

## НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ АЛІМЕНТАРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОМЕОСТАЗУ ТА МІНЕРАЛЬНОГО ОБМІНУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

**М.І. Погожих, Т.М. Головко**

*Проаналізовано ряд хімічних елементів, як джерело забезпечення сталості внутрішнього середовища (гомеостазу) та мінерального обміну організму людини. Визначено шляхи засвоєння есенціальних мікронутрієнтів, при метаболізмі їх в організмі людини, враховуючи різні статеві та вікові групи споживачів, з урахуванням їх фізіологічного стану. Науково обґрунтовано форми сполук, що засвоюються організмом людини, для забезпечення його гомеостазу.*

**Ключові слова:** гомеостаз, метаболізм, мікронутрієнти, хелати.

## НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ АЛИМЕНТАРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОМЕОСТАЗА И МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

**Н.И. Погожих, Т.Н. Головко**

*Проанализирован ряд химических элементов, как источник обеспечения постоянства внутренней среды (гомеостаза) и минерального обмена организма человека. Определены пути усвоения эссенциальных микронутриентов, при метаболизме их в организме человека, учитывая различные половые и возрастные группы потребителей, с учетом их физиологического состояния. Научно обосновано формы соединений, которые усваиваются организмом человека, для обеспечения его гомеостаза.*

**Ключевые слова:** гомеостаз, метаболізм, мікронутрієнти, хелати.

## SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF ALIMENTARY PROVISION OF HOMEOSTASIS AND MINERAL METABOLISM OF THE HUMAN BODY

**N. Pogozhikh, T. Golovko**

*The authors analyzed the ways for alimentary provision of homeostasis and mineral metabolism in human body. Chemical elements are analyzed as the sources of homeostasis provision; the ways for essential micronutrients digestion during their metabolism in a human body are specified; the forms of compounds digested by the human body for the provision of its homeostasis are scientifically substantiated.*

*The importance of the article is concluded in the fact that the investigated micronutrients being the part of enzymes, hormones, vitamins, biologically active substances, influence the processes of sanguification, oxidation, renewal, vascular and tissue permeability, i.e. they support homeostasis and provide full flow of metabolism.*

*Various chemical elements, which, in its turn differently affect the human body, influence the process. Namely, calcium as a structural element of cell membranes helps regulating exchange of nutrients between cells and intercellular space and plays an important role in the functioning of nervous system and muscles, providing transmission of nervous excitement.*

*The role of phosphorus in the processes of human life support is biologically very important for the body: it is an essential component of cell membranes and plays a key role in metabolic processes. It is important to take into consideration that phosphorus is digested by the human body only in the condition of its correlation with organically bound calcium. Magnesium participates in the support of electric equality of a cell, is a component of antioxidant system, an important component of immune system.*

*Iron participates in redox reactions, sanguification and breath. Iodine is a structural component of hormones in thyroid gland, which determine activity of the most of metabolic processes in the body. Selenium strengthens the body's immunity. It is a strong antioxidant stimulating the nervous system and normalizing the endocrine system.*

*Chelates are the most accessible mineral organic compounds. Chelate compositions are complex composition of amino acids with the ions of minerals. Additional intake of chelate forms of minerals can guarantee satisfaction of the body's needs in micro- and macroelements and their full digestion. Mineral elements in food products can influence their functional, technological and organoleptic properties. It requires analysis and specification of the spectrum of food products, the introduction of chelates to which is reasonable.*

*The suggestion of the way for the solution of the problem of eliminating the deficit of mineral compounds can help creating the system of nutritional regulation of mineral metabolism of a human.*

**Key words:** *homeostasis, metabolism, micronutrients, chelates.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Будь-який живий організм – це цілісна система, яка здатна до саморегулювання. Саморегулювання дозволяє організму забезпечувати гомеостаз. Цей стан організму може забезпечити за рахунок чинників, які мають, як внутрішнє так і зовнішнє походження. У комплекс аліментарних ланцюгів входять білки, жири, вуглеводи рослинного та тваринного походження. До їх складу входять амінокислоти, жирні кислоти, моно- та дисахариди. Частина цих складових може бути синтезована організмом із тих нутрієнтів, які надходять з їжею, за рахунок власних ферментативних систем. Ці нутрієнти називають заміними. До переліку есенціальних мікронутрієнтів входять всі хімічні елементи. З погляду фізіології та

біохімії людини, організм представляє собою комплекс хімічних елементів у вигляді різних сполук. Білки, жири, вуглеводи представлені переважно органогенними елементами (вуглець, кисень, водень, азот). Інша частина представлена макро- та мікроелементами. Вони усі необхідні організму, але їх надходження, це ще не запорука того, що організм буде забезпечений ними у необхідній кількості. Для забезпечення гомеостазу, вони повинні надходити у вигляді певних сполук. Серед цих елементів, одні потребують умов для засвоєння, оскільки зі складних мінеральних сполук організм не отримує фізіологічно необхідної кількості елемента, інші не мають перешкод для засвоєння, але існує загроза, у разі їх надмірного надходження, прояву токсичної дії.

