дорослої людини ~2,6 г. У крові вміст флуору коливається в межах 0,03-0,07%. Значно більше його в кістках (10-30%) і особливо багато є в зубах (в емалі 120-150 мг%, в дентині близько 50 мг%).

Вміст у харчових продуктах:

Сполуки флуору надходять в організм людини з їжею та водою. Багато флуору міститься в рисі, яловичині, яйцях, молоці, цибулі, шпинаті, яблуках та інших продуктах. Особливо багатий на флуор чай (100 мкг/г) та морська риба (5-10 мкг/г).

Значення в людському організмі:

Флуор життєво необхідний для нормального росту та розвитку людського організму. Він відноситься до біомікроелементів і відіграє значну роль в розвитку і мінералізації кісток зубів.

В місцевостях, де вміст флуору у воді занижений і де харчові продукти бідні на флуор, часто зустрічається карієс зубів, але надлишок флуору викликає інше захворювання – флюороз. В організмі флуор бере участь в багатьох біохімічних процесах.

Добова потреба:

Середньодобове надходження флуору в людський організм повинно становити 0,5-1,5 мг.

3.8. Селен (Se)

Необхідність Селену для організму людини була з'ясована у 1935 р., коли в Китаї через його недостачу у навколишньому середовищі постраждало 40% населення. Селен накопичується в людському організмі, перш за все у нирках, підшлунковій залозі, легенях, шкірі та волоссі.

Вміст у харчових продуктах:

Природним джерелом Селену для людини є харчові продукти. Відносно високий вміст Селену в часнику, свинячому салі, пшеничних висівках та білих грибах. Також багато Селену міститься в оливковій олії, морських водоростях, пивних дріжджах, бобових, оливках, кокосах та фісташках.

Значення в людському організмі:

В організмі Селен стимулює процеси обміну речовин. Важливість Селену зумовлена його участю в дії окисно-відновних ферментів, багатьох анаболічних процесах, розкладанні пухлинних клітин. Пов'язаний він з процесами росту і старіння, передачею генетичної інформації. Селен є складовою частиною гормонів і ферментів. З допомогою цього елемента зашифровано код у хромосомному апараті клітин. Він є природним антиоксидантом, захищає мембрани клітин від руйнування, сприяє їх відновленню, продовжує їх життя.

Було показано, що Селен є складовою частиною основного ферменту синтезу гормонів щитовидної залози, тобто дефіцит селену може у значній мірі викликати йодну недостатність.

Селен є основним компонентом ферменту, який захищає організм від шкідливих речовин, які утворюються при розпаді токсинів. Він зв'язує такі небезпечні для людського організму метали, як свинець, платина та ртуть.

В організмі, в якому є надлишок Селену, можливі виникнення селенового токсикозу з дерматитом, ушкодження емалі зубів, анемія, нервові розлади, селенотоксична дегенерація печінки, збільшення селезінки, зміни форм нігтів і волосся.

Селен також подразнює слизову оболонку, зумовлює бронхіти, гастрити, недостатність міокарда.

Дефіцит Селену впливає на спадковий фіброз підшлункової залози, може стати фактором підвищеної смертності при злоякісних новоутвореннях шлунка, кишківника, молочної залози, яєчників, простати і легень. З цим пов'язано більше 70 різних захворювань (порушення обміну речовин, дисфункція щитовидної залози, зниження імунітету, 14 різновидів серцево-судинної патології, 8 видів ракових захворювань, малокрів'я, бронхіальна астма, нирковокам'яна хвороба, цукровий діабет, остеохондроз тощо).

Добова потреба:

Добова потреба організму людини у Селені – 20-100 мкг.

Основні хімічні елементи (в алфавітному порядку), які обов'язково повинні бути в їжі, яку ви споживаєте.

Бром – присутній в печінці, щитовидній залозі, надниркових і в нігтях. Міститься в основному в морських рослинах.

Ферум – основний елемент червоних клітин крові, що дозволяє зв'язувати кисень. У печінці постійно присутній запас заліза на випадок виникнення його дефіциту. Багато заліза міститься в щавлі, цибулі, шпинаті, редьці, спаржі, кольрабі, суниці, кавунах, агрус.