Оскільки проблема забезпечення організму мінеральними сполуками реально існує, медицина та фармація займаються розробкою різноманітних натуральних та синтетичних комплексів лікувальних препаратів з метою усунення цього дефіциту. Найбільш фізіологічним шляхом для забезпечення організму людини необхідними нутрієнтами є харчування. Для вирішення цієї проблеми науковцям, які займаються проблемами повноцінного харчування, необхідно детально проаналізувати метаболізм цих елементів в організмі людини та визначити рівень їх біодоступності [1–2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Усі хімічні елементи, які входять до складу клітин, можна поділити на чотири групи: органогенні (кисень, водень, вуглець і азот); макроелементи (кальцій, фосфор, калій, сірка, кремній, натрій, хлор, магній, які містяться в десятих частках відсотка); мікроелементи (залізо, йод, цинк, селен, мідь, марганець, кобальт, хром, бром, бор, літій, радій. Їх вміст складає близько 0,01%); ультрамікроелементи(всі інші хімічні елементи, вміст яких менше 0,01%.)

Мікроелементи, входячи до складу ферментів, гормонів, вітамінів, біологічно активних речовин комплексоутворювачів або активаторів, беруть участь в обміні речовин, процесах розмноження, тканинному диханні, знешкодженні токсичних речовин. Мікроелементи активно впливають на процеси кровотворення, окислення, відновлення, проникність судин і тканин.

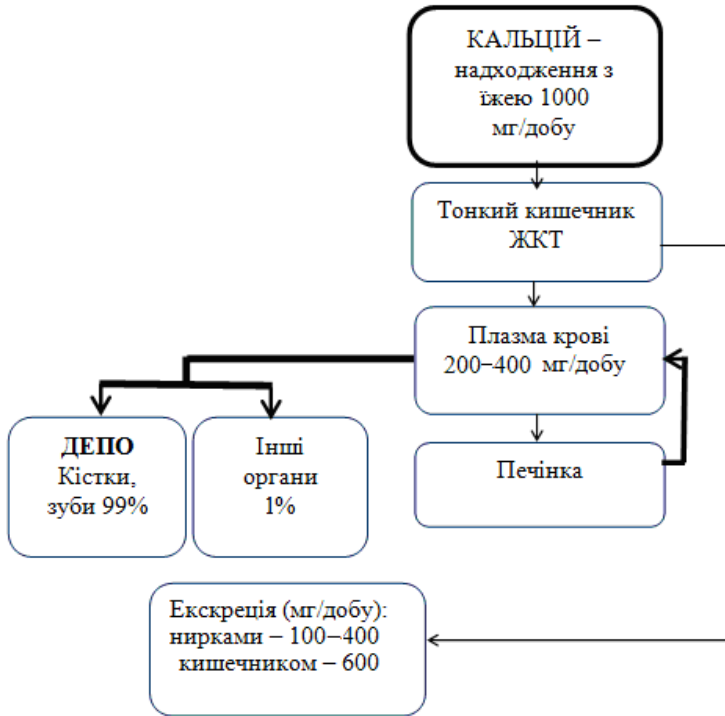
Ультрамікроелементи надають бактерицидну дію, але на сьогоднішній день їх роль в організмі людини майже не вивчена [3–4].

Метаболізм – обмін речовин, хімічні перетворення, які відбуваються від моменту надходження поживних речовин у живий організм до моменту, коли кінцеві продукти цих перетворень виділяються в зовнішнє середовище. Для повноцінного засвоєння хімічних елементів потрібно проаналізувати їх метаболізм в організмі людини [5–7].

**Метою статті** є наукове обґрунтування аліментарного забезпечення гомеостазу та мінерального обміну організму людини. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати хімічні елементи, як джерело забезпечення гомеостазу;
- визначити шляхи засвоєння есенціальних мікронутрієнтів при
- метаболізмі їх в організмі людини;
- науково обґрунтувати форми сполук, що засвоюються організмом людини, для забезпечення його гомеостазу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У складі людського тіла, кальцій, є найпоширенішим мінералом, і займає п'яте місце, після кисню, вуглецю, водню і азоту, складаючи 1,9% від загальної маси тіла. Будучи структурним елементом клітинних мембран, кальцій допомагає регулювати обмін поживних речовин між клітиною і міжклітинним простором, а також відіграє важливу роль у функціонуванні нервової системи і м'язів, забезпечуючи передачу нервового збудження. Слід зазначити, що мінеральний кальцій неорганічного походження погано засвоюється організмом людини та може виконувати функцію лише підтримання певного рівня кальцію в крові. В організмі дорослої людини міститься приблизно 1200 г кальцію, 99% цієї кількості зосереджено в кістках і зубах, решта кальцію розподілена у внутрішньоклітинній та позаклітинній рідинах. З їжею людина щодня споживає близько 1 г кальцію. У кислому середовищі шлунку солі кальцію дисоціюють, 20–40% макроелемента всмоктується. Основним місцем абсорбції є тонкий кишечник, але деяка кількість цього елемента всмоктується в товстому кишечнику. Доступність кальцію для абсорбції залежить від багатьох дієтичних чинників, включаючи присутність фосфатів, жирних кислот і фітатів, які пов'язують кальцій і роблять його недоступним для абсорбції. Всмоктування в кишечнику здійснюється за рахунок активного транспортування проти електрохімічного градієнта, а також за рахунок пасивної дифузії (коли вміст кальцію в їжі а, отже, його концентрація в просвічуваній ділянці кишки надмірно зростають). Після абсорбції кальцію в тонкому кишечнику він потрапляє в печінку та через кров переноситься до кісток та зубів (99%), які є депо та інших органів і тканин (1%). Виводиться кальцій з організму через нирки і кишечник. Схема метаболізму кальцію в організмі людини наведена на рис. 1. У сироватці крові кальцій знаходиться в трьох фракціях: іонізований (~ 50% загальної кількості), пов'язаний з білками (~40%) і з'єднаний з цитратом, фосфатом, лактатом і ін. Близько 90% білокзв'язаного кальцію пов'язано з альбумінами і 10% – з глобулінами.

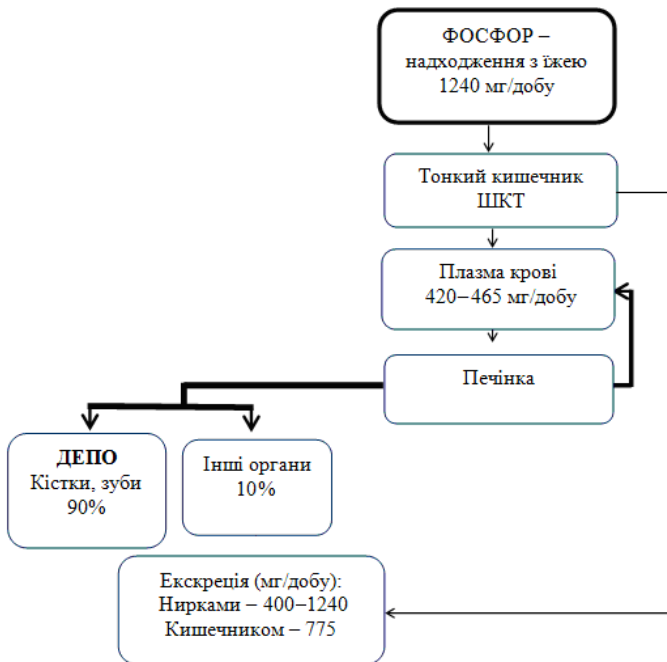


**Рис. 1. Схема кінетики метаболізму кальцію в організмі людини**

Роль фосфору в процесах життєзабезпечення людини досить істотна. Фосфор має велике біологічне значення для організму: є необхідним компонентом клітинних мембран; відіграє ключову роль в метаболічних процесах, входячи до складу багатьох коферментів, нуклеїнових кислот і фосфопротеїдів; є структурним компонентом кісток і зубів; бере участь в регуляції концентрації водневих іонів; найважливіший компонент фосфоорганічних сполук організму (нуклеотидів, нуклеїнових кислот, фосфопротеїдів, фосфоліпідів, фосфорних ефірів вуглеводів, коферментів та ін.); органічні сполуки фосфору становлять основу енергетичного обміну. Важливо враховувати, що фосфор засвоюється організмом людини, тільки за відповідного співвідношення його з органічнозв'язаним кальцієм. Обмін фосфору тісно пов'язаний з обміном кальцію. В організмі дорослої людини вміст фосфору становить

близько 1% маси тіла, 90% якого депоновано в скелеті у вигляді кристалів гідроксиапатиту – ця частина є резервуаром фосфору. 10% фосфору розподілено в позаклітинній рідині в формі іонів неорганічного фосфату і в клітинах у вигляді складних ефірів.

У середньому здорова людина з їжею споживає 1240 мг/добу. Чиста кишкова абсорбція фосфору – приблизно 775–820 мг або 60% від спожитої з їжею кількості. Нирки екскретують з сечею майже таку ж кількість фосфору. Ниркова екскреція фосфору безпосередньо пов'язана з його споживанням і тому коливається в межах 400–1240 мг/добу. Схема метаболізму фосфору в організмі людини наведена на рис. 2.



**Рис. 2. Схема кінетики метаболізму фосфору в організмі людини**

Магній в організмі людини має міститися у кількості 20–30 грамів: у м'якій (близько 60%) та кістковій (близько 38%) тканинах і 1–2% у рідинах. Він є природним антагоністом кальцію і регулятором судинного тонуусу, артеріального тиску та периферичного кровообігу.