Іод – виявлений в невеликих кількостях в щитовидній залозі і є незамінним речовиною для формування її гормонів. Найбагатші джерела – зелені боби, спаржа, капуста, часник, помідори, салат, картопля, ананаси, суниця, виноград і груші. Багато йоду міститься в морській капусті.

Калій – у вигляді фосфату входить до складу м'язової тканини, бере участь у формуванні червоних клітин крові, тканин мозку, в синтезі глікогену, в серцевій діяльності. З рослинних продуктів найбільше калію міститься в помідорах, капусті, салаті, ріпі, щавлі, селері, огірках, баклажанах, буряку, пастернаку, оливках, чорниці, лимонах, абрикосах (особливо в куразі), винограді, бананах, різних видах горіхів.

Кальцій – входить до складу більш ніж 50% сполук, присутніх в тілі людини. Велика частина його міститься в кістках і зубах, він становить найважливіший складовий елемент крові і м'язів. Найбільш багаті кальцієм продукти: крес-салат, кріп, листя ріпи, савойська капуста, салат, кульбабу, мангольд, селера, помідори, лимони, журавлина, суниця, ожина, апельсини, бразильські горіхи, фундук, мигдаль.

Силіцій – присутній в м'язовій тканині, волоссі, нігтях, підшлунковій залозі, сполучної тканини, шкіри. Разом з фтором бере участь у формуванні емалі зубів. Основні джерела силіцію – салат, пастернак, спаржа, кульбаба, шпинат, цибуля, буряк, суниця, вишня, абрикоси, кавуни, яблука.

У рослинних продуктах кремній в основному міститься в шкірці і оболонці зерен злаків, а тому біле борошно, полірований рис марні як джерело кремнію. Ті, хто зловживають такими продуктами, при цьому очищають від шкірки фрукти і не включають в свій раціон листові овочі, майже завжди страждають від дефіциту силіцію.

Літій – виявлений в невеликих кількостях майже у всіх частинах людського тіла, але в основному в легенях. Передбачається, що він незамінний для метаболізму альбумінів. Літій міститься в деяких мінеральних водах, морській і кам'яній солі, в рослинах сімейства рожевих, гвоздикових, пасльонових, до яких належать помідори та картопля.

Магній (в основному у формі магній ортофосфату) – надає твердості кісткам і зубам. Зуби містять більше магнію, ніж кістки. Магній бере також участь у формуванні білка крові. Найбагатші джерела магнію – помідори, кріп, шпинат, салат, кульбабу, щавель, капуста та огірки, а також ожина, яблука, чорниця, банани, ізюм, ананаси, кавуни і агрус, волоські горіхи.

Манган – міститься в червоних клітинах крові і залозах внутрішньої секреції. Джерела його надходження в організм – крес-салат, петрушка, листя настурції, волоські горіхи, мигдаль, каштани.

Купрум – знайдена в печінці, жовчі і крові і незамінна для засвоєння заліза і утворення гемоглобіну. Мідь присутня в листі шпинату, селери, салату, цибулі-порей, в редьці, моркви, ріпі, буряку, картоплі, зелених бобах, гарбузі, огірках, помідорах, грушах, яблуках, винограді, оливках, бананах, апельсинах, а також в бобах, сочевиці, кукурудзі, рисі та в різних горіхах.

Арсен – в дуже невеликих кількостях присутня в шкірі, волоссі, нігтях, мозку, щитовидній залозі та інших залозах. Арсен, що міститься в харчових продуктах у сполуках з фосфором і йодом, не має нічого спільного зі сполуками арсену, використовуваними хіміками або продаються в аптеках. У достатній кількості він міститься у фруктах і овочах, а також в яєчному жовтку.

Натрій – в комбінації з хлором є основним елементом крові та лімфи. Він також міститься в слині, соку підшлункової залози і жовчі. Фосфат натрію і карбонат натрію в крові беруть участь в газообміні. Головні джерела – селера, шпинат, помідори, редька, буряк, гарбуз, морква, цибуля, капуста, суниця, гранат, яблука, авокадо і банани.