Магній активує АТФ – фазу, найважливіший фермент для функціонування клітинної мембрани і джерело енергії для Na-K насоса. Магній впливає на регуляцію біохімічних процесів в організмі через магнієві ферменти і вільні іони магнію. Крім того, магній бере участь в підтримці електричної рівноваги клітини. Цей елемент є компонентом антиоксидантної системи, важливим компонентом імунної системи.

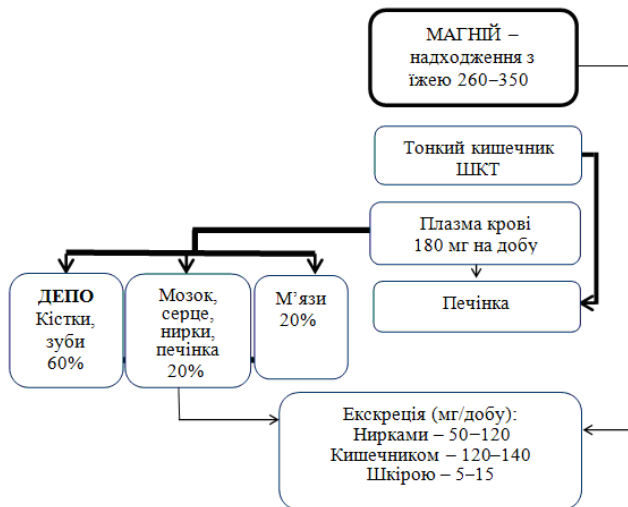
Магній надходить в організм з їжею і водою. Частина іонізованого магнію відщеплюється від магнезіальних солей їжі в шлунку і всмоктується в кров. Основна частина важко розчинних солей магнію переходить в кишечник і всмоктується тільки після їх сполучення з жирними кислотами. У шлунково-кишковому тракті абсорбується до 40–45% магнію, що надійшов у організм. Відсоток абсорбції магнію регулюється його концентрацією в їжі та наявністю компонентів раціону, що пригнічують або сприяють його абсорбції. Збільшення споживання кальцію впливає на всмоктування магнію. У випадках, коли абсорбція магнію збільшується, спостерігається зростання його рівня в крові за допомогою підвищення екскреції з сечею. Збільшення перорального надходження магнію призводить до зменшення абсорбції фосфатів.

Концентрація магнію в крові у людини становить 2,3–4,0 мг%. У крові людини близько 50% магнію знаходиться у зв'язаному стані, а решта – в іонізованому. Комплексні сполуки магнію надходять у печінку, де використовуються для синтезу біологічно активних сполук.

Схема метаболізму магнію в організмі людини подана на рис. 3.

Залізо один з пріоритетних мікроелементів для людського організму. Захисна функція організму не обходиться без заліза, воно блокує токсичні перекиси водню, нейтралізуючи його каталазою. Залізо включено і в структуру цитохромів, які беруть участь в процесах накопичення енергії. Вона витрачається на фінальних стадіях біологічного окислення. Обмін заліза в організмі складається з декількох етапів: всмоктування в шлунково-кишковий тракт, транспорт, внутрішньоклітинний метаболізм і депонування, екскреція з організму. Схема метаболізму заліза наведена на рис. 4.

Основним місцем всмоктування заліза є тонкий кишечник. Залізо в їжі міститься здебільшого в формі  $Fe^{3+}$ , але краще всмоктується в двувалентній формі  $Fe^{+2}$ . Під впливом соляної кислоти шлункового соку залізо вивільняється з їжі і перетворюється з  $Fe^{3+}$  в  $Fe^{+2}$ . Цей процес прискорюється аскорбіновою кислотою, іонами міді, які сприяють всмоктуванню заліза в організмі.

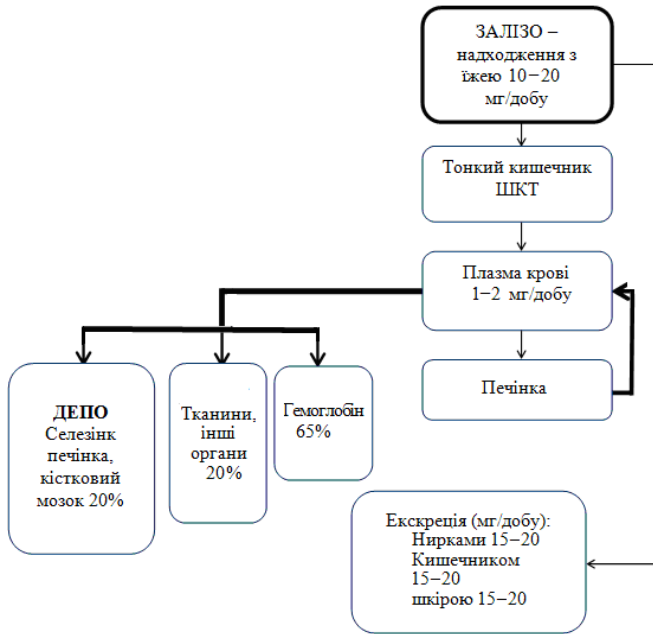


**Рис. 3. Схема кінетики метаболізму магнію в організмі людини**

Під впливом соляної кислоти шлункового соку залізо вивільняється з їжі і перетворюється з  $\text{Fe}^{3+}$  в  $\text{Fe}^{2+}$ . Цей процес прискорюється аскорбіною кислотою, іонами міді, які сприяють всмоктуванню заліза в організмі. За умов порушення нормальної функції шлунка абсорбція заліза в кишечнику погіршується. Транспортна система ентероцитів кишечника здатна підтримувати оптимальний рівень абсорбції заліза, що надходить з їжею. Залізо в судинах сполучається з трансферином та синтезується в печінці. Трансферин пов'язує 2 молекули  $\text{Fe}^{3+}$ . У фізіологічних умовах і при дефіциті заліза тільки трансферин важливий як залізо транспортуючий білок. Основними формами депонованого заліза є феритин і гемосидерин, які пов'язують «надмірне» залізо і відкладаються, практично, в усіх тканинах організму, але особливо інтенсивно в печінці, селезінці, м'язах, кістковому мозку. Фізіологічні втрати заліза організмом практично незмінні. За добу з організму виводиться практично та кількість заліза, що і потрапила з їжею.

Йод належить до життєво важливих мікроелементів, без яких неможливо нормальне функціонування людського організму. Він є структурним компонентом гормонів щитовидної залози: тироксину (Т4) і трийодтироніну (Т3), які визначають активність практично всіх метаболічних процесів в організмі.





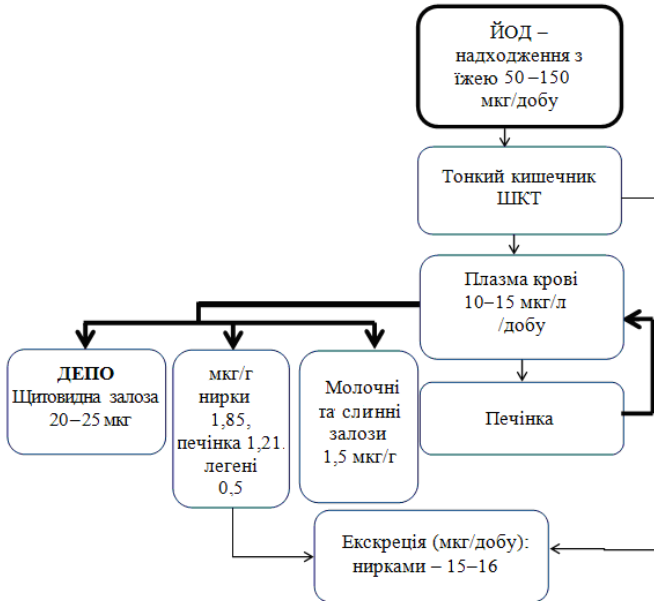
**Рис. 4. Схема кінетики метаболізму заліза в організмі людини**

Йод засвоюється організмом лише в стані катіону, саме в такій формі він може утворювати комплекси з органічними сполуками, зокрема білками. Проте в продуктах харчування він знаходиться здебільшого в стані неорганічних сполук, що у більшості випадків відповідає його аніонній хімічній формі. Саме тому однією з основних функцій щитовидної залози організму людини є перетворення йоду з аніонного до катіонного стану з подальшим утворенням йодорганічних сполук, необхідних людині для нормального перебігу біологічних процесів. Враховуючи поширення порушень функції щитовидної залози серед населення України дане перетворення йоду не завжди може відбуватися, що призводить до неможливості засвоєння організмом мінеральних сполук йоду.

Йод, який надходить з їжею у вигляді йодиду, всмоктується в кишечнику і потрапляє в кров. З артеріальної крові йодиди через базальну мембрану екстрагуються тироцитами у вигляді йона йоду і надходять в щитовидну залозу, де під впливом ферменту пероксидази

іон йоду окислюється в атомарний йод (I), який в подальшому буде включатися в молекулу гормону. Цей процес відбувається на апікальній поверхні тироцита і його мікрроворсинок, тобто на кордоні з порожниною фолікула.

У нормальних умовах щитовидна залоза містить 200 мкг/г тироксину (Т4) і 15 мкг/г трийодтироніну (Т3). Щоденна секреція щитовидною залозою Т4 складає 90 мкг, що в 10–20 разів більше, ніж секреція Т3. Фаза виведення під дією ТТГ (тиреотропного гормону гіпофіза) починається з захоплення тироциту колоїду, що містить тироглобулін, шляхом фагоцитозу. Фагоцитовані фрагменти колоїду, що потрапили всередину тироцита піддаються протеолізу. Йодтироніни ж виділяються через базальну мембрану тироцита в потік крові або лімфи. Фагоцитоз колоїду триває всього кілька годин. Схема метаболізму йоду в організмі людини подана на рис. 5.