Нікол – виявлено в надзвичайно малих кількостях в різних органах тіла, але найбільше в інсуліні підшлункової залози. В достатніх для забезпечення потреб організму кількостях нікель міститься в овочах, злаках і фруктах.

Сульфур – входить до складу фактично всіх білків. В еритроцитах він бере участь в процесах окиснення. Багато сульфуру міститься в капусті, кропі, шпинаті, ріпі, журавлині, малині, смородині, фундуку.

Фосфор – приймає участь у багатьох хімічних процесах, будучи незамінним елементом для мозку, нервової системи, для формування зубів і кісток. Головні джерела фосфору в їжі – капуста, редька, гарбуз, крес-салат, щавель, кріп, огірки, шпинат, спаржа, смородина, чорниця, персик, агрус, лимон, слива, виноград, арахіс, мигдаль, волоські горіхи, фундук.

Флуор – знайдений в крові, зубах і кістках і в райдужній оболонці очей. Він бере участь у формуванні емалі та кісток. Найбагатші джерела флуору – крес-салат, кольорова капуста, червонокочанна капуста, часник, маслини.

Хлор – бере участь у формуванні шлункового соку, у великих кількостях присутній в крові, допомагає в нейтралізації азотистих продуктів обміну речовин. Найбагатші джерела хлору - помідори, селеру, кріп, салат, шпинат, капуста, пастернак, редька, авокадо, фініки, малина, банани, ананаси, родзинки, кокосові горіхи.

Цинк – у сполуках з фосфором важливий для мозкової діяльності. В організмі він присутній у невеликих кількостях, але при цьому є дуже суттєвим елементом для нормальної життєдіяльності. У достатній кількості цинк присутній у всіх свіжих овочах і фруктах.

Харчова роль мінеральних речовин пов'язана, перш за все, з їх присутністю в сировині для виробництва харчових продуктів. Однак низка мінеральних речовин використовуються в технології харчових продуктів та виготовлення їжі в чистому вигляді. Так, кухонна сіль використовується як добавка для надання певних смакових відчуттів. Натрій нітрит застосовується при виробництві ковбас для надання їм рожевого забарвлення. При переробці молока для одержання білкових коагулянтів в технології сиру використовують кальцій хлорид, а при виробництві плавлених сирків – суміш різних солей; для стабілізації харчової крові, яку одержують при переробці тварин, – фосфати, пірофосфати; в технології хлібобулочних і кондитерських виробів – соду тощо.

Необхідно відмітити, що в наш час у зв'язку з гострим дефіцитом мікронутрієнтів, в тому числі і мінеральних речовин, необхідна розробка нових підходів у виробництві харчових продуктів. До того ж немає ні одного харчового джерела, яке б містило у собі всі необхідні мінеральні речовини. Повного забезпечення мікронутрієнтами можна досягнути лише за рахунок різноманітності харчових раціонів, при яких не тільки досягається необхідний рівень споживання мінеральних речовин та вітамінів, але й спостерігається їх взаємопідсилююча дія.

4. Методи визначення мінеральних речовин у харчових продуктах

4.1. Визначення натрій хлориду в технічній кухонній солі за методом Мора

Визначення базується на прямому титруванні розчину кухонної солі розчином аргентум нітрату в присутності калій хромату.

Наважку технічної кухонної солі (1,0-1,5 г), зваженої на аналітичних вагах, переносять в мірну колбу на 250 мл і, розчинивши її у дистильованій воді, об'єм колби доводять до мітки.

Аліквотну частину (20,00 мл) розчину кухонної солі титрують розчином аргентум нітрату в присутності 1 мл 5 %-вого розчину K_2CrO_4 до появи осаду червоного кольору.

Масову частку NaCl в технічній кухонній солі обчислюють за формулою:

$$\omega(\%)NaCl = \frac{N_{AgNO_3} \cdot V_{AgNO_3} \cdot E_{NaCl} \cdot V_{колби}}{10 \cdot a \cdot V_{ніетки}}$$

де a – наважка солі, г.