**Рис. 5. Схема кінетики метаболізму йоду в організмі людини**

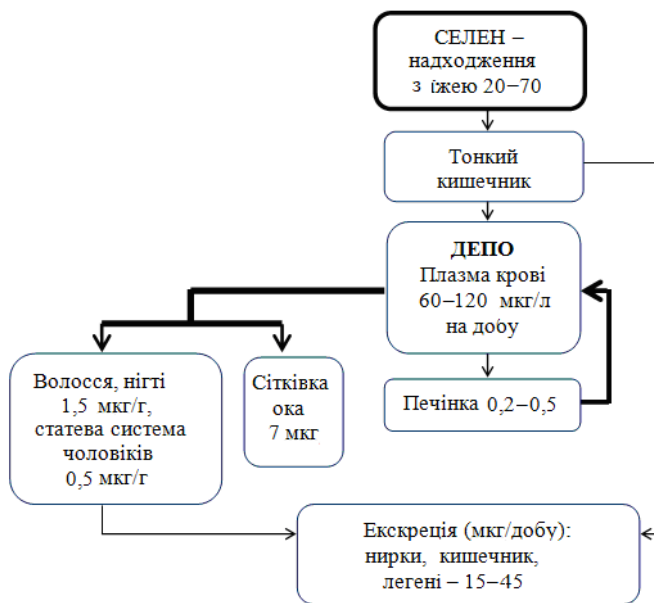
Селен, це важливий за своєю дією в організмі елемент, завдяки функціям, які він виконує, його ще називають «мікроелементом довголіття». Селен виконує наступні функції в організмі: підсилює імунітет організму (стимулює утворення антитіл, білих кров'яних

клітин, макрофагів та інтерферону, бере участь у виробленні еритроцитів); є сильним антиоксидантом (перешкоджає розвитку пухлинних процесів і старіння організму, нейтралізує і виводить сторонні речовини, активує вітамін Е); знижує ризик розвитку серцево-судинних захворювань (запобігає м'язову дистрофію серця, нейтралізує токсини, стимулює синтез гемоглобіну, бере участь у виробленні еритроцитів і коферменту Q10); виступає сильним антипухлинним фактором (запобігає і зупиняє розвиток злоякісних пухлин); входить до складу більшості гормонів, ферментів і деяких білків; стимулює обмінні процеси в організмі; захищає організм від токсичних проявів ртуті, кадмію, свинцю, талію і срібла; стимулює репродуктивну функцію (входить до складу сперматозоїдів); стабілізує роботу нервової системи; нормалізує роботу ендокринної системи; зменшує гостроту запальних процесів; цілюще впливає на стан шкірних покривів, нігтів і волосся.

У природних умовах селен надходить в організм людини, головним чином, у вигляді селеновмісних амінокислот – селенометіоніна (Se-Met) і селеноцистеїну (Se-Cys). Штучне постачання організму селеном при його аліментарному дефіциті може здійснюватися у формі селеніту або селената натрію. Як органічний, так і неорганічний селен легко всмоктується в шлунково-кишковому тракті. Частка органічного та неорганічного селену в організмі істотно розрізняється. Селенат- і селенітаніони, що надходять з їжею, швидко відновлюються під дією білка тіоредоксіна до селеноводорода, наявного при фізіологічних значеннях рН, здебільшого у вигляді гідроселеніданіона (HSe<sup>-</sup>). Необхідною кофактором даного процесу є відновлений глутатіон (GSH), причому передбачається, що інтермедіат утворюється селенодиглутатіон (GS-Se-SG).

Депо селену знаходиться у плазмі крові у вигляді глутатіонпероксидази – ферменту, що захищає організм від окислювального пошкодження. Глутатіонпероксидази каталізують відновлення перекисів ліпідів у відповідні спирти і відновлення пероксиду водню до води. Крім плазми крові селен концентрується в тканинах і органах з високою функціональною активністю: печінка, нирки, серце, сітківка ока. Екскрекують селен нирки, кишечник, легені. Схема метаболізму йоду в організмі людини наведена на рис. 6.

З вищенаведеного зрозуміло, що всі хімічні елементи повинні бути органічно зв'язаними для більшої біодоступності організмом людини. З урахуванням метаболізму кожного з хімічних елементів актуальним є пошук харчових джерел органічних сполук та їх використання для виготовлення продуктів харчування оздоровчого призначення.



**Рис. 6. Схема кінетики метаболізму селену в організмі людини**

З найбільш доступних мінеральноорганічних сполук є хелати. Хелатні сполуки являють собою комплексне з'єднання амінокислот з іонами мінералів. Іони металів, перебуваючи в оболонці амінокислоти, не вимагають додаткових перетворень в організмі, вони є готовими до використання та транспортування клітинами епітелію тонкої кишки, де відбувається основний процес засвоєння.

Процес засвоєння мікроелементів (залізо, кальцій, цинк та ін) відбувається в тонкому кишечнику шляхом активного транспорту: вільний іон металу приєднується до транспортного білка, що дозволяє переносити даний іон в кровотік. Це відбувається з усіма мінеральними речовинами, що потрапили в наш організм. Такий процес називається органічною хелацією. Якщо ж цей процес не відбувається, то наш організм не впізнає мінерал як речовину, необхідну для засвоєння і відмовляється його використовувати. Найчастіше це відбувається з неорганічними солями мінералів, яким необхідно пройти певні зміни в різних середовищах організму (розщеплення, розчинення і засвоєння шляхом хелації).

Неорганічні солі мінералів під час вживання мають рівень біодоступності не більше 10 – 20%. А це означає те, що інші 90% не засвоюються, а навпаки роблять негативний ефект на організм при тривалому вживанні.

Завдяки нормальному рівню кислотності хелатів, вони не впливають на рівень шлункової кислотності, чого не відбувається під час споживання неорганічних солей мінералів.

Для високої біодоступності, хелати повинні бути розчинні в лужному середовищі тонкого кишечника. Для цього необхідною умовою є міцний зв'язок з амінокислотою. Це забезпечує доставку іонів мінералу і захищає від агресивного середовища шлунку.

Таким чином, процес хелірування є найважливішим чинником успішної доставки мінералів у організм.

Оскільки механізм засвоєння хелатних сполук майже ідентичний, тому розглянемо їх механізм дії на прикладі кальцію.

Всмоктування кальцію відбувається в тонкому кишечнику, причому він не може засвоювати вільні іони металів. Для цього необхідно зв'язування мікроелемента з транспортними амінокислотами, здатними перенести його в кров. На це організм витрачає додаткові сили.

У підсумку виходить, що відсоток засвоєння неорганічних солей кальцію становить 10%, в кращому випадку – 20%. Усе інше негативно впливає на організм, наприклад, осідаючи на стінках кишечника. Накопичення кальцію в нирках, якими він виводиться, викликає сечокам'яну хворобу.

Хелатні форми  $\text{Ca}^{2+}$  не вимагають додаткових перетворень, а вже готові до засвоєння клітинами тонкого кишечника. Нежелатні неорганічні солі кальцію олузнюють кисле середовище шлунку, викликаючи здуття і порушення травлення. Хелати, навпаки, спокійно проходять крізь шлунок і засвоюються в кишечнику практично в повному об'ємі.

У таблиці наведено характеристику деяких хелатних форм мінеральних елементів.

Хелати можуть бути трьох видів: розчинні, нерозчинні та ті, що розпадаються. Хелати, що після випаровування розчиняється у воді широко застосовуються в харчовій промисловості як закріплювач кольору продукту, регулятор кислотності, консервант і стабілізатор. Додатки відмінно підходять для додаткового насичення кальцієм, фосфором молочної та кисломолочної продукції, безалкогольних напоїв, хліба і випічки.

## Характеристика хелатних форм мінеральних елементів

Хімічна назва	Молекулярна формула	Концентрація елемента	Продукт після випаровування
Хелат кальцію	$C_{12}H_{10}Ca_3O_{14} \cdot n H_2O$	5000 мг/дм <sup>3</sup>	Кристалізується у вигляді гігроскопічного порошку білого кольору. Після випаровування розчиняється у воді.
Хелат фосфору	$C_{12}H_{10}P_3O_{14} \cdot n H_2O$	140 мг/г	Кристалізується у вигляді гігроскопічного порошку білого кольору. Після випаровування розчиняється у воді.
Хелат магнію	$C_{12}H_{10}Mg_3O_{14} \cdot n H_2O$	0,07–0,15 г/л	Кристалізується у вигляді гігроскопічного порошку білого кольору. Після випаровування розчиняється у воді.
Хелат заліза	$C_{12}H_{10}O_{14}Fe_3 \cdot n H_2O$	2–5 г/л	Кристалізується у вигляді гігроскопічного порошку темно-коричневого кольору. Після випаровування розчиняється у воді.
Хелат йоду	$C_{12}H_{10}O_{14}I \cdot n H_2O$	200 мг/дм <sup>3</sup>	Кристалізується у вигляді гігроскопічного порошку жовтуватого кольору.
Хелат селену	$C_{24}H_{28}O_{28}Se$	80–150 мг/дм <sup>3</sup>	Кристалізується у вигляді гігроскопічного порошку білого кольору. При нагріванні розпадається на оксид селену та лимонну кислоту.

**Висновки.** Таким чином, проаналізувавши харчові шляхи забезпечення гомеостазу та мінерального обміну організму людини, можна зробити висновок, що використання хелатних форм дасть змогу забезпечити необхідними есенціальними мінеральними сполуками різні статеві-вікові групи споживачів, з урахуванням їх фізіологічного стану. Запропонований шлях вирішення проблеми усунення дефіциту мінеральних сполук дасть змогу створити систему харчового регулювання мінерального метаболізму людини.