4.2. Методика фотометричного визначення міді за допомогою діетилдитіокарбамату натрію

Мідь з діетилдитіокарбаматом натрію (Na-ДДТК) утворює комплексну сполуку відповідно з рівнянням реакції:

Розчин купрум діетилдитіокарбамату в органічних розчинниках забарвлений у зеленкувато-коричневий колір, який має максимум поглинання при $\lambda_{\text{макс.}} = 436 \text{ нм}$, $\epsilon = 1,4 \cdot 10^4$. Як розчинники, використовують тетрахлорметан, хлороформ та ізоаміловий спирт.

Цей метод застосовують для визначення Купруму в харчових продуктах.

У ділильну лійку ємністю 50-100 мл наливають 1 мл стандартного розчину солі Купруму, який містить 100 мкг міді. Додають 3 мл розчину тартрату натрію-калію, 3 мл розчину комплексу III. Нейтралізують розчин додаванням амоніаку до рН 8,5 за універсальним лакмусовим папірцем і додають 5 мл розчину натрій діетилдитіокарбамату.

Одержану комплексну сполуку Купрум діетилдитіокарбамату екстрагують двічі тетрахлорметаном. Об'єднані в ділильній лійці екстракти переносять в мірну колбу на 50 мл і доводять об'єм розчину тетрахлорметаном до позначки.

Для визначення Купруму у водній витяжці харчового продукту одержаний контрольний розчин солі Купруму поміщають у ділильну лійку і проводять ті ж операції, як і з стандартним розчином солі Купруму.

Концентрацію Купруму визначають методом порівняння. Вимірюють оптичну густину даного (A_x) і стандартного (A_{cm}) забарвлених розчинів комплексних сполук купрум діетилдитіокарбамату при товщині поглинального шару $l = 3 \text{ см}$ і синьому світлофільтрі $\lambda_{\text{макс.}} = 436 \text{ нм}$, використовуючи CCl_4 як розчин порівняння.

Використовуючи метод порівняння, обчислюють кількість Купруму:

$$C_x = \frac{A_x \cdot C_{cm}}{A_{cm}}$$

$\text{M}(\text{K}_2\text{O})$ $^2 \text{M}(\text{K})$ Після вибору чутливості розпилюють досліджувану воду для трьох вимірів. По кожному елементу беруть середні значення. За графіком знаходять концентрацію Калію і Натрію у воді (в мкг/мл), розраховують вміст елементів на 1 л води.

для калію: $\text{K} = \text{---} = 1,583$; $\text{K} = \text{---} = 1,907$. Визначення Калію і Натрію у водопровідній воді таким розрахунком, щоб покази гальванометра для досліджуваної води були в межах середньої Попередньо підбирають чутливість окремо для визначення Калію і Натрію з Визначення ґрунтується на вимірюванні сили фотоструму, що виникає при випромінюванні емісійних спектрів Натрію та Калію внаслідок збудження їх у полум'ї пальника.

4.3. Методика визначення Калію і Натрію методом емісійної полуменевої фотометрії

Визначення ґрунтується на вимірюванні сили фотоструму, що виникає при випромінюванні емісійних спектрів Натрію та Калію внаслідок збудження їх у полум'ї пальника.

Стандартні розчини виготовляють, виходячи із речовин NaCl і KCl (х.ч., ч.д.а.), висушених до сталої маси при $110 \text{ }^\circ\text{C}$. Для перерахунку на відповідні оксиди використовують фактори перерахунку:

$$\text{для натрію: } F_1 = \frac{2M(\text{NaCl})}{M(\text{Na}_2\text{O})} = 1,886; \quad F_2 = \frac{M(\text{NaCl})}{M(\text{Na})} = 2,543;$$

$$\text{для калію: } F_1 = \frac{2M(\text{KCl})}{M(\text{K}_2\text{O})} = 1,583; \quad F_2 = \frac{M(\text{KCl})}{M(\text{K})} = 1,907.$$

Спочатку готують по 200 мл основного стандартного розчину концентрацією 0,1 мкг/мл, в перерахунку на Na_2O (Na) і K_2O (K). Робочі розчини для побудови калібрувального графіка готують шляхом розведення стандартного розчину дистильованою водою в мірних колбах. Для Калію: в мірні колби ємністю 100 мл відбирають відповідно 1, 2, 4, 6, 8, 10 мл основного стандартного розчину і розводять до позначки водою. Для Натрію: в такі ж колби відбирають відповідно 1, 3, 6, 10, 15 мл основного стандартного розчину. Виготовлені розчини по черзі тричі фотометрують,

йдучи від нижчих концентрацій до вищих і навпаки, при сталому режимі роботи фотометра. За одержаними даними будують калібрувальний графік у координатах «величина фотоструму – концентрація».

4.4. Визначення Калію і Натрію у водопровідній воді

Попередньо підбирають чутливість окремо для визначення Калію і Натрію з таким розрахунком, щоб покази гальванометра для досліджуваної води були в межах середньої частини графіка. Після вибору чутливості розпилюють досліджувану воду для трьох вимірів. По кожному елементу беруть середні значення. За графіком знаходять концентрацію Калію і Натрію у воді (в *мкг/мл*), розраховують вміст елементів на 1 л води.

4.5. Методика атомно-абсорбційного визначення заліза і свинцю у вині та пиві

Присутність слідових кількостей металів заліза, свинцю, міді, цинку та ін., у значній мірі обумовлює якість пива та вина. Тому вміст багатьох металів контролюється як під час виробництва, так і в процесі визначення якості готової продукції.

50 *мл* вина або знепіненого пива вносять в стакан ємністю 250 *мл*, додають 5 *мл* льодяної оцтової кислоти і кип'ятять впродовж 2 *хв*. Розчин охолоджують, кількісно переносять у пробірку ємністю 100 *мл* для центрифугування, додають 10 *мл* метилізобутилкетону і 2 *мл* 1 %-вого водного розчину піролідіндитіокарбамату амонію. Вміст пробірки добре струшують ~ 5 *хв.*, далі центрифугують при 3000 *об/хв.* протягом 10 *хв.* Безпосередньо з пробірки верхній органічний шар розчину розпилюють у полум'я спектрофотометра.

Стандартні розчини для калібрувального графіка готують додаванням піпеткою від 0 до 5 *мл* вихідних розчинів заліза (50 *мг/л*) і свинцю (10 *мг/л*) у мірну колбу ємністю 100 *мл* і розводять водою до позначки. З кожного розчину піпеткою відбирають 50 *мл* у пробірку для центрифугування, додають 5 *мл* льодяної оцтової кислоти, 2 *мл* 1%-вого розчину піролідіндитіокарбамату амонію і 10 *мл* метилізобутилкетону. Далі аналіз ведуть тим же способом, що і при визначенні досліджуваного зразка. У перерахунку на вихідні зразки вміст заліза і свинцю в стандартних розчинах становить 0-2,5 і 0-0,5 *мг/мл* відповідно. При визначенні тільки заліза, додавання оцтової кислоти і кип'ятіння розчину не обов'язкове.

Досліджуваний та стандартні розчини фотометрують на атомно-абсорбційному спектрофотометрі. За одержаними даними будують калібрувальні графіки для заліза та свинцю. За калібрувальними графіками визначають вміст заліза та свинцю у досліджуваному продукті.

Запитання для самоконтролю

1. Які хімічні елементи відносяться до макроелементів?
2. Які функції виконують мінеральні речовини в організмі людини?
3. Яка роль Кальцію в людському організмі?
4. Які хімічні елементи відносяться до мікроелементів і які їх функції в організмі людини?
5. Яку роль відіграє Ферум в людському організмі і в яких харчових продуктах він міститься?
6. Які наслідки можуть спостерігатися при дефіциті Йоду в організмі людини і як цього можна запобігти?
7. Які методи визначення макро- та мікроелементів ви знаєте?