## Список джерел інформації / References

1. Тутельян В. А. К вопросу коррекции дефицита микронутриентов с целью улучшения питания и здоровья детского и взрослого населения на пороге третьего тысячелетия / В. А. Тутельян // Ваше питание. – 2000. – № 4. – С. 6–7.  
Tutelian. V.A. (2000). “K voprosu korrektsii defitsita mikronutrientov s tselyu uluchsheniya pitaniya i zdorovyа detskogo i vzroslogo naseleniya na poroge tret'ego tysyacheletiya.”, *Your food*, № 4, pp. 6-7.
2. Козинец Г. И. Физиологические системы организма человека, основные показатели / Г. И. Козинен – М. : Триала-Х. 2000. – 336 с.  
Kozinets. G.I. (2000), *Fiziologicheskie sistemyi organizma cheloveka, osnovnyie pokazateli*, Triada-H, Moscow, 336 p.
3. Ed. Burtis, C.A., Ashwood, E.R., Bruns, D.E. Elsevier (2006), *Tietz TEXTBOOK of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics*. 4 ed. New Delhi. 2006.
4. Скальный А. В. Биоэлементы в медицине / Скальный А. В., Рудаков И. А. – М. : Оникс 21 век: Мир, 2004. – 272 с.  
Skalnv. A.V., Rudakov, I.A. (2004), *Bioelementyi v meditsine*, Onyx 21, The world, Moskow, 272 p.
5. Оберлис Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный – СПб. : Наука, 2008. – 544 с.  
Oberlis. D., Harland. B., Rockv. A. (2008), *Biologicheskaya rol makro- i mikroelementov u cheloveka i zhivotnyih*, Science, SPb., 544 p.
6. Reynal, B. (2010), “Milk Calcium Meets Consumer Approval”, *The World of food Ingredients*, June/July, 28 – 30.
7. Матасар І. Т. Захворювання, що викликані дефіцитом йоду, та методи їх профілактики / І. Т. Матасар, Н. С. Салій, В. М. Водоп'янов. – К. : Медицина, 2002. – 280 с.  
Matasaru. I. T., Saliv. N. S. Vodop'yanov. V. M. (2002), *Zahvoryuvannya, scho viklikani defitsitom yodu, ta metodi yih proflaktiki.*, Medicine, Kiev, 280 p.

**Погожих Микола Іванович**, д-р техн. навк. проф., зав. кафедри, кафедра фізико-математичних та інженерно-технічних дисциплін, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057) 349-45-86; E-mail: drpogozhikh@mail.ru.

**Погожих Николай Иванович**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедры, кафедра фізико-математических и инженерно-технических дисциплин, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057) 349-45-86; E-mail: golovko\_tn@mail.ru.

**Pogozhikh Micola Doctor of Technical Sciences**, Professor, Head of Department. Department of Physics, Mathematics and Engineering technical disciplines. Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057) 349-45-86. E-mail: drpogozhikh@mail.ru.

**Головко Тетяна Миколаївна**, канд. техн. наук, доц., кафедра товарознавства та експертизи в митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: +380677096521; E-mail: golovko\_tn@mail.ru.

**Головко Татьяна Николаевна**, канд. техн. наук, доц., кафедра товароведения в таможенном деле, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: +380677096521; E-mail: golovko\_tn@mail.ru.

**GolovkoTatyana** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor The department of commodity research in customs business. Kharkov State University of Food Technology and Trade. Klochkivskaya str., 333, Kharkov, Ukraine, 61002. Tel.: +380677096521; E-mail: golovko\_tn@mail.ru.

*Рекомендовано до публікації д-ром мед. наук, проф. Н.В. Дуденком.  
Отримано 15.04.2017. ХДУХТ, Харків.*

УДК 637.06

## **ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗСОЛЬНИХ СУМІШЕЙ ФІРМИ NESSE**

**Н.В. Камсуліна, О.Б. Дроменко, М.О. Сьома, М.С. Талашенко**

*Наведено результати аналітичних та практичних досліджень впливу білкової складової на технологічні властивості розсольних сумішей фірми NESSE під дією технологічних чинників. Розроблено рекомендації із їх практичного застосування в технологіях виробництва цільном'язових виробів зі свинини.*

**Ключові слова:** соління, ін'єктування, білки, полісахариди, суміші, свинина, функціональні властивості.

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАССОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ФИРМЫ NESSE**

**Н.В. Камсулина, Е.Б. Дроменко, М.А. Сьома, Н.С. Талашенко**

*Представлены результаты аналитических и практических исследований влияния белковой составляющей на технологические свойства рассольных смесей фирмы NESSE под действием технологических факторов. Разработаны рекомендации по их практическому применению в технологиях производства целномышечных изделий из свинины.*

**Ключевые слова:** посол, инъектирование, белки, полисахариды, смеси, свинина, функциональные свойства.

---

© Камсуліна Н.В., Дроменко О.Б., Сьома М.О., Талашенко М.С., 2